



Chula
Chulalongkorn University



เครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาภาคกลางตอนบน

RANC 2022

CONFERENCE
PROCEEDINGS

ISBN (e-book): 978-616-296-264-6

การประชุมวิชาการระดับชาติ

เครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 15

The 15th Research Administration Network Conference



ResearchSWU

Research
SWU

CONFERENCE PROCEEDINGS

การประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษา ทั่วประเทศ ครั้งที่ 15

จัดโดย

เครือข่ายวิจัยเครือข่ายอุดมศึกษาภาคกลางตอนบน ร่วมกับ กระทรวงการอุดมศึกษา
วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ครั้งที่ 1 วันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2565

จัดพิมพ์โดย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ลิขสิทธิ์เป็นของ สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

โทรศัพท์ (02) 649-5000 ต่อ 11014-11019

โทรสาร (02) 259-1822

ออกแบบปก นายปกรณ์ แต่งเพียร

จัดทำเล่ม สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ISBN (e-book): 978-616-296-264-6

การประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 15

จัดโดย เครือข่ายวิจัยเครือข่ายอุดมศึกษาภาคกลางตอนบน ร่วมกับ

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ปรึกษา

ปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รองปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

อธิการบดี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อธิการบดี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้อำนวยการสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประธานเครือข่ายบริหารการวิจัย 9 เครือข่าย

ผู้อำนวยการกลุ่มส่งเสริม สนับสนุน เผยแพร่ และใช้ประโยชน์งานวิจัย

บรรณาธิการ

อาจารย์ ดร.ธนาธิป สุ่มอิม

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

กองบรรณาธิการภายนอกมหาวิทยาลัย

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สัมฤทธิ์ จตุรสิทธา

ประธานเครือข่ายบริหารการวิจัยภาคเหนือตอนบน

ศาสตราจารย์ ดร.นันทินิตย์ วานิชชีวะ

ประธานอนุกรรมการเครือข่ายวิจัยอุดมศึกษา

ภาคกลางตอนล่าง

ศาสตราจารย์ ดร.มนต์ชัย ดวงจินดา

ประธานเครือข่ายบริหารการวิจัย

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

ศาสตราจารย์ ดร.วรรณ ชูฤทธิ์

ประธานเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการวิจัย

และพัฒนาภาครัฐร่วมเอกชนในเชิงพาณิชย์ ภาคใต้ตอนบน

รองศาสตราจารย์ ดร.กรกนก อิงคนินันท์

ประธานเครือข่ายบริหารการวิจัยภาคเหนือตอนล่าง

รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติมา เจริญพานิช

ประธานเครือข่ายบริหารการวิจัยภาคตะวันออก

รองศาสตราจารย์ ดร.จิรวัดน์ ยงสวัสดิ์กุล

ประธานเครือข่ายบริหารการวิจัย

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภศิลป์ มณีรัตน์

ประธานเครือข่ายบริหารการวิจัยภาคใต้ตอนล่าง

โครงการพัฒนาเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการวิจัย

และพัฒนาภาครัฐร่วมเอกชนในเชิงพาณิชย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกสรี ลัดเสียว

ประธานเครือข่ายบริหารการวิจัยภาคใต้ตอนล่าง

โครงการพัฒนาเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการวิจัย

และนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุรักษ์ ฤงทอง

รองศาสตราจารย์ ดร.ดุสิต อธิวัฒน์

รองศาสตราจารย์ ดร.ทพญ.ธิดารัตน์ อังวรวงศ์

รองศาสตราจารย์ ดร.พรพิมล ม่วงไทย

รองศาสตราจารย์ ดร.พวงรัตน์ เกษรแพทย์

รองศาสตราจารย์ ดร.ทพญ.เสาวลักษณ์ ลิ้มมณฑล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โจร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุวรรณ พลอยดวงรัตน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชวณิ ตั้งสมชัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดำรงพล อินทร์จันทร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉิพร แสงพิรุณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิธิกร ม่วงศรีเขียว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา ลีตระกูล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทพญ.ปิยะฉัตร พิชรานุฉัตร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพชรลัดดา เพ็ชรภักดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญประภา สิงห์สวัสดิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธาวี ยุทธพงษ์ชาติดา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทพญ.รัชฎา ฉายจิต

อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ

อาจารย์ ดร.จตุรภัทร จันทร์สถิตย์

กองบรรณาธิการภายในมหาวิทยาลัย

รองศาสตราจารย์ ดร.จารุวรรณ ขำเพชร

รองศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย ไทยเจียม

รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเด่น บุญปก

รองศาสตราจารย์ ดร.นวดล เพ็ชรวัฒนา

รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช บวรสมพงษ์

รองศาสตราจารย์ ดร.มาลัย ทวีโชติภักดิ์

รองศาสตราจารย์ ดร.วิชุดา กิจจรธรรม

รองศาสตราจารย์ ดร.วิษณุกร จารุศิริ

รองศาสตราจารย์ ดร.อังคินันท์ อินทรกำแหง

ประธานเครือข่ายการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอด

เทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก ภาคใต้ตอนบน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ข้าราชการเกษียณ

ข้าราชการเกษียณ

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร

โรงเรียนการท่องเที่ยวและการบริการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมืองและนฤมิตศิลป์

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

คณะสังคมศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

คณะมนุษยศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

คณะสังคมศาสตร์

คณะแพทยศาสตร์

สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา

คณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลชัย ชะเอม	คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกพร ฉันทนารุ่งภักดิ์	คณะศึกษาศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ	คณะศึกษาศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์ศมภ์ ภูติอริยวัฒน์	คณะศึกษาศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรีพร นาคสัมฤทธิ์	วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิตอุษา ชันทอง	คณะบริหารธุรกิจเพื่อสังคม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์	คณะศึกษาศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวัลลักษณ์ คุณาธิกรกิจ	คณะบริหารธุรกิจเพื่อสังคม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉานิก หวังพานิช	คณะศิลปกรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐญา ประไพพานิช	คณะเศรษฐศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระภาพ เพชรมาลัย	คณะศึกษาศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรรัตน์ อธิธิโสภณกุล	คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกุล	คณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นัญจิกา สุนทรชนผล	คณะศิลปกรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทิรัตน์ พิระพันธุ์	คณะศึกษาศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำคุณ ศรีสนิท	คณะวิศวกรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรัตน์ ณ นครพนม	คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรมาภรณ์ เกิดทรัพย์	คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิตดา ลากเกิน	วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชญานันท์ นักพื่อน	คณะสังคมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์ภาภรณ์ บุญประเสริฐ	คณะมนุษยศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น	คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มุกิตา หิรัญสาย	คณะเภสัชศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชพันธุ์ เขยจิตร	คณะเศรษฐศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล ประดับเวทย์	คณะศึกษาศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลัดดา หวังภาสิต	คณะศึกษาศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัชรชัย วิริยะสุทธีวงศ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา	คณะศึกษาศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สันติ เต็มประเสริฐสกุล	คณะบริหารธุรกิจเพื่อสังคม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี เชื้อชัย	คณะศึกษาศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจตรา ประเสริฐสิน	สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาจรี ศุภสุธิกุล	คณะวิศวกรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อินทกะ พิริยะกุล	คณะบริหารธุรกิจเพื่อสังคม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุลิสานันท์ พาศีศรีพาพล	คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร
อาจารย์ ดร.กัลยกิตติ์ กิรติอังกูร	คณะบริหารธุรกิจเพื่อสังคม
อาจารย์ ดร.ญาณพล แสงสันต์	คณะบริหารธุรกิจเพื่อสังคม
อาจารย์ ดร.ณภัทร โพธิ์วัน	คณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ
อาจารย์ ดร.นันทิมา นิลายน	คณะศึกษาศาสตร์

จัดพิมพ์โดย

สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 ซอยสุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110
โทรศัพท์ 0-2649-5000 ต่อ 11014 - 11019
โทรสาร 0-2259-1822
พิมพ์ครั้งที่ 1 วันที่ 5 พฤษภาคม 2565

ออกแบบปก นายปกรณ์ แดงเพียร

จัดรูปเล่ม สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ISBN (e-book): 978-616-296-264-6



สารจากปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ได้เล็งเห็นและให้ความสำคัญกับการสนับสนุนและกระตุ้นให้คณาจารย์ นิสิต/นักศึกษา รวมถึงนักวิจัยในสถาบันอุดมศึกษาทำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม และพร้อมผลักดันการดำเนินงานในทุกมิติ ตามความต้องการและบริบทของสถาบันอุดมศึกษาให้เกิดขึ้นอย่างจริงจัง เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ของโลกในปัจจุบัน ทั้งมิติของกลไกการขับเคลื่อน มาตรการและการปรับปรุงกฎระเบียบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะการประกาศใช้พระราชบัญญัติส่งเสริมการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและนวัตกรรม พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นกฎหมายสำคัญที่สนับสนุนให้ผู้รับทุนหรือนักวิจัยสามารถเป็นเจ้าของผลงานวิจัยที่ได้รับทุนของภาครัฐได้ ที่จะช่วยแก้ไขปัญหาระงับสิทธิความเป็นเจ้าของผลงานวิจัยระหว่างหน่วยงานให้ทุน และหน่วยทำวิจัย เป็นการกระตุ้นให้เกิดระบบเศรษฐกิจ นวัตกรรม ยกระดับงานวิจัยไปยังสถาบันวิจัยและสถาบันอุดมศึกษา ซึ่งกฎหมายดังกล่าวถือเป็นก้าวสำคัญที่จะปลดล็อกปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่จะทำให้งานวิจัยของประเทศไทยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางเศรษฐกิจและสังคมได้อย่างแท้จริง

ทั้งนี้ การเชื่อมโยงองค์ความรู้ด้านการวิจัยและนวัตกรรมสู่การใช้ประโยชน์หรือให้เป็นที่ยอมรับในระดับชาติหรือระดับนานาชาติได้นั้น จำเป็นจะต้องมีเวทีสำหรับให้กับนิสิต นักศึกษา นักวิจัย รวมถึงคณาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาได้เผยแพร่ผลงาน และแลกเปลี่ยนความรู้กับบุคลากรจากต่างสถาบัน หรือหน่วยงานภาคส่วนต่างๆ โดยที่ผ่านมา กระทรวงการอุดมศึกษาฯ และเครือข่ายบริหารการวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศได้ให้ความสำคัญกับการจัดกิจกรรมดังกล่าวตลอดมา โดยจัดให้มีเวทีสำหรับนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการระดับชาติ อย่างต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี และครั้งนี้นับเป็นโอกาสอันดีที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ซึ่งเป็นสถาบันอุดมศึกษาแม่ข่าย เครือข่ายบริหารการวิจัยภาคกลางตอนบน เป็นเจ้าภาพในการจัดประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 15 ระหว่างวันที่ 26 – 28 เมษายน 2565

ในนามของกระทรวงการอุดมศึกษาฯ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และมหาวิทยาลัยในเครือข่ายบริหารการวิจัยภาคกลางตอนบน ในฐานะเจ้าภาพการจัดประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศในครั้งนี้ และนับเป็นก้าวสำคัญที่เวทีนี้จะทำให้นักวิจัยในเครือข่ายบริหารการวิจัยทั่วประเทศ รวมถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เกิดแรงบันดาลใจที่จะสร้างสรรค์ผลงานวิจัยที่มีคุณภาพไปสู่การใช้ประโยชน์ที่ตอบโจทย์การพัฒนาประเทศมากขึ้น และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการดำเนินงานของเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ จะเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และสร้างความเติบโตให้กับประเทศอย่างยั่งยืนต่อไป

ศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์สิริฤกษ์ ทรงศิวิไล

ปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

สารอธิการบดี

ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) เป็นแผนการพัฒนาประเทศไทย ซึ่งกำหนดแนวทางให้หน่วยงานของรัฐทุกภาคส่วนนำไปปฏิบัติตามเพื่อให้บรรลุวิสัยทัศน์ของประเทศ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” โดยมีเป้าหมายการพัฒนาประเทศ คือ “ประเทศชาติมั่นคง ประชาชนมีความสุข เศรษฐกิจพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สังคมเป็นธรรม ฐานทรัพยากรธรรมชาติยั่งยืน” โดยยกระดับศักยภาพของประเทศในหลากหลายมิติ ตามนโยบายของรัฐบาลที่มุ่งปรับเปลี่ยนเศรษฐกิจแบบเดิมไปสู่ “เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม”

การวิจัยและการสร้างสรรค์นวัตกรรมที่มีคุณภาพจึงเป็นสิ่งท้าทายที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในฐานะที่เป็นประธานเครือข่ายวิจัยเครือข่ายอุดมศึกษาภาคกลางตอนบน และสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ซึ่งเป็นสถาบันภายใต้กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ได้ตระหนักถึงความสำคัญตามวิสัยทัศน์ของกระทรวง คือ “เป็นองค์กรนำเพื่อขับเคลื่อนการอุดมศึกษาไทย วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ไปสู่มาตรฐานในระดับสากล และเพิ่มอันดับความสามารถการแข่งขันในระดับนานาชาติอย่างยั่งยืนภายในปี พ.ศ. 2580” จึงให้ความสำคัญกับการนำองค์ความรู้ เทคโนโลยี นวัตกรรมและผลงานวิจัยของสถาบันอุดมศึกษามาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจเพื่อขับเคลื่อนประเทศไทยไปสู่ประเทศไทย 4.0 โดยใช้กลไกของเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาทั้ง 9 เครือข่าย ที่ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ บูรณาการความร่วมมือกับชุมชนและภาคอุตสาหกรรม ทำให้สามารถรวมพลังเพื่อสร้างงานวิจัยและนวัตกรรม ในแผนงานตามโจทย์และแก้ปัญหาเร่งด่วนของประเทศที่เกิด Impact สูงต่อชุมชนพื้นที่ และประเทศโดยรวม ดังนั้น มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สำนักงานสำนักปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สป.อว.) เครือข่ายบริหารการวิจัยภาคกลางตอนบน และเครือข่ายอุดมศึกษาทั่วประเทศ จึงได้จัด “ประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 15” ระหว่างวันที่ 26-28 เมษายน พ.ศ. 2565 เพื่อใช้เป็นเวทีสำหรับคณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ และนิสิตได้เผยแพร่ผลงานวิจัยและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ด้านการวิจัยร่วมกัน และเป็นการสร้างความเข้มแข็งของเครือข่ายอุดมศึกษาทั่วประเทศในสาขาวิชาชีพต่าง ๆ เช่น สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและเทคโนโลยี มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ นวัตกรรมและงานสร้างสรรค์ และสาขาพัฒนาชุมชนและสังคม

ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ร่วมแรงร่วมใจกันจัดงาน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่ากิจกรรมทางวิชาการที่จัดขึ้นในการประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 15 นี้จะเป็นบทบาทสำคัญอย่างหนึ่งในการสร้างความเข้มแข็งของเครือข่ายบริหารการวิจัยทั้ง 9 เครือข่าย จะนำไปใช้พัฒนาองค์ความรู้ทางวิชาการแก่บุคลากรทางการศึกษา เพื่อให้เกิดเป็นพลังผลักดันร่วมกันไปสู่เป้าหมายของการพัฒนาประเทศตามนโยบายของรัฐบาล และปรับตัวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา

ด้วยความปรารถนาดีและขอบคุณ



รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล
อธิการบดีมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สารประธานเครือข่ายวิจัยเครือข่ายอุดมศึกษาภาคกลางตอนบน

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ได้ดำเนินโครงการวิจัยและนวัตกรรม เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก รวมถึงความร่วมมือในการพัฒนาโครงการวิจัยระหว่างภาครัฐ และภาคเอกชนสู่เชิงพาณิชย์ เพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ที่กำหนดวิสัยทัศน์ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” รัฐบาลจึงให้ความสำคัญกับการนำองค์ความรู้ เทคโนโลยี นวัตกรรมและผลงานวิจัยของสถาบันอุดมศึกษามาใช้ประโยชน์ ในเชิงพาณิชย์มากยิ่งขึ้น เพื่อขับเคลื่อนประเทศไปสู่ประเทศไทย 4.0 โดยใช้กลไกของเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษา ทั้ง 9 เครือข่าย นำองค์ความรู้ที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้า วิจัย และสร้างสรรค์นวัตกรรมนำไปพัฒนาประเทศ ตามเป้าหมายให้มีความเจริญก้าวหน้าอย่างยั่งยืน

ดังนั้น เพื่อเป็นการส่งเสริมให้คณาจารย์ นักวิจัย และบุคลากรในแวดวงวิชาการจากสถาบันอุดมศึกษา ทั่วประเทศมีความร่วมมือทางด้านวิชาการร่วมกัน ทางมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สำนักงานสำนัก ปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สป.อว.) เครือข่ายบริหารการวิจัยภาคกลาง ตอนบน และเครือข่ายอุดมศึกษาทั่วประเทศ จึงได้จัด “การประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัย สถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 15” ขึ้น เพื่อใช้เป็นเวทีสำหรับการเผยแพร่ผลงานวิจัยและนวัตกรรม ของคณาจารย์และนักวิจัยในแต่ละเครือข่ายฯ และได้แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ที่เกิดจากกระบวนการทำการวิจัย และประสบการณ์ทางวิชาการร่วมกัน

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สำนักงานสำนักปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เครือข่ายบริหารการวิจัยภาคกลางตอนบน และเครือข่ายอุดมศึกษาทั่วประเทศที่ได้ร่วมกัน จัด “การประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 15” ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ทุกท่านที่กรุณาเสียสละเวลาในการประเมินคุณภาพผลงานวิจัยและให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ ต่อผลงานวิจัย มีคุณภาพทางวิชาการและมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณบุคลากรสถาบันยุทธศาสตร์ ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนการประชุมวิชาการ ระดับชาติฯ ครั้งนี้ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นจะมีบทบาทสำคัญในการ สร้างความเข้มแข็งทางด้านวิชาการและวิจัย เพื่อเป็นแรงขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจและสังคมประเทศไทย ในทิศทางที่ดีขึ้นต่อไป

ด้วยความปรารถนาดี



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ
ประธานเครือข่ายวิจัยเครือข่ายอุดมศึกษาภาคกลางตอนบน
ผู้อำนวยการสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สารบรรณการ

การวิจัยและสร้างนวัตกรรมที่ผ่านการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ จะนำไปสู่การพัฒนาต่อยอดงานวิจัยในระดับที่สูงขึ้น เพื่อให้ประเทศไทยสามารถยกระดับการพัฒนาให้บรรลุตามวิสัยทัศน์ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” เพื่อสนองตอบต่อผลประโยชน์แห่งชาติตามกรอบยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี ที่มุ่งหวังให้คนไทยได้รับการพัฒนาให้เป็นคนดี เก่ง มีวินัย คำนึงถึงผลประโยชน์ส่วนรวม และมีศักยภาพในการคิดวิเคราะห์ สามารถ “รู้รับ ปรับใช้” เทคโนโลยีใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง รัฐบาลจึงให้ความสำคัญกับการนำองค์ความรู้ เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนา นวัตกรรมของสถาบันอุดมศึกษามาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจเพื่อขับเคลื่อนประเทศไปสู่ประเทศไทย 4.0 โดยใช้กลไกของเครือข่ายอุดมศึกษาทั้ง 9 เครือข่าย ที่สอดคล้องกับบริบทของแต่ละพื้นที่ทั่วประเทศ ซึ่งมีมหาวิทยาลัยในแต่ละภูมิภาคเป็นแรงขับเคลื่อนนำองค์ความรู้จากการวิจัยและนวัตกรรมไปพัฒนาประเทศตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงอย่างสมดุล

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สำนักงานสำนักปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม เครือข่ายบริหารการวิจัยภาคกลางตอนบน และเครือข่ายอุดมศึกษาทั่วประเทศได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาประเทศตามกรอบยุทธศาสตร์ชาติ จึงได้ร่วมกันจัด “การประชุมวิชาการระดับชาติ เครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 15” ขึ้น ระหว่างวันที่ 26-28 เมษายน พ.ศ. 2565 เพื่อใช้เป็นเวทีสำหรับคณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ และนิสิต จากสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศได้เผยแพร่ผลงานวิจัยในสาขาวิชาชีพต่าง ๆ เช่น สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและเทคโนโลยี มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ นวัตกรรมและงานสร้างสรรค์ และสาขาพัฒนาชุมชนและสังคม และเป็นการสร้างความเข้มแข็งของเครือข่ายอุดมศึกษาทุกเครือข่ายร่วมกัน และเกิดความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน

ในนามของบรรณการ ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สำนักงานสำนักปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เครือข่ายบริหารการวิจัยภาคกลางตอนบน และเครือข่ายอุดมศึกษาทั่วประเทศ ที่ได้ร่วมมือกันจัดการประชุมวิชาการระดับชาติครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาเสียสละเวลาในการประเมินคุณภาพผลงานวิจัยและให้ข้อเสนอแนะทางวิชาการที่เป็นประโยชน์ นอกจากนี้ขอขอบคุณบุคลากรสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่สนับสนุนให้การจัดประชุมเป็นไปด้วยความเรียบร้อย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นจะเป็นประโยชน์และบรรลุตามเป้าหมายการพัฒนาประเทศ คือ “ประเทศชาติมั่นคง ประชาชนมีความสุข เศรษฐกิจพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สังคมเป็นธรรม ฐานทรัพยากรธรรมชาติยั่งยืน”

ด้วยความภาคภูมิใจ



ดร.ธานีป สุ่มอัม

บรรณการ

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

กำหนดการประชุมประธานเครือข่ายบริหารการวิจัย
และสัมมนาผู้ประสานงานเครือข่าย ปี 2565
ณ โรงแรมแกรนด์ ฟอรั่ม กรุงเทพมหานคร

วันที่ 26 เมษายน 2565

11.00 – 12.00 น.	ลงทะเบียน
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 17.00 น.	จัดบุรณิทรศการ
14.00 – 16.00 น.	สัมมนาผู้ประสานงานเครือข่ายฯ พร้อมรับประทานอาหารว่าง หัวข้อ “การสร้างความเข้มแข็งของเครือข่าย เพื่อการพัฒนาสู่การ ดำเนินการเชิงรุกอย่างมีประสิทธิภาพ” โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สามมิติ สุขบรรจง
16.00 – 18.00 น.	การประชุมประธานเครือข่ายฯ
18.00 – 20.00 น.	รับประทานอาหารเย็น

* หมายเหตุ : เฉพาะเจ้าหน้าที่ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเท่านั้น

กำหนดการงานประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 15
หัวข้อ “รวมพลังสร้างสรรค์เครือข่ายการวิจัยและนวัตกรรมอุดมศึกษาไทย
เพื่อการสร้างเสริมพลังสังคมสู่รากแก้วของแผ่นดิน”
ระหว่างวันที่ 27-28 เมษายน 2565 ณ โรงแรมแกรนด์ พอร์จูน กรุงเทพฯ

วันที่ 27 เมษายน 2565

- | | |
|------------------|---|
| 08.00 – 09.30 น. | ลงทะเบียน |
| 09.30 – 09.45 น. | พิธีเปิด
- กล่าวรายงาน และกล่าวต้อนรับ
โดย ประธานเครือข่ายบริหารการวิจัยภาคกลางตอนบน |
| 09.45 – 10.15 น. | - ประธานในพิธี กล่าวเปิดงาน และบรรยายพิเศษ หัวข้อ
"การพลิกโฉมมหาวิทยาลัย Reinventing University"
โดย ศาสตราจารย์ ดร.นพ.สิริฤกษ์ ทรงศิวิไล
ปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม |
| 10.15 – 10.30 น. | - มอบของที่ระลึกให้กับประธานเครือข่าย และประธานในพิธี
/ถ่ายภาพร่วมกัน
- เยี่ยมชมผลงานวิจัยและบูรณิทรศาสตร์
พร้อมรับประทานอาหารว่าง |
| 10.30 - 12.00 น. | การบรรยายเรื่อง “การพัฒนาโจทย์วิจัยเชิงพื้นที่ สู่งานวิจัย High |

Impact : Social Innovation”

- | | |
|------------------|--|
| | โดย ดร.กิตติ สัจจาวัฒนา
ผู้อำนวยการหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.) |
| 12.00 – 13.00 น. | พักรับประทานอาหารกลางวัน |
| 13.00 – 14.40 น. | การนำเสนอภาคบรรยาย (Oral Presentation) ช่วงที่ 1 |
| 14.40 – 15.00 น. | พักรับประทานอาหารว่าง |
| 15.00 – 16.20 น. | การนำเสนอภาคบรรยาย (Oral Presentation) ช่วงที่ 2 |
| 18.00 – 20.00 น. | รับประทานอาหารเย็น |

วันที่ 28 เมษายน 2565

08.00 – 08.30 น.	ลงทะเบียน
08.30 – 10.30 น.	การนำเสนอภาคบรรยาย (Oral Presentation) ช่วงที่ 3 พร้อมรับประทานอาหารว่าง
9.00 – 12.00 น.	การอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การสร้างเครื่องมือวิจัยสำหรับการวิจัยเชิงพัฒนาสังคมและชุมชน” โดย รศ.ดร.โยธิน แสงดี สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล
10.30 – 12.00 น.	การนำเสนอภาคบรรยาย (Oral Presentation) ช่วงที่ 4
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 14.40 น.	การนำเสนอภาคบรรยาย (Oral Presentation) ช่วงที่ 5
14.40 – 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง

* หมายเหตุ : กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

กำหนดการ
การนำเสนอผลงานวิจัย
วันที่ 26-28 เมษายน 2565
(โรงแรมแกรนด์ ฟอรั่ม กรุงเทพฯ)

ตารางนำเสนอ

กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพและเทคโนโลยี ห้องนำเสนอ A เวลา 13.00 – 16.20 น.

วันพุธที่ 27 เมษายน 2565 (ณ ชั้น 3 โรงแรมแกรนด์ พอร์จูน กรุงเทพฯ)

เวลา	รหัสบทความ	ชื่อบทความ
13.00 – 13.20 น.	RANC15-013	ความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดของเรซินอะคริลิกที่เสริมแรงด้วยนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ <i>พิชญา พงษ์สุขเจริญกุล และพรสวรรค์ ธนธรวงศ์</i>
13.20 – 13.40 น.	RANC15-017	การพัฒนาโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจในการรักษาทางทันตกรรมสำหรับผู้ป่วยสูงอายุ โดยใช้เทคนิคเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก <i>ณสุดา หงสวินตกุล และพรสวรรค์ ธนธรวงศ์</i>
13.40 – 14.00 น.	RANC15-037	ประสิทธิภาพของซิลิกาจากแกลบในการยับยั้งการเกาะติดของเชื้อแคนดิดาอัลบิแคนส์บนฐานฟันเทียมชนิดเรซินอะคริลิก <i>สิทธิพันธ์ สุปิยพันธุ์ และพรสวรรค์ ธนธรวงศ์</i>
14.00 – 14.20 น.	RANC15-057	ความสัมพันธ์ของอาการปากแห้งและอัตราการหลั่งน้ำลายในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในช่องปาก <i>วริศา อัสภักตร์พันธุ์ สิณีภัทร์ ตลิ่งจิตร พิมพิพร จิรวชวงศ์สกุล และภัทราญ แต่บรรพกุล</i>
14.20 – 14.40 น.	RANC15-061	การสร้างไบโอฟิล์มในเชื้อเอ็นเตอร์โรค็อกซัยที่ดื้อยาแวนโคไมซินในโรงพยาบาลระดับตติยภูมิภาคใต้ของประเทศไทย <i>พันธ์วีศรี แสงสุวรรณ กมนนัทธ์ ศิงขมานันท์ สุนทรา กาวิละ และชลธิชา รณะสมิต</i>
14.40 – 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่างช่วงบ่าย	
15.00 – 15.20 น.	RANC15-066	ผลของสารสกัดหยาบขมิ้นชันต่อไนตริกออกไซด์ และอินดิวิซิเบิลไนตริกออกไซด์ซินเทสของเซลล์สร้างเส้นใยเหนือกมมนุษย์ที่กระตุ้นด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์ในสภาวะน้ำตาลสูง <i>กมลพร บุญยฤทธิ์ ปริมา บุรณสิน และณรงค์ศักดิ์ เหล่าศรีสิน</i>
15.20 – 15.40 น.	RANC15-067	ผลของสารสกัดหยาบขมิ้นชันต่อการแสดงออกของทูเมอร์เนคโครซิสแฟกเตอร์ แอลฟา และอินเตอร์ลิวคิน-1 เบต้าของเซลล์สร้างเส้นใยเหนือกมมนุษย์ที่กระตุ้นด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์ในสภาวะน้ำตาลสูง <i>รพีพรรณ นะภีใจ ปริมา บุรณสิน และณรงค์ศักดิ์ เหล่าศรีสิน</i>
15.40 – 16.00 น.	RANC15-071	ผลของสารสกัดหยาบขมิ้นชันต่อนิวเคลียร์แฟกเตอร์แคปปาบีและพรอสตาแกลนดินอี 2 ของเซลล์สร้างเส้นใยเหนือกมมนุษย์ที่ถูกกระตุ้นด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์ในสภาวะน้ำตาลสูง <i>สุทธิธรา ญาณรังสี ณรงค์ศักดิ์ เหล่าศรีสิน และปริมา บุรณสิน</i>
16.00 – 16.20 น.	RANC15-088	ผลของการเติมนาโนซิลิกาต่อคุณสมบัติทางกลของฐานฟันเทียมที่ผ่านการปรับแต่งด้วยไซเลน <i>ปวีรุฒิ เชาวน์เนาท พรสวรรค์ ธนธรวงศ์ และเกรียงศักดิ์ ไกรวัฒน์วงศ์</i>

ตารางนำเสนอ

กลุ่มพัฒนาชุมชนและสังคม ห้องนำเสนอ B เวลา 13.00 – 16.00 น.

วันพุธที่ 27 เมษายน 2565 (ณ ชั้น 3 โรงแรมแกรนด์ พอร์จูน กรุงเทพฯ)		
เวลา	รหัสบทความ	ชื่อบทความ
13.00 – 13.20 น.	RANC15-020	โคกหนองนา และการพัฒนาทฤษฎีใหม่สู่ชุมชน กรณีศึกษาเครือข่าย นามูนมิ่งต่าย ตำบลราษฎร์เจริญ อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม <i>อรอุมา สิหลาห์น้อย เอี่ยมพร ลอยประดิษฐ์ และวราภรณ์ วิชญรัฐ</i>
13.20 – 13.40 น.	RANC15-021	การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนกลุ่มวิสาหกิจผลิตปลาร้าจังหวัดศรีสะเกษ <i>ปิยฉัตร ทองแพง และจิระนันท์ วงศ์ทัณฑ์</i>
13.40 – 14.00 น.	RANC15-038	การขับเคลื่อนพลังความร่วมมือ จัดตั้งสถาบันการเรียนรู้ของคนทุกช่วงวัย จังหวัด ระยอง ให้เป็นกลไกหลักในการพัฒนาระยะของสู่เมืองแห่งการเรียนรู้ <i>อภิษฐา ทองสะอาด ยິงยง ปุณโณปถัมภ์ เอี่ยมพร ลอยประดิษฐ์ อาบอำไพ รัตนภาณุ และประภาภัทร นิยม</i>
14.00 – 14.20 น.	RANC15-046	การมีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยว ชุมชนบ้านท่าระแนะ อ.เมือง จ.ตราด <i>วิวิธรา ตลับเพชร พชรพล อินทุเวศ ปัญญา ไวยบุญญา ประภัสสร ยอดสง่า ปนัดดา ลากเกิน และบุญธิดา ม่วงศรีเมืองดี</i>
14.40 – 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่างช่วงบ่าย	
15.00 – 15.20 น.	RANC15-047	การยกระดับศักยภาพชุมชนเพื่อรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอปอแก้ว จังหวัดน่าน <i>ผุสดี สายวงศ์ กิตติกรณ์ สมยศ ทิพวรรณ สุขมี นพรัตน์ พิมพ์สุข และสุดารัตน์ อุทรารัตน์</i>
15.20 – 15.40 น.	RANC15-064	มองขบที่จุฬารัตน์พัฒนา 12 ผ่านแนวคิดสิ่งแวดล้อมระบบโลก <i>พัลลภ เมืองแมน และศราวรุช เจ๊ะโสะ</i>

ตารางนำเสนอ

กลุ่มศึกษาศาสตร์ (กลุ่มที่ 1) ห้องนำเสนอ C เวลา 13.00 – 16.00 น.

วันพุธที่ 27 เมษายน 2565 (ณ ชั้น 3 โรงแรมแกรนด์ ฟอรั่ม กรุงเทพฯ)

เวลา	รหัสบทความ	ชื่อบทความ
13.00 – 13.20 น.	RANC15-002	การพัฒนาเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล <i>จตุพล จตุรภัทร และสุพัตรา ชมะบุตรณ์</i>
13.20 – 13.40 น.	RANC15-003	ความตระหนักของผู้ปกครองในการเสริมสร้างภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย โรงเรียน อนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว <i>สุพัตรา อยู่สว่าง ชนิกานต์ ศรีนวล นันทิกา เขิงการณ ปกัสตรา จุฬิม กัลยารัตน์ สุขประสงค์ และขวัญใจ จริยาทัศน์กร</i>
13.40 – 14.00 น.	RANC15-005	ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ที่สัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัย ของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต <i>ธนาคาร ห้วยหงษ์ทอง ปริญญา บัวขาว พรรณพิลาศ กันยาพรเจริญ กุลิสรา คล้ายพงษ์ จุฑามาศ มุลสรูป และขวัญใจ จริยาทัศน์กร</i>
14.00 – 14.20 น.	RANC15-007	ความแตกต่างระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับผลลัพธ์การเรียนรู้กรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ <i>สุบิน พุทโสม และนิตยา ลีโนทัย</i>
14.20 – 14.40 น.	RANC15-009	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ที่เรียนแบบปกติ แบบผสมผสานและแบบออนไลน์ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยขอนแก่นฝ่ายประถมศึกษา (มอดินแดง) <i>ชูเกียรติ ลอองแก้ว</i>
14.40 – 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่างช่วงบ่าย	
15.00 – 15.20 น.	RANC15-010	การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย <i>ชญารัตน์ โภคผล สุวิมล ราชเจริญ พณัฐดา วรวัชร รัชฎญลักษณ์ กองขุนชาติ และขวัญใจ จริยาทัศน์กร</i>
15.20 – 15.40 น.	RANC15-012	การใช้บอร์ดเกมสร้างความสามัคคีในวิชาหน้าที่พลเมือง <i>พรรณทิพย์ เพ็ชรวิจิตร</i>
15.40 – 16.00 น.	RANC15-024	ผลการใช้ชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชา สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ <i>ชัชนะรินทร์ ทับมะเริง พีรวัส อินทวิ และธงไชย สุขแสง</i>

ตารางนำเสนอ

กลุ่มศึกษาศาสตร์ (กลุ่มที่ 2) ห้องนำเสนอ D เวลา 13.00 – 16.00 น.

วันพุธที่ 27 เมษายน 2565 (ณ ชั้น 3 โรงแรมแกรนด์ พอร์จูน กรุงเทพฯ)

เวลา	รหัสบทความ	ชื่อบทความ
13.00 – 13.20 น.	RANC15-070	กลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรี <i>อรรพรรณ น้าชื่น และสายชล จินใจ</i>
13.20 – 13.40 น.	RANC15-072	การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 <i>รัชกร แก้วประดิษฐ์ และสายชล จินใจ</i>
13.40 – 14.00 น.	RANC15-075	ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อ ความสามารถในการทำโครงงานและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักศึกษา สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต <i>จิราภรณ์ ยกอินทร์</i>
14.00 – 14.20 น.	RANC15-076	การศึกษาผลการใช้แอปพลิเคชันในแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษา ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต <i>วิไล สุกุลหอม จิระ จิตสุภา อลงกรณ์ เกิดเนตร และเบญจวรรณ กี่สุขพันธ์</i>
14.20 – 14.40 น.	RANC15-079	การพัฒนาความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการจบบนแท็บเล็ต โดยใช้ เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์ <i>อัญชัชฐา ปิยะจิตติ ชนม์ธิดา ยาแก้ว และรวี ศิริปริชยากร</i>
14.40 – 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่างช่วงบ่าย	
15.00 – 15.20 น.	RANC15-083	ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการ ในพระราชดำริ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ของนิสิตครุศึกษาศาสตร์ <i>บงกช บุญบุรพงค์ วิภา ทองรอด ชัยศาสตร์ คเชนทร์สุวรรณ และสุรศักดิ์ ละลอกน้ำ</i>
15.20 – 15.40 น.	RANC15-045	ภมร :ภาพสะท้อนปัญหาครอบครัว <i>วิระวัลย์ ดีเลิศ พัชรภรณ์ ดวงเนตร และปณัฐ อนุรักษ์ปรีดา</i>
15.40 – 16.00 น.	RANC15-055	แนวทางการพัฒนาหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงอายุ 6-9 ปี ที่ส่งเสริมทักษะ การอยู่ร่วมกันในสังคม <i>อาจารย์อนุสรณ์ ติไหว่</i>

ตารางนำเสนอ

กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพและเทคโนโลยี ห้องนำเสนอ E เวลา 8.30 – 11.30 น.

วันพฤหัสบดีที่ 28 เมษายน 2565 (ณ ห้อง Conference Room R3 ชั้น 2 โรงแรมแกรนด์ พอร์จูน กรุงเทพฯ)		
เวลา	รหัสบทความ	ชื่อบทความ
8.30 - 8.50 น.	RANC15-085	ผลกระทบของความเข้มข้นไฟฟ้าและจำนวนพัลส์ต่อปริมาณฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของบอระเพ็ด (<i>Tinospora crispa</i>) <i>เพ็ญวรัตน์ พันธรักรชัย จรรยาวรรณ ต. วุฒิจำนงค์ และมณีนรัตน์ เมืองใจ</i>
8.50 – 9.10 น	RANC15-016	ผลของสารสกัดหยาบจากกระชายแดง และกระชายเหลือง ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคผิวหนังบางชนิด <i>วิมลรัตน์ พจน์ไตรทิพย์ วาสนา ประภาเลิศ และอ้อมหทัย ดีแท้</i>
9.10 – 9.30 น	RANC15-018	ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด โดยสารสกัดหยาบของขมิ้นชัน (<i>Curcuma longa</i> L.) และข่า (<i>Alpinia galanga</i> (L.) Willd.) จากอำเภอดำรง จังหวัดเชียงใหม่ <i>อ้อมหทัย ดีแท้ ทนงศักดิ์ ปาระมีศรี และนุสรินทร์ อินคำ</i>
9.30 – 9.50 น	RANC15-026	การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการเตรียม ทดสอบ และปรับปรุงสมบัติของฟิล์มใหม่ไฟโบรอินจากรังไหมสีขาว โดยเติมสารกลีเซอรอล <i>ณัฐนรี ศิระพรหม และสุปราณี แก้วภิรมย์</i>
9.50 – 10.10 น	RANC15-029	การออกแบบอนุพันธ์คูมารินชนิดใหม่เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แองจิโอเทนซิน-คอนเวอร์ติง (เอซีอี) <i>กิงกาญจน์ มาตย์วงแสง ปิยาภรณ์ อรุณศิริโรจน์ โยธิน พวงสันเทียะ และพรทิพย์ บุญศรี</i>
10.10 – 10.30 น	RANC15-033	ผลของกลีเซอรอลต่อสมบัติของฟิล์มใหม่จากรังไหมพันธุ์ไทยสีเหลือง <i>ศิริวรรณ วงศ์พยัคฆ์ และสุปราณี แก้วภิรมย์</i>
10.30 – 10.50 น	พักรับประทานอาหารว่างช่วงเช้า	
10.50 – 11.10 น	RANC15-073	การศึกษาคความซุกของอาการปวดเข่าทางด้านหน้าด้วยแบบประเมินตนเองในผู้ใหญ่ไทยตอนต้น <i>สันติรุจ ไชยหิรัญการ กฤตยชญ์ไพศาลอนันตกิจ ชญานิศ บุญย้อย วีรยา โนนอินทร์ และชัชฎา ชินกุลประเสริฐ</i>
11.10 – 11.30 น	RANC15-074	การประยุกต์ใช้ไฮโดรเจลดูดซึมน้ำยั้งยวดจากพอลิโพแทสเซียมอะคริเลตสำหรับกักเก็บน้ำทางการเกษตร <i>วิไลพร ไกรสุวรรณ พงศ์พล พรหมสรปสันน์ และภัทรลภา บุรณศิลป์</i>

ตารางนำเสนอ

กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ห้องนำเสนอ F เวลา 8.30 – 11.50 น.

วันหยุดห้สบัติที่ 28 เมษายน 2565 (ณ ห้อง Conference Room R2 ชั้น 2 โรงแรมแกรนด์ ฟอรัจูน กรุงเทพฯ)		
เวลา	รหัสบทความ	ชื่อบทความ
8.30 – 8.50 น	RANC15-011	การศึกษาถึงปัจจัยด้านคุณค่าที่รับรู้ที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟ Stand Alone แบบ Non-F Franchise ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE <i>ภาณุวัฒน์ คชสิงห์ และศศิประภา พันธนาเสวี</i>
8.50 – 9.10 น	RANC15-023	การพยากรณ์ราคาสกุลเงินยูโรโดยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง <i>จิรายุทธ เจริญ สิทธิเดช สารจันทร์ อนุพงศ์ สุขประเสริฐ และธัญญธร ศรีวิเชียร</i>
9.10 – 9.30 น	RANC15-031	แนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทย <i>พงษ์ศักดิ์ ผกามาต อาศิรา ราชเวียง โสภิตา สัมปัตติกร สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล ปัญญา ศิริมาศ และรัชดา ภักดียิ่ง</i>
9.30 – 9.50 น	RANC15-032	ข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์สำหรับการจัดการธุรกิจสมาร์ตฟาร์มที่มีประสิทธิภาพเพื่อการพัฒนาประเทศไทย <i>พงษ์ศักดิ์ ผกามาต อาศิรา ราชเวียง โสภิตา สัมปัตติกร สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล ปัญญา ศิริมาศ และพล.ต.ต.วิบูลย์ ผกามาต</i>
9.50 – 10.10 น	RANC15-036	การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทน: กรณีศึกษาการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนครราชสีมา <i>ประภาพร ยางประยงค์ และนุรฮัยนา อีบุหามะ</i>
10.10 – 10.30 น	RANC15-049	คุณภาพการให้บริการที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค กรณีศึกษาธุรกิจชาไข่มุกอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ <i>ทิพย์สุดา คงเมือง อัจฉิมา สมบัติปัน และจรรยาภรณ์ บุญพยอม</i>
10.30 – 10.50 น		พักรับประทานอาหารว่างช่วงเช้า
10.50 – 11.10 น	RANC15-053	พฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ <i>อัจฉิมา สมบัติปัน จิตदनัย คณะบุตร และทิพย์สุดา คงเมือง</i>
11.10 – 11.30 น	RANC15-054	พฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษายุค GenZ ในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ <i>มัจรี สุพรรณ และจักรพันธ์ จันทร์เขียว</i>
11.30 – 11.50 น.	RANC15-056	การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง : กรณีศึกษา บริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด <i>วิรัช กาพภักดี ศุภกิจ กมลนาวัน และพศิน พรหมใจ</i>

ตารางนำเสนอ

กลุ่มศึกษาศาสตร์ (กลุ่มที่ 1) ห้องนำเสนอ G เวลา 8.30 – 11.30 น.

วันหยุดสัปดาห์ที่ 28 เมษายน 2565 (ณ ห้อง Conference Room R1 ชั้น 2 โรงแรมแกรนด์ พอร์จูน กรุงเทพฯ)		
เวลา	รหัสบทความ	ชื่อบทความ
8.30 – 8.50 น	RANC15-027	การพัฒนาทักษะการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 <i>พรรณิ แพงทิพย์ และสิทธิชัย แพงทิพย์</i>
8.50 – 9.10 น	RANC15-069	พัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 <i>สุจิน เปี่ยมอริยธน และสายชล จินใจ</i>
9.10 – 9.30 น	RANC15-040	พัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิค การจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 <i>ปริษา ศรีทองเชศ และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ</i>
9.30 – 9.50 น	RANC15-043	พัฒนาซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษา <i>สายชล จินใจ และจิตเกษม พัฒนาศิริ</i>
9.50 – 10.10 น	RANC15-044	พัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 <i>น้ำฝน คุณเจริญไพศาล วิณา ทองรอด ธัญรัตน์ ธรรมนิยม ปาจารย์ กุลแก้ว และสุพศิน ฉัตรแก้ว</i>
10.10 – 10.30 น	RANC15-050	ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 <i>นิติณัฐ รักร้อย และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ</i>
10.30 – 10.50 น	พักรับประทานอาหารว่างช่วงเช้า	
10.50 – 11.10 น	RANC15-059	สื่อการสอน ชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัยด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลริตี้ กรณีศึกษา โรงเรียนนิมิตศึกษา <i>สุกัญญา หนองกาวิ ภาณุวัฒน์ แสงโสด และวันนิสา เด่นสม</i>
11.10 – 11.30 น	RANC15-060	พัฒนารูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 <i>กนกรัตน์ คำสมบัติ</i>

ตารางนำเสนอ

กลุ่มศึกษาศาสตร์ (กลุ่มที่ 2) ห้องนำเสนอ H เวลา 8.30 – 11.10 น.

วันพฤหัสบดีที่ 28 เมษายน 2565 (ณ ห้อง Silver 3 ชั้น B โรงแรมแกรนด์ พอร์จูน กรุงเทพฯ)		
เวลา	รหัสบทความ	ชื่อบทความ
8.30 – 8.50 น	RANC15-028	การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร <i>อดุลย์ ไชยเสนา และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ</i>
8.50 – 9.10 น	RANC15-030	องค์ประกอบและแนวทางของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป <i>สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล อาศิรา ราชเวียง พล.ต.ต.วิบูลย์ ผกามาศ สำเร็จ อ่อนสัมพันธ์ ตรีณี ปัญจรัตน์กร และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ</i>
9.10 – 9.30 น	RANC15-034	การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการวิจัยของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย <i>รัตนพร จิตรนพรัตน์</i>
9.30 – 9.50 น	RANC15-063	การพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 <i>พชรมน ฉุยเข้มชื่น และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ</i>
9.50 – 10.10 น	RANC15-051	การพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน <i>สิริมาตย์ เจริญศรี และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ</i>
10.10 – 10.30 น	RANC15-052	การพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 <i>นพรัตน์ ยุคเกษมวงศ์ และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ</i>
10.30 – 10.50 น		พักรับประทานอาหารว่างช่วงเช้า
10.50 – 11.10 น	RANC15-062	การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคดาเยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 <i>กิตติภักดิ์ วรชินา และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ</i>

ตารางนำเสนอ

กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพและเทคโนโลยี ห้องนำเสนอ I เวลา 13.00 – 14.40 น.

วันพฤหัสบดีที่ 28 เมษายน 2565 (ณ ห้อง Conference Room R3 ชั้น 2 โรงแรมแกรนด์ พอร์จูน กรุงเทพฯ)		
เวลา	รหัสบทความ	ชื่อบทความ
13.00 – 13.20 น.	RANC15-008	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชจากถั่วแดงผสมถั่วเหลือง โดยใช้สารสกัดหญ้าหวาน <i>วัฒนา วิริวุฒิกิจ</i>
13.20 – 13.40 น.	RANC15-015	การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางอกต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส <i>จิระนันท์ วงศ์ทัญญู อภิญญา ภูมิสายตอน ปิยฉัตร ทองแพง ศุภักษร มาแสวง และจันจิรา ชาติมนตรี</i>
13.40 – 14.00 น.	RANC15-019	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เมอแรงค์น้ำตาลต่ำเสริมมัลเบอร์รี่ผงเพื่อสุขภาพ <i>ครองจิต วรรณวงศ์ ศีลวัตร สาธร จิราภรณ์ ต่ายลีลาศ และเอรีน่า ไทบิตะ</i>
14.00 – 14.20 น.	RANC15-041	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพดและนมถั่วเหลือง <i>วัฒนา วิริวุฒิกิจ</i>
14.20 – 14.40 น.	RANC15-058	การคัดเลือก การจัดจำแนกแบคทีเรียแล็กติกโพรไบโอติก จากผลิตภัณฑ์ ปลาหมักในประเทศไทย โดยเทคนิคทางด้านจุลชีววิทยาและเทคนิคพอลิเมอร์ เรสเซนซ์แอกชั่น <i>มณฑล เลิศคณาวณิชกุล ชุติมา ชัยสงคราม ศิริขวัญ ไชยวัฒน์ สลิลทิพย์ มุสิกะอินทร์ และอัญชัญ แซ่เจี๋ย</i>
14.40 – 15.00 น.		พักรับประทานอาหารว่างช่วงบ่าย

ตารางนำเสนอ

กลุ่มนวัตกรรมและงานสร้างสรรค์ ห้องนำเสนอ J เวลา 13.00 – 14.40 น.

วันพฤหัสบดีที่ 28 เมษายน 2565 (ณ ห้อง Conference Room R1 ชั้น 1 โรงแรมแกรนด์ พอร์จูน กรุงเทพฯ)		
เวลา	รหัสบทความ	ชื่อบทความ
13.00 – 13.20 น.	RANC15-025	การศึกษาการผลิตแผ่นบล็อกกันกระแทกจากฟางข้าวและยางพาราเป็นวัสดุปูพื้นเพื่อใช้ในอาคารสำหรับผู้สูงอายุและเด็กเล็ก <i>ศิวัตร์ สารธ ศิริกันยา เลาสุวรรณ รัชนีวรรณ สันลาด ธนาวุฒิ มุลภาค และรวีภา อินทจักร</i>
13.20 – 13.40 น.	RANC15-080	การออกแบบบรรจุภัณฑ์สบู่นาฬิกาที่สะท้อนอัตลักษณ์วิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืน จังหวัดปราจีนบุรี <i>นพวัลย์ จงเกษมวงศ์ ปัญญา ไวยบุญญา สมศักดิ์ เหมะรักษ์ และบุญธิดา ม่วงศรีเมืองดี</i>
13.40 – 14.00 น.	RANC15-082	การพัฒนาอาหารเลี้ยงเสริมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวนิเวศเลนสายไมโครสปอรา <i>ฉันทกร จันทโสภณ ธัญญลักษณ์ คงใต้ บงกช บุญบุรพงค์ ทรงกลด ไบยา อาภรณ์ บัวหลวง และสุรศักดิ์ ละลอกน้ำ</i>
14.00 – 14.20 น.	RANC15-084	การลดการสูญเสียของการผลิตเครื่องประดับ:กรณีศึกษาผลของการเปรียบเทียบเทคโนโลยีกระบวนการหล่อ <i>อดิรุจ พีรวัฒน์ ภาวัต อุปถัมภ์เชื้อ ณัฐพงษ์ คงประเสริฐ รุ่งอรุณ สุวรรณชาโต และ ขจีพร วงศ์ปรีดี</i>
14.20 – 14.40 น.	RANC15-086	การศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกาบกล้วย <i>โสภิตา วิศาลศักดิ์กุล และอรวัลย์ อุปถัมภานนท์</i>
14.40 – 15.00 น.		พักรับประทานอาหารว่างช่วงบ่าย

สารบัญ

	หน้า
RANC15-002: การพัฒนาเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล จตุพล จตุรภัทร และสุพิศรา ชะมะบุตรณี	1 - 11
RANC15-003: ความตระหนักของผู้ปกครองในการเสริมสร้างภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย โรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว สุพิศรา อยู่สว่าง ชนนิกันต์ ศรีนวล นันทิกา เเชิงการณ์ ปภัสสร จุฬลิม กัลยารัตน์ สุขประสงค์ และขวัญใจ จริยาทัศน์กร	12 - 22
RANC15-005: ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ที่สัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัย ของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ธนากร ห้วยหงษ์ทอง ปริญญา บัวขาว พรรณพิลาศ กัญญาพรเจริญ กุลิสรา คล้ายพงษ์ จุฑามาศ มุลสรูป และขวัญใจ จริยาทัศน์กร	23 - 34
RANC15-007: ความแตกต่างระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ สุบิน พุทโสม และนิตยา ลีโนทัย	35 - 47
RANC15-008: การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชจากถั่วแดงผสมถั่วเหลืองโดยใช้สารสกัด หญ้าหวาน วัฒนา วิริวุฒิกกร	48 - 60
RANC15-009: การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ที่เรียนแบบปกติ แบบผสมผสานและแบบออนไลน์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายประถมศึกษา (มอดินแดง) ชูเกียรติ ลอองแก้ว	61 - 72
RANC15-010: การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย ชญญารัตน์ โภคผล สุวิมล ราชเจริญ พณัฐตา วรวัชร์ ัญญลักษณ์ กงขุนชาติ และขวัญใจ จริยาทัศน์กร	73 - 86

- RANC15-011:** การศึกษาถึงปัจจัยด้านคุณค่าที่รับรู้ที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษาร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE
ภาณุวัฒน์ คชสิงห์ และศศิประภา พันธนาเสวี 87 – 97
- RANC15-012:** การใช้บอร์ดเกมสร้างความสามัคคีในวิชาหน้าที่พลเมือง
พรรณทิพย์ เพ็ชรวิจิตร 98 - 108
- RANC15-013:** ความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดของเรซินอะคริลิกที่เสริมแรงด้วยนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่
พิชญา พงษ์สุขเจริญกุล และพรสวรรค์ ธนธรวงศ์ 109 - 118
- RANC15-015:** การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางงอกต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส
จิระนันท์ วงศ์ทัตญญ อภิญญา ภูมิสายดอน ปิยฉัตร ทองแพง ศุภักษร มาแสวง และจันจิรา ซาติมมนตรี 119 - 126
- RANC15-016:** ผลของสารสกัดหยาบจากกระชายแดง และกระชายเหลืองต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคผิวหนังบางชนิด
วิมลรัตน์ พจน์ไตรทิพย์ วาสนา ประภาเลิศ และอ้อมหทัย ดีแท้ 127 - 138
- RANC15-017:** การพัฒนาโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจในการรักษาทางทันตกรรมสำหรับผู้ป่วยสูงอายุ โดยใช้เทคนิคเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก
ณสุดา หงสวินตกุล และพรสวรรค์ ธนธรวงศ์ 139 - 151
- RANC15-018:** ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด โดยสารสกัดหยาบของขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) และข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) จากอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่
อ้อมหทัย ดีแท้ ทนงศักดิ์ ปาระมีศรี และนุสรินทร์ อินคำ 152 - 163
- RANC15-019:** การพัฒนาผลิตภัณฑ์เมอแรงค์น้ำตาลต่ำเสริมมัลเบอร์รี่ผงเพื่อสุขภาพ
ครองจิต วรณวงค์ ศีลวัตร สาทร จิราภรณ์ ต่ายลีลาศ และเอรีนา โทบิตะ 164 - 175

- RANC15-020:** โลก หนอง นา และการพัฒนาทฤษฎีใหม่สู่ชุมชน กรณีศึกษาเครือข่ายนาหมุนมิ่งต่ายาย 176 - 188
ตำบลราษฎรเจริญ อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
อรอุมา ลีหล้าน้อย เอี่ยมพร ลอยประดิษฐ์ และวารารณ วิชาญรัฐ
- RANC15-021:** การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนกลุ่มวิสาหกิจผลิตปลาร้าจังหวัดศรีสะเกษ 189 - 195
ปิยฉัตร ทองแพง และจีระนันท์ วงศ์ทัญญู
- RANC15-023:** การพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอพร้อมด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง 196 - 208
จิรายุทธ เจริญ สิทธิเดช สารจันทร์ อนุพงศ์ สุขประเสริฐ และธัญญธร ศรีวิเชียร
- RANC15-024:** ผลการใช้ชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราช สำหรับนักศึกษา 209 - 218
ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ชัยนะรินทร์ ทับมะเรียง พีรวัส อินทวิ และธงไชย สุขแสง
- RANC15-025:** การศึกษาการผลิตแผ่นบล็อกจากฟางข้าวและยางพาราเป็นวัสดุปูพื้นเพื่อใช้ในอาคาร 219 - 230
สำหรับผู้สูงอายุและเด็กเล็ก
ศีลวัตร สาร ศิริกันยา เลาสวรรณ์ 1 รัชนีวรรณ สันลาด ธนาวุฒิ มุลกาศ และรวีภา อินทจักร
- RANC15-026:** การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการเตรียม ทดสอบ และปรับปรุงสมบัติ 231 - 241
ของฟิล์มโพลีเอทิลีนจากรงไหมสีขาว โดยเติมสารกลีเซอรอล
ณัฐนรี ศิระพรหม และสุปราณี แก้วภิรมย์
- RANC15-027:** การพัฒนาทักษะการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข 242 - 253
เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
พรรณี แพงทิพย์ และสิทธิชัย แพงทิพย์
- RANC15-028:** การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัล 254 - 269
สำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร
อดุลย์ ไชยเสนา และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ
- RANC15-029:** การออกแบบอนุพันธ์คুমารินชนิดใหม่เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แองจิโอเทนซิน- 270 - 282
คอนเวอร์ติง (เอซีอี)
กิงกาญจน์ มาตย์วังแสง ปิยาภรณ์ อรุณศิริโรจน์ โยธิน พวงสันเทียะ และพรทิพย์ บุญศรี

- RANC15-030:** องค์ประกอบและแนวทางของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน 283 - 297
ในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่ และวิถีถัดไป
สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล อาศิรา ราชเวียง วิบูลย์ ผกามาศ สำเร็จ อ่อนสัมพันธ์ ดรุณี ปัญจรัตนาก
และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ
- RANC15-031:** แนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพ 298 - 315
ภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทย
พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ โสภิตา สัมปัตติกร สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล
ปัญญา ศิริมาศ และรัชดา ภัคดียิ่ง
- RANC15-032:** ข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์สำหรับการจัดการธุรกิจสมาร์ตฟาร์มที่มีประสิทธิภาพ 316 - 330
เพื่อการพัฒนาประเทศไทย
พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ อาศิรา ราชเวียง โสภิตา สัมปัตติกร สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล ปัญญา ศิริมาศ
และวิบูลย์ ผกามาศ
- RANC15-033:** ผลของกลีเซอรอลต่อสมบัติของฟิล์มใหม่จากรังไหมพันธุ์ไทยสีเหลือง 331 - 340
ศิริวรรณ วงศ์พยัคฆ์ และสุปราณี แก้วภิรมย์
- RANC15-034:** การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการวิจัยของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย 341 - 350
สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย
รัตนาพร จิตรนพรัตน์
- RANC15-036:** การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทน: กรณีศึกษาการเลี้ยงนกเขาขาวในจังหวัดนราธิวาส 351 - 364
ประภาพร ยางประยงค์ และนุรอัยนา อีบุหามะ
- RANC15-037:** ประสิทธิภาพของซิลิกาจากแกลบในการยับยั้งการเกาะติดของเชื้อ 365 - 375
แคนดิดาอัลบีแคนส์บนฐานพื้นเทียมชนิดเรซินอะคริลิก
สิทธิพันธ์ สุปิยพันธุ์ พรสวรรค์ ธนธรวงศ์ และดวงพร ศรีสุภาพ
- RANC15-038:** การขับเคลื่อนพลังความร่วมมือ จัดตั้งสถาบันการเรียนรู้ของคนทุกช่วงวัยจังหวัดระยอง 376 - 387
ให้เป็นกลไกหลักในการพัฒนาระยะของสู่เมืองแห่งการเรียนรู้
อภิษฎา ทองสอาด ยິงยง ปุณโณปถัมภ์ เอี่ยมพร ลอยประดิษฐ์ อาบอำไพ รัตนภาณุ
และประภาภัทร นิยม

- RANC15-040:** การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทย 388 – 402
ด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ปรีชา ศรีทองเชศ และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ
- RANC15-041:** การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพดและนมถั่วเหลือง 403 – 414
วัฒนา วิริวุฒิกกร
- RANC15-043:** การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ 415 - 427
เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษา
ยุพิน พิพัฒน์พวงทอง
- RANC15-044:** การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหาร 428 – 443
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
น้ำฝน คุณเจริญไพศาล วิณา ทองรอด ธิฏฐารัตน์ ธรรมนิยม ปาจริย์ กุลแก้ว และสุพศิน ฉัตรแก้ว
- RANC15-045:** ภมร :ภาพสะท้อนปัญหาครอบครัว 444 – 455
วิระวัลย์ ดีเลิศ พัชรภรณ์ ดวงเนตร และปณัฐ อนุรักษ์ปรีดา
- RANC15-046:** การมีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยว 456 – 466
ชุมชนบ้านท่าระแนะ อ.เมือง จ.ตราด
รวีสร่า ตลับเพชร พชรพล อินทุเวศ ปัญญา ไวยบุญญา ประภัสสร ยอดสง่า ปณิตดา ลากเกิน
และบุญธิดา ม่วงศรีเมืองดี*
- RANC15-047:** การยกระดับศักยภาพภาพชุมชนเพื่อรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอป่าแกว 467 – 476
จังหวัดน่าน
สุสดี สายวงศ์ และสุदारัตน์ อุทธารัตน์
- RANC15-049:** คุณภาพการให้บริการที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค กรณีศึกษารัฐกิจซาไม่มูก 477 - 487
อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
ทิพย์สุดา คงเมือง อัจจิมา สมบัติปิ่น และจรรยาภรณ์ บุญพยอม

- RANC15-050:** การพัฒนาบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์
ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
นิติณัฐ รักจ้อย และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ 488 – 500
- RANC15-051:** การพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครู
และบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
สิริมาตย์ เจริญศรี และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ 501 – 514
- RANC15-052:** การพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้
เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
นพรัตน์ ยุคเกษมวงศ์ และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ 515 – 530
- RANC15-053:** พฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบล
หนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 531 – 539
อัจจิมา สมบัติปิ่น จิตदनัย คณะบุตร และทิพย์สุตา คงเมือง
- RANC15-054:** พฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษายุค GenZ ในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์
จังหวัดนครสวรรค์ 540 – 553
มัจรี สุพรรณ และจักรพันธ์ จันทร์เขียว
- RANC15-055:** แนวทางการพัฒนาหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงอายุ 6-9 ปี
ที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม 554 – 566
อนุสรรา ดีไหว้
- RANC15-056:** การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการ
ของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง: กรณีศึกษา บริษัท ตาตง
นครสวรรค์ จำกัด 567 - 579
วิรัช กาฬภักดี สุภกิจ กมลนาวัน และพศิน พรหมใจ
- RANC15-057:** ความสัมพันธ์ของอาการปากแห้งและอัตราการหลั่งน้ำลายในผู้ป่วยโรคเบาหวาน
ในช่องปาก 580 - 590
วริศา อัสภักทพันธ์ ลีนิภัทร์ ตลิ่งจิตร พิมพ์พร จิรวะวงศ์สกุล และภัทรายุ แต่บรรพกุล

- RANC15-058:** การคัดเลือก การจัดจำแนกแบคทีเรียแลกดิกโพรไบโอติก จากผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
ในประเทศไทย โดยเทคนิคทางด้านจุลชีววิทยา และเทคนิคพอลิเมอร์เรสเซนรีแอกชัน
มณฑล เลิศคนวานิชกุล ชุตติมา ชัยสงคราม ศิริขวัญ ไชยวัฒน์ สลิลทิพย์ มุสิกะอินทร์
และอัฐฐชัย แซ่เจ็ย² 591 - 603
- RANC15-059:** การพัฒนาสื่อการสอน ชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย
ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลริตี้ กรณีศึกษา โรงเรียนนินิตศึกษา
สุกัญญา ทองกาวิ ภาณุวัฒน์ แสงโสด และวันนิสา เต๋นสม 604 - 612
- RANC15-060:** การพัฒนารูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน
เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
กนกรัตน์ คำสมบัติ 613 - 625
- RANC15-061:** การสร้างไปโอฟิล์มในเชื้อเอ็นเตอร์โรค็อคซัยที่ดื้อยาแวนโคไมซิน
ในโรงพยาบาลระดับตติยภูมิภาคใต้ของประเทศไทย
พันธวีศรี แสงสุวรรณ กมนันท์ คิงฆมานันท์ สุนทรา กาวิละ และชลธิชา รมยะสมิต 626 - 635
- RANC15-062:** การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตยา
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
กิตติศักดิ์ วรชินา และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ 636 - 648
- RANC15-063:** การพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์
ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
พชรมน จุ้ยเข้มชื่น และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ 649 - 662
- RANC15-064:** มองขยะที่จุฬารณ์พัฒนา 12 ผ่านแนวคิดสิ่งแวดล้อมระบบโลก
พัลลภ เมืองแมน และศราวุธ เจ๊ะโส๊ะ 663 - 675
- RANC15-066:** ผลของสารสกัดหยาบขมิ้นชันต่อไนตริกออกไซด์ และอินดิวิซิเบิลไนตริกออกไซด์
ซินเทสของเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ที่กระตุ้นด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์ในสภาวะน้ำตาลสูง
กมลพร บุญยฤทธิ์ ปริมา บุรณสิน และณรงค์ศักดิ์ เหล่าศรีสิน 676 - 686

- RANC15-067:** ผลของสารสกัดหยาบขมิ้นชันต่อการแสดงออกของทูเมอร์เนคโครซิสแฟกเตอร์ 687 - 697
แอลฟา และอินเตอร์ลิวคิน-1 เบต้าของเซลล์สร้างเส้นใยเหนือกมมนุษย์ที่กระตุ้นด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์
ในสภาวะน้ำตาลสูง
รพีพรรณ นะภีใจ ปริมา บุณณสิน และณรงค์ศักดิ์ เหล่าศรีสิน
- RANC15-069:** การพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้ 698 - 710
แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
สุจิน เปี่ยมมอริยธน และสายชล จินใจ
- RANC15-070:** กลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 711 - 722
ของครูโรงเรียนสิงห์บุรี
อรวรรณ ฉ่ำชื่น และสายชล จินใจ
- RANC15-071:** ผลของสารสกัดหยาบขมิ้นชันต่อนิวเคลียร์แฟกเตอร์แคปปาบีและพรอสตาแกลนดินอี 2 723 - 733
ของเซลล์สร้างเส้นใยเหนือกมมนุษย์ที่ถูกกระตุ้นด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์ในสภาวะน้ำตาลสูง
สุทธิธร ญาณรังสี ณรงค์ศักดิ์ เหล่าศรีสิน และปริมา บุณณสิน
- RANC15-072:** การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ 734 - 745
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ธัชกร แก้วประดิษฐ์ สายชล จินใจ
- RANC15-073:** การศึกษาความชุกของอาการปวดเข่าทางด้านหน้าด้วยแบบประเมินตนเอง 746 - 754
ในผู้ใหญ่ไทยตอนต้น
สันติรุจ ไชยหิรัญการ กฤตยชญ์ไพศาลอนันตกิจ ชญานิศ บุญย้อย วีรยา โนนอินทร์
และชัชฎา ชินกุลประเสริฐ
- RANC15-074:** การประยุกต์ใช้ไฮโดรเจลดูดซับน้ำยิ่งยวดจากพอลิโพแทสเซียม 755 - 764
อะคริเลตสำหรับกักเก็บน้ำทางการเกษตร
วิไลพร ไกรสุวรรณ พงศ์พล พรหมสรปสันน์ และภัทรลภา บุณณศิลป์

- RANC15-075:** ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อ
ความสามารถในการทำโครงงานและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี
ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
จิราภรณ์ ยกอินทร์ 765 – 777
- RANC15-076:** การศึกษาผลการใช้แอปพลิเคชันในแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษา
ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต
วีณัฐ สกกุลหอม จิระ จิตสุภา อลงกรณ์ เกิดเนตร และเบญจวรรณ กี่สุขพันธ์ 778 – 796
- RANC15-079:** การพัฒนาความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชัน
การจบบันทึก โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานของนักศึกษา
สาขาวิชาการศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์
อัญชัชฐา ปิยะจิตติ ชนม์ริดา ยาแก้ว และรวี ศิริปริชยากร 797 – 806
- RANC15-080:** การออกแบบบรรจุภัณฑ์สบู่นานาที่สะท้อนอัตลักษณ์วิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนา
เพื่อพลังงานที่ยั่งยืน จังหวัดปราจีนบุรี
นพวัลย์ จงเกษมวงศ์ ปัญญา ไวยบุญญา สมศักดิ์ เหมะรักษ์ และบุญธิดา ม่วงศรีเมืองดี 807 - 817
- RANC15-082:** การพัฒนาอาหารเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวนิตเส้นสายไมโครสปอรา
เสริมด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร
ธันวกร จันทโสภณ ชาญลักษณ์ คงไต้ บงกช บุญบุรพงค์ ทรงกลด ไบยา อภรณ์ บัวหลวง
และสุรศักดิ์ ละลอกน้ำ 818 – 831
- RANC15-083:** ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับชุดการเรียนรู้
เรื่อง โครงการในพระราชดำริต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถ
ในการสร้างนวัตกรรมของนิสิตครุศึกษาศาสตร์
บงกช บุญบุรพงค์ วิภา ทองรอด ชัยศาสตร์ คเชนทร์สุวรรณ และสุรศักดิ์ ละลอกน้ำ 832 – 842
- RANC15-084:** การลดการสูญเสียของการผลิตเครื่องประดับ:กรณีศึกษาผลของการเปรียบเทียบ
เทคโนโลยีกระบวนการหล่อ
อดิรุจ พีรวัฒน์ ภาวัต อุปลัมภ์เชื้อ ณัฐพงษ์ คงประเสริฐ รุ่งอรุณ สุวรรณชาติ และขจีพร วงศ์ปรีดี¹ 843 – 854

- RANC15-085:** ผลกระทบของความเข้มสนามไฟฟ้าและจำนวนพัลส์ต่อปริมาณฟีนอลิก
ฟลาโวนอยด์ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของบอระเพ็ด (*Tinospora crispa*)
เพ็ญวรัตน์ พันธุ์ทรัพย์ จรรย์วรรณ ต. วุฒิจำนงค์ และมณีรัตน์ เมืองใจ 855 – 865
- RANC15-086:** การศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นวัตถุคืบสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ
จากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย
โสภิตา วิศาลศักดิ์กุล และอรวัลภ์ อุปลัมภานนท์ 866 – 879
- RANC15-088:** ผลของการเติมนาโนซิลิกาต่อคุณสมบัติทางกลของฐานฟันเทียมที่ผ่านการปรับแต่ง
ด้วยไซเลน
ปริญญ์ เชาวน์นาท พรสวรรค์ ธนธรวงศ์ และเกรียงศักดิ์ ไกรวัฒนวงศ์ 880 – 887

RANC15-002 การพัฒนาเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล A DEVELOPMENT OF GAME VIA WEB APPLICATION OF PHYSICS SUBJECT ON FLUID MECHANICS

**จตุพล จตุรภัทร* สุพัตตรา ชะมะบุตรณ์
Jatuphol Jaturatpat*, Supatra Shamaboon**

ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี
Merchant Marine Training Centre.

*Corresponding author, E-mail: jatuphol@outlook.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล หาประสิทธิภาพของเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และหาความพึงพอใจของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ที่มีต่อเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี ที่ลงทะเบียนรายวิชาฟิสิกส์ 1 ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 62 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย เกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล แบบทดสอบท้ายบทเรียน แบบสอบถามประสิทธิภาพของเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชันและแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ที่มีต่อเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชันการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า ได้เกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล ประสิทธิภาพของเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชันวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยรวมอยู่ในระดับมาก คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ มีความพึงพอใจต่อเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชันวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: เกม เว็บแอปพลิเคชัน ฟิสิกส์

Abstract

The purposes of this research were to develop a game via web application of Physics subjects on fluid mechanics, to evaluate the efficiency of the game via web application, to study the learning achievement of Physics and to study the satisfaction of Merchant Marine Cadets to the game via web application. The samples consisted of 62 cadets enrolling for Physics 1 in the first semester of 2021. The research instruments were: the game via web application, the achievements test, questionnaire to measure the efficiency of the game via web application, and questionnaire to measure the satisfaction of Merchant Marine Cadets towards game via web application. The data were analyzed using means, standard deviation, and t-test. The results were as followed. The game via web application of Physics

subjects on fluid mechanics was obtained, The efficiency of the game via web application was very high, The average students' achievement after using game via web application of Physics subjects on fluid mechanics was significantly higher than 80 percent at 0.05 significant level, and the satisfaction of Merchant Marine Cadets on game via web application of Physics subjects on fluid mechanics was very high.

Keywords: Game, Web Application, Physics

บทนำ

ในยุคที่ข้อมูลข่าวสาร เนื้อหาความรู้อยู่บนคลาวด์มากมาย การเรียนการสอนแบบมุ่ง “ใส่” เนื้อหาให้ผู้เรียน (Input-Based Education) โดยวิธีการ “บรรยาย” ให้ฟัง และบังคับให้จำด้วยการ “สอบ” เป็นการปิดกั้นความคิดของผู้เรียน สำหรับผู้เรียนในยุคนี้ต้องปรับเป็นมุ่งผลลัพธ์ (Outcome-Based Education) โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered) และอาจารย์เป็นผู้จัดกระบวนการ “เรียนรู้” [1] ผ่านกิจกรรมโดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลเป็นเนื้อหาที่มีความเชื่อมโยง ค่อนข้างซับซ้อนและทำความเข้าใจได้ยาก สาเหตุส่วนใหญ่มาจากผู้เรียนไม่อยากเรียน ไม่มีความสนใจในการเรียนรู้ แม้ว่าเนื้อหาของรายวิชาเป็นวิชาพื้นฐานที่ทุกคนควรรู้ แต่การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ส่วนใหญ่ ผู้สอนมุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีคำนวณ ท่องจำเนื้อหาและสูตรมากกว่าให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยากต่อการเรียนรู้ และเข้าใจในเนื้อหา

ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดว่าการเรียนรู้ผ่านเกม หรือ Games-Based Learning (GBL) เป็นสื่อในการเรียนรู้แบบหนึ่ง ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้มีความสนุกสนานไปพร้อมๆ กับการได้รับความรู้ [2] มีความท้าทายทำให้การเรียนรู้ไม่น่าเบื่อ และจากงานวิจัยของพิสมัย หาญมงคลพิพัฒน์ [3] การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบเกมคาซูท! กับกลุ่มตัวอย่างนิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ด้วยระบบกิจกรรมผ่านสมาร์ตโฟนหรืออุปกรณ์พกพาของนิสิต พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบเกมคาซูท! เป็นวิธีการสอนที่แปลกใหม่แตกต่างจากการสอนแบบเดิม ๆ ทำให้การเรียนเกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน ได้ความรู้และจำเนื้อหาได้ง่าย

และเนื่องจากผู้วิจัยมีสื่อการสอนในรูปแบบเว็บไซต์ Physics-Web-Learning ที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวีอยู่แล้ว ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาในส่วนของระบบการเล่นผ่านเว็บแอปพลิเคชันเพิ่มเข้าไปจากที่มีเฉพาะการอ่านเนื้อหา การดูวิดีโอ และการทำแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนสามารถเล่นเกมในเนื้อหา เรื่องกลศาสตร์ของไหล ในรูปแบบเกมตอบคำถาม รวมทั้งเพิ่มแรงจูงใจให้เกิดการแข่งขันของผู้เล่น เพื่อที่จะได้รางวัลตามลำดับของคะแนนที่ทำได้อีกด้วย นอกจากนี้เพื่อให้การเล่นมีความสนุกสนานตื่นเต้น ผู้วิจัยจึงสร้างระบบการแลกคะแนนจากเวลาในการทำงานของผู้เรียนเป็นตัวช่วยในการเล่น ทำให้จำนวนครั้งของการเล่นนั้นขึ้นอยู่กับความขยันของผู้เล่น และระบบทวิคูณโบนัสเพื่อให้คะแนนที่ได้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับคำตอบถูกต้องเพียงอย่างเดียว แต่ยังเป็นการเพิ่มโอกาสให้ทุกคนสามารถมีคะแนนอยู่ในอันดับที่สูงขึ้นได้ ซึ่งสามารถใช้งานได้ทั้งบนสมาร์ตโฟน แท็บเล็ตและคอมพิวเตอร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล

3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล ด้วยเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน มีคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

4. เพื่อหาความพึงพอใจของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ที่มีต่อเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชันวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี ที่ลงทะเบียนวิชาฟิสิกส์ 1 ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 74 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี ที่ลงทะเบียนรายวิชา ฟิสิกส์ 1 ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 62 คนโดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาด้วยวิธียามาเน และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย

ขั้นตอนพัฒนาเกมออนไลน์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลโดยใช้รูปแบบ ADDIE Model [4] โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเกมผ่านเว็บ แอปพลิเคชัน ที่สามารถใช้งานได้บนคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต รวมถึงมือถือทั้งระบบปฏิบัติการ iOS และ Android วิเคราะห์หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการเดินเรือ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3) รวมถึงเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล วิเคราะห์ผู้เรียนและความต้องการของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบ (Design) จัดทำโครงสร้างเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ของเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ที่ระบุในรายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3) มีตัวนับเวลาถอยหลังตามความยากของคำถามแต่ละข้อ มีระบบการสุ่ม ตัวคูณคะแนนโบนัสหลังตอบคำถามเสร็จ มีระบบการแลกคะแนนมีระบบการจัดอันดับผู้เล่น มีระบบนับเวลา ที่ผู้เรียนแต่ละคนใช้ในการเล่นเกม และระบบของผู้ดูแลในการดูข้อมูลผู้เล่นแต่ละคน

ขั้นที่ 3 ขั้นการพัฒนา (Development) ดำเนินการพัฒนาเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยใช้ภาษาโปรแกรม HTML5 สำหรับเขียนโครงสร้างของโปรแกรม และจัดรูปแบบ หน้าจอแสดงผลโดยใช้ภาษาโปรแกรม CSS3 แล้วใส่เงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างตรรกะในการทำงานของ โปรแกรม โดยใช้ภาษา JavaScript และใช้เทคนิคการเขียนคำสั่งแบบแสดงผลตามขนาดหน้าจอ (Responsive Web Design) เพื่อให้การแสดงผลบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอแตกต่างกัน แสดงผลหน้าเว็บได้เหมาะสมกับขนาด หน้าจอที่ใช้งาน เมื่อเรียกใช้งานผ่าน Physics-Web-Learning พร้อมทั้งนำเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินประสิทธิภาพ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 4 ขั้นการทดลองใช้ (Implementation) นำเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ ของไหล ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี ที่ลงทะเบียนรายวิชาฟิสิกส์ 1 ในภาค การศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 62 คน จากนั้นให้นักเรียนเดินเรือพาณิชย์ทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน แบบสอบถามประสิทธิภาพของเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และแบบสอบถามความพึงพอใจ

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation) ทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเมินประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

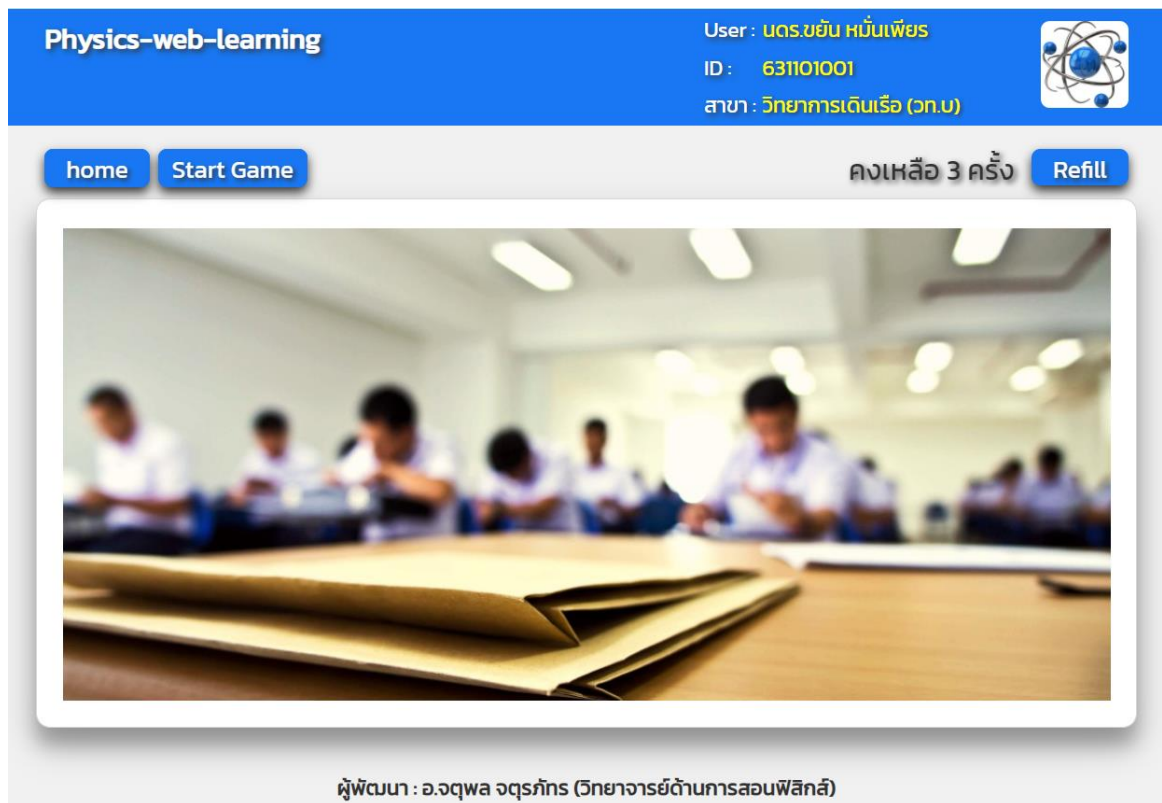
1. เกมออนไลน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชันใน Physics-Web-Learning วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล
2. แบบทดสอบท้ายบทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลนำไปทดลองใช้กับนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี ที่ลงทะเบียนรายวิชาฟิสิกส์ 1 ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน ได้แบบทดสอบจำนวน 25 ข้อ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีค่าความยากระหว่าง 0.47 – 0.77 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 – 0.60 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.81
3. แบบสอบถามประสิทธิภาพของเกมออนไลน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้วยวิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่า ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 หลังจากปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี ที่ลงทะเบียนรายวิชาฟิสิกส์ 1 ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.92
4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้วยวิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่า ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 หลังจากปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี ที่ลงทะเบียนรายวิชาฟิสิกส์ 1 ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.95

วิเคราะห์ข้อมูล

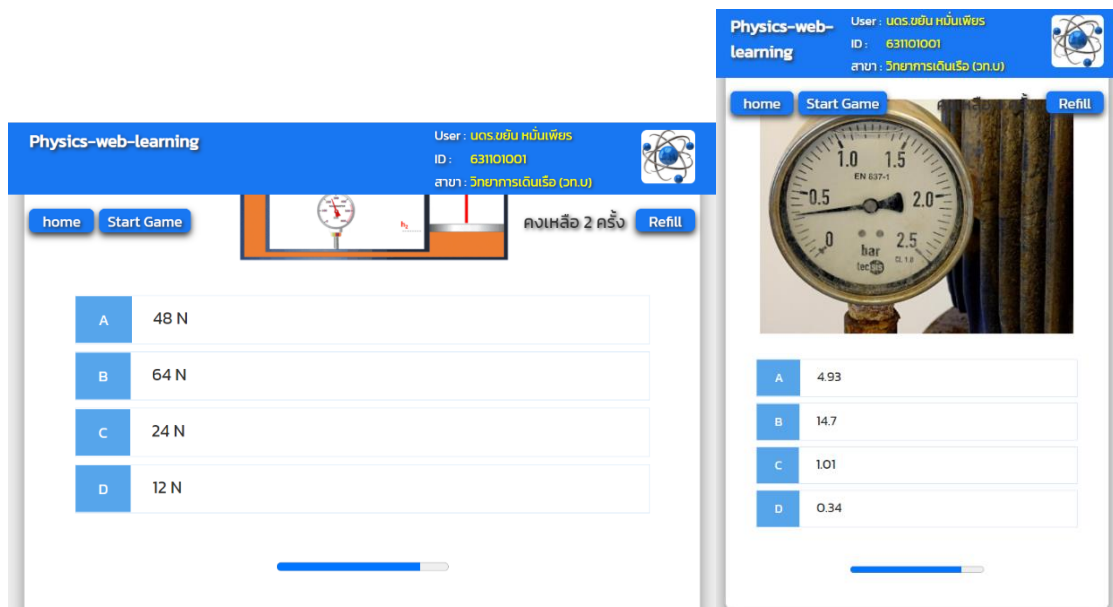
1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล ด้วยค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลกับเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้สถิติ t-test
3. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี ที่มีต่อเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลด้วยค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

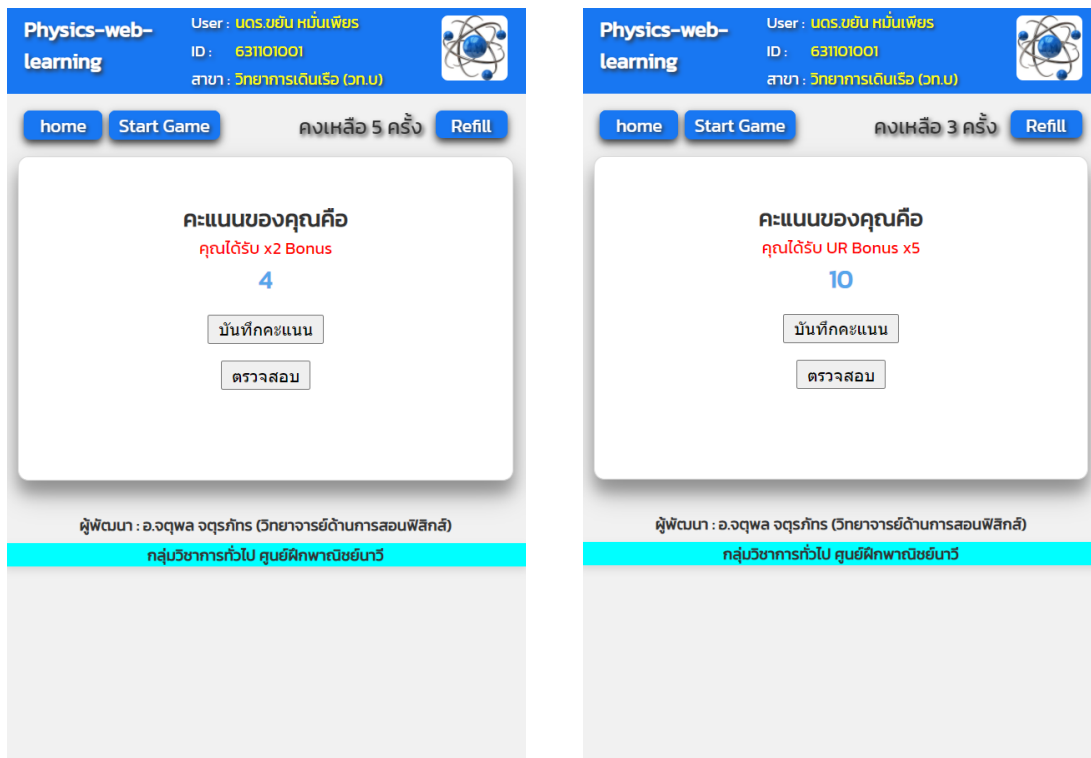
1. พัฒนาเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล
จากการวิจัยครั้งนี้ เป็นผลให้ได้เกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวีซึ่งเป็นสื่อเทคโนโลยีที่ตอบสนองการเรียนรู้ทางด้านความจำ ความเข้าใจ และนำไปประยุกต์ใช้ได้ ควบคู่ไปกับความสนุกสนานของผู้เรียน โดยระบบเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล ใน Physics-Web-Learning ประกอบด้วย หน้าจอแสดงผลเมื่อเข้าสู่การเล่น เกม การนับเวลาถอยหลังตามความยาก – ง่ายของคำถาม การกำหนดจำนวนครั้งการเล่นแต่ละวัน ระบบการสุ่มตัวคุณคะแนนโบนัส การแลกคะแนน การจัดอันดับคะแนนของผู้เล่น และระบบข้อมูลของผู้เล่นเกมผ่านหน้าจอแสดงผลของผู้ดูแลระบบ ที่สามารถใช้งานได้ในทั้งในระบบ iOS และ Android รวมถึงคอมพิวเตอร์



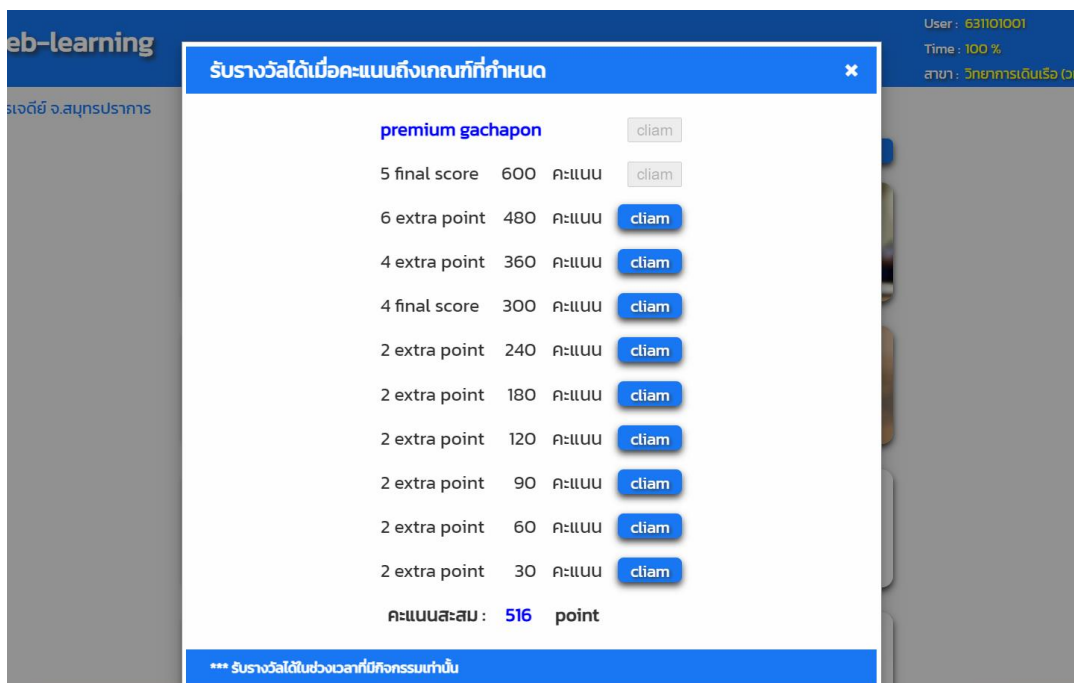
ภาพที่ 1 หน้าจอแสดงผลเมื่อเข้าสู่การเล่นเกม



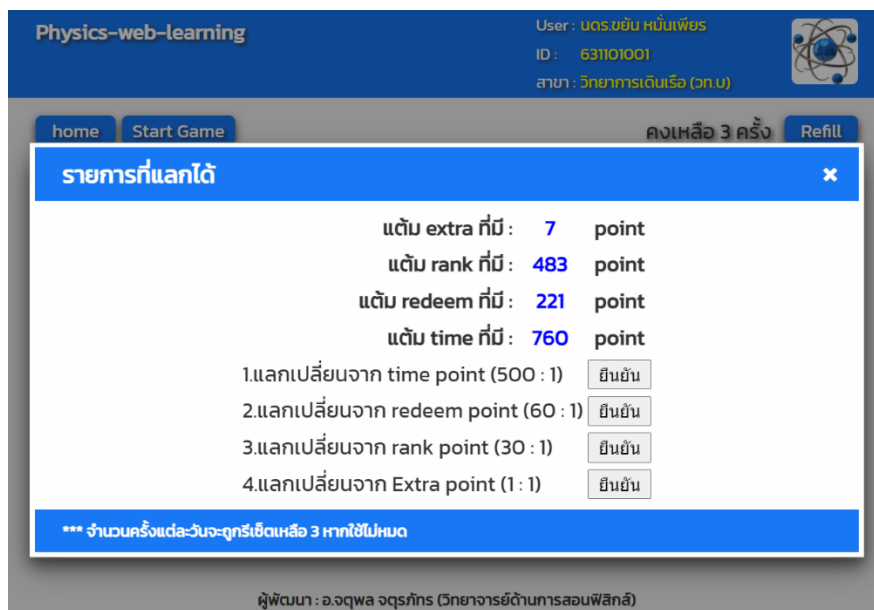
ภาพที่ 2 นับเวลาถอยหลังตามความยาก-ง่ายของคำถามแต่ละข้อ



ภาพที่ 3 ระบบการสุ่มตัวคูณคะแนนโบนัสหลังตอบคำถาม



ภาพที่ 4 ระบบการแลกคะแนน



ภาพที่ 5 ระบบการแลกเปลี่ยนคะแนนเป็นจำนวนครั้งในการเล่นเกม

No.	I.D.	Times	Point	Score	Remain	Time Used	Banned
1.	631201002	207	20	890	0	10 h 2 m	normal
2.	631201030	183	26	806	0	3 h 41 m	normal
3.	611201055	188	19	759	0	4 h 7 m	normal
4.	611201056	193	22	744	0	4 h 3 m	normal
5.	631201004	153	7	736	0	2 h 7 m	normal
6.	631201009	163	11	731	0	3 h 1 m	normal
7.	631201020	146	28	634	0	3 h 32 m	normal
8.	631201032	147	58	628	5	2 h 46 m	normal
9.	631201025	145	25	625	0	2 h 37 m	normal
10.	631201028	135	314	614	5	4 h 22 m	normal

ภาพที่ 6 ระบบข้อมูลของผู้เล่นเกมผ่านหน้าจอแสดงผลของผู้ดูแลระบบ

2. ประสิทธิภาพของเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล
ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบเกม	3.91	0.54	มาก
2. ด้านประสิทธิภาพของการแสดงผลบนหน้าจอ	4.31	0.64	มาก
3. ด้านประสิทธิภาพของเนื้อหา และการแสดงข้อความ	4.22	0.68	มาก
4. ด้านประสิทธิผลของระบบเกม	3.66	0.64	มาก
5. ด้านประสิทธิผลของการแสดงผลบนหน้าจอ	4.19	0.71	มาก
6. ด้านประสิทธิผลของเนื้อหา และการแสดงข้อความ	4.12	0.62	มาก
7. ด้านความยืดหยุ่นของระบบเกม	4.01	0.71	มาก
8. ด้านความยืดหยุ่นของการแสดงผลบนหน้าจอ	4.05	0.82	มาก
รวม	3.94	0.50	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่าประสิทธิภาพของเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชันวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล ของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.94$, S.D. = 0.50) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนเดินเรือพาณิชย์มีความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพของการแสดงผลบนหน้าจอ ($\bar{X} = 4.31$, S.D. = 0.64) ประสิทธิภาพของเนื้อหา และการแสดงข้อความ ($\bar{X} = 4.22$, S.D. = 0.68) และประสิทธิผลของการแสดงผลบนหน้าจอ ($\bar{X} = 4.19$, S.D. = 0.71) อยู่ในระดับมาก ตามลำดับ

3. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลกับเกณฑ์ร้อยละ 80
ตารางที่ 2 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลกับเกณฑ์ร้อยละ 80

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	Sig
หลังเรียนผ่านเกม	62	25	21.60	1.85	6.79	.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.40 และคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล ของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความพึงพอใจของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ที่มีต่อเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ที่มีต่อเกมออนไลน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการแสดงผลบนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต โทรศัพท์มือถือ	4.31	0.61	มาก
2. ด้านการแสดงผลข้อมูล	4.36	0.60	มาก
3. ด้านความง่ายต่อการใช้งาน	4.28	0.64	มาก

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
4. ด้านประสิทธิภาพการใช้งาน	4.20	0.71	มาก
5. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล	4.35	0.70	มาก
รวม	4.30	0.57	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี ที่มีต่อเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชันวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.57) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนเดินเรือพาณิชย์มีความพึงพอใจด้านการแสดงข้อมูล ($\bar{X} = 4.36$, S.D. = 0.60) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ($\bar{X} = 4.35$, S.D. = 0.70) และด้านการแสดงผลบนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต โทรศัพท์มือถือ ($\bar{X} = 4.31$, S.D. = 0.61) อยู่ในระดับมาก ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล ไว้ใน Physics-Web-Learning ประกอบด้วย หน้าจอแสดงผลเมื่อเข้าสู่การเล่นเกม การนับเวลาถอยหลังตามความยาก – ยางของคำถาม การกำหนดจำนวนครั้งการเล่นแต่ละวัน ระบบการสุ่มตัวคุณคะแนนโบนัส การแลกคะแนน การจัดอันดับคะแนนของผู้เล่น และระบบข้อมูลของผู้เล่นเกมผ่านหน้าจอแสดงผลของผู้ดูแลระบบ ที่สามารถใช้งานได้ทั้งบนสมาร์ตโฟน แท็บเล็ตและคอมพิวเตอร์

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชันวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล ของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.94$, S.D. = 0.50) ทั้งนี้เป็นเพราะเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เป็นสื่อเทคโนโลยีที่สามารถใช้งานได้ทั้งบนสมาร์ตโฟน แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Noora Qotrui Nada et al. [5] ศึกษาเรื่องออกแบบแอปเกมการศึกษา 'FunPhy: Fun Physics' ใช้ Agile EXtreme Programming พบว่าการศึกษาผ่านแอปมือถือหรือเกมเป็นประโยชน์เพื่อการศึกษา ดังนั้นจึงได้ออกแบบแอปพลิเคชันเกมมือถือที่รองรับการเรียนรู้ที่สนุกสนาน สำหรับเด็ก โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพของการแสดงผลบนหน้าจอ ทั้งความคมชัดของข้อความ ความคมชัดของภาพประกอบ, ประสิทธิภาพของเนื้อหา การแสดงข้อความมีขนาดตัวอักษรความถูกต้องของการแสดงผลข้อความ เช่น การตัดคำ สระ วรรณยุกต์ ประสิทธิภาพของการแสดงผลบนหน้าจอมีการใช้สี ตัวหนาตัวเอียงของตัวอักษรรูปภาพประกอบมีขนาดเหมาะสมกับขนาดหน้าจอและการจัดตำแหน่งเนื้อหาบนหน้าจอ สอดคล้องกับงานวิจัยของญานสุมินทร์ วงษ์ธิ เคนชัยพันธุ์เกตุ [6] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเกมสำหรับฝึกทักษะการใช้แป้นพิมพ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ พบว่าประสิทธิภาพการพัฒนาเกมโดยรวมอยู่ในระดับมาก ที่มีภาพและเสียงคมชัด มีความเหมาะสมของรูปแบบขนาด สีอักษร

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยผสมผสานระหว่างเกมกับเนื้อหาตามหลักของ Games-Based Learning โดยเฉพาะในการสอนออนไลน์จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นตัวระหว่างการเรียนในชั่วโมงเรียน ช่วยสรุปเนื้อหาที่ได้เรียน ผ่านคำถามที่ใช้เล่นในเกม ทำให้ผู้เรียนได้ทบทวนเนื้อหา และสนุกไปด้วยพร้อมกัน ตามที่ทีศนา เขมมณี [7] ได้กล่าวไว้วิธีสอนโดยใช้เกมเป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องต่างๆ อย่างสนุกสนานและทำทหายความสามารถ โดยผู้เรียนเป็นผู้เล่นเอง ทำให้ได้รับประสบการณ์ตรงอีกทั้งสอดคล้องกับShabana Umrani et al. [8] ได้ศึกษาเรื่องการเรียนรู้จากเกม:

กรณีศึกษาการเรียนฟิสิกส์โดยใช้ Angry Birds พบว่า การบรรยายโดยใช้เครื่องมือ GBL เพื่อสอนฟิสิกส์ 30% ของนักเรียน 40 คนได้ 80% ของคะแนนในชั้นเรียน

4. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี ที่มีต่อเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชันวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.57) เป็นเพราะการแสดงเกมตามเนื้อหาที่เรียนมีความถูกต้อง ข้อมูลส่วนตัวตามที่ไต่ถามก็ไต่ถามมีความถูกต้อง การแสดงผลบนอุปกรณ์ต่างๆ มีโทนสีที่ดูแล้วสบายตา ไม่ทำให้เกิดอาการเมื่อยล้า หรือปวดตา ตัวอักษรมีขนาดเหมาะสมสามารถอ่านได้อย่างสะดวกทุกอุปกรณ์ที่ใช้งานและมีการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล เมื่อผู้เรียนมีปัญหาในการใช้งานสามารถขอคำปรึกษาจากผู้สอนผ่านกล่องข้อความใน Facebook Page ที่มีชื่อว่า Physicsmmtc หลังจากนั้นผู้สอนจะทำการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นให้อย่างรวดเร็วสอดคล้องกับบุษบา ทาธง ปริญาดา ศรีธราพิพัฒน์ และบุษกร แก้วเขียว [9] ที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยประยุกต์ใช้แอปพลิเคชันไลน์ต่อผลลัพธ์การเรียนรู้และความพึงพอใจของนักศึกษาพยาบาลศาสตรบัณฑิตในรายวิชา การพยาบาลบุคคลที่มีปัญหาสุขภาพ 1 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ชัยนาท พบว่าทำให้ผู้เรียนและผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์ตลอดการเรียนการสอน การติดต่อสื่อสารที่รวดเร็ว ทำให้นักศึกษามีความกระตือรือร้นในการแสวงหาคำตอบจากผู้สอน

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้พัฒนาเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล ไว้ใน Physics-Web-Learning ประกอบด้วย 7 ระบบ ดังนี้ หน้าจอแสดงผลเมื่อเข้าสู่การเล่นเกม, การนับเวลาถอยหลังตามความยาก – ง่ายของคำถาม การกำหนดจำนวนครั้งการเล่นแต่ละวัน ระบบการสุ่มตัวคุณคะแนนโบนัส การแลกคะแนน การจัดอันดับคะแนนของผู้เล่น และระบบข้อมูลของผู้เล่นเกมผ่านหน้าจอแสดงผลของผู้ดูแลระบบที่สามารถใช้งานได้ทั้งบนสมาร์ตโฟน แท็บเล็ตและคอมพิวเตอร์ มีผลการประเมินประสิทธิภาพของเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชันวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล ของนักเรียนเดินเรือพาณิชย์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อเกมผ่านเว็บแอปพลิเคชันวิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยรวมอยู่ในระดับมาก

เอกสารอ้างอิง

- [1] ปริญา ทวานฤมิตรกุล. (2558). *Active – Based Learning : What, Why and How ?*. สืบค้นเมื่อ 30 กันยายน 2564, จาก <http://vet.ku.ac.th/vv2018/form/edu/OBE06.pdf>
- [2] วรรัตน์ อินทสระ. (2562). *เปลี่ยนห้องเรียนเป็นห้องเล่น*. สืบค้นเมื่อ 2 ตุลาคม 2564, จาก https://wbsc.dusit.ac.th/pluginfile.php/534/mod_forum/attachment/4320/GBL%20DOC.pdf
- [3] พิสมัย หาญมงคลพิพัฒน์. (2561). การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบเกม. ใน *การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9*. หน้า 1129-1138. สงขลา: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.
- [4] ทศนวรรณ รามณรงค์. (2556). *รูปแบบการสอน ADDIE (ADDIE Model)*. สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2564, จาก <https://www.gotoknow.org/posts/561221>
- [5] Noora Qotrun Nada, et al. (2019). *Design on 'FunPhy: Fun Physics' Educational Game Apps using Agile EXtreme Programming*. สืบค้นเมื่อ 2 พฤศจิกายน 2564, จาก <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1179/1/012071/meta>

- [6] ฉญาสุมินทร์ วงษ์ธิ เต็นชัยพันธุ์เกตุ. (2560). การพัฒนาเกมสำหรับฝึกทักษะการใช้แป้นพิมพ์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 14*. หน้า 1279-
1286. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [7] ทิศนา แคมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*.
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [8] Shabana Umrani, et al. (2020, October). Games based learning: A case of learning Physics using
Angry Birds. *Indian Journal of Science and Technology*. 13(36), 3778-3784.
- [9] บุษบา ทาธง, ปริญญา ศรีธราพิพัฒน์, และบุษกร แก้วเขียว. (2562). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดย
ประยุกต์ใช้แอปพลิเคชันไลน์ต่อผลลัพธ์การเรียนรู้และความพึงพอใจของนักศึกษาพยาบาล
ศาสตรบัณฑิต ในรายวิชา การพยาบาลบุคคลที่มีปัญหาสุขภาพ 1 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี
ชัยนาท. *วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อุตรดิตถ์*. 11(1), 155-168.

**RANC15-003 ความตระหนักของผู้ปกครองในการเสริมสร้างภาวะโภชนาการ
เด็กปฐมวัย โรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว**

**PARENTS' AWARENESS IN ENHANCEMENT OF EARLY CHILDHOOD NUTRITION
IN WANGNAMYEN MUNICIPALITY KINDERGRTEN SCHOOL SA KAEO PROVINCE**

สุพัตรา อยู่สว่าง* ชนนิกานต์ ศรีนวล นันทิกา เชิงการณ ปภัสสร จูหลิม กัลยารัตน์ สุขประสงค์
ขวัญใจ จิรียาทศน์กร

Supattra Yusawang, Chonnikam Srinuan, Nunthika Choengkarn, Papasara Julim,
Kanyarat Sukprasong, Kwanjai Jariyatatkone*

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกนครนายก
Faculty of Education, Suan Dusit University, Nakhonnayok Campus.

*Corresponding author, E-mail: Eam834tu77@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาความตระหนักของผู้ปกครองในการเสริมสร้างภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย 2) เพื่อศึกษาภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัยโรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว 3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักของผู้ปกครองกับภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ ผู้ปกครองเด็กปฐมวัยระดับชั้นอนุบาล 1 และอนุบาล 2 โรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว จำนวน 175 คน ได้มาจากการสุ่มแบบชั้นภูมิเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความตระหนักของผู้ปกครอง ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านความใส่ใจและด้านการเสริมแรง มีค่าความเชื่อมั่นระหว่าง .832 - .849 และแบบสอบถามภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัย ประกอบด้วย ภาวะโภชนาการด้านร่างกายและภาวะโภชนาการด้านจิตใจมีค่าความเชื่อมั่นระหว่าง .853 - .873 สถิติที่ใช้ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่า 1. ความตระหนักของผู้ปกครองในการเสริมสร้างภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก อันดับแรกคือ ด้านเสริมแรง รองลงมา คือ ด้านความใส่ใจและด้านความรู้ ตามลำดับ 2. ภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัยโรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้วภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก อันดับแรกคือภาวะโภชนาการด้านจิตใจ รองลงมา คือ โภชนาการด้านร่างกาย ตามลำดับ 3. ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักของผู้ปกครองกับภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัย พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกด้าน

คำสำคัญ: ความตระหนักของผู้ปกครอง ภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย

Abstract

The objectives of this research were 1. To study the parents' awareness in enhancement of early childhood nutrition. 2. To study the nutrition of early childhood In Wangnamyen Municipality Kindergerten

School Sa Kaeo province. 3. To study the relationship between parents' awareness and nutrition of early childhood. The sample used was parents of children at Kindergarten 1 and Kindergarten 2Wangnamyen Municipality Kindergarten School Sa Kaeo province, a total of 175 people were stratified sampling. The research tools are the parents' awareness questionnaire consisted, knowledge, attentions and reinforcement. The confidence values between .832 - .849. The nutrition of early childhood questionnaire consisted, physical nutrition and mental nutritional. The confidence values between .832 - .849. The statistics used were average percentage standard deviation and correlation coefficient. The results showed that 1. Parents' awareness in enhancement of early childhood nutrition, the overall was very good level, first was reinforcement, followed by attention and knowledge respectively. 2. nutrition of early childhood In Wangnamyen Municipality Kindergtrten School Sa Kaeo province, the overall was very good level, first was mental nutrition, followed by physical nutrition, respectively. 3. The analysis of the relationship between, the parents' awareness and nutrition of early childhood, found that was relationship statistically significant at the 0.01 level all aspects.

Keywords: Parents' Awareness, Early Childhood Nutrition

บทนำ

ปัญหาด้านสุขภาพเป็นปัญหาสำคัญที่หลายประเทศต้องเผชิญมาโดยตลอดรวมถึงประเทศไทยที่ประสบปัญหาด้านอาหารและโภชนาการของเด็กปฐมวัยทั้งในด้านการขาดสารอาหารและการได้รับสารอาหารซึ่งเป็นส่วนประกอบของร่างกายการเจริญเติบโตและพัฒนาการของเด็กพื้นฐานที่สำคัญที่สุดคือโภชนาการเด็กที่ได้รับอาหารเพียงพอต่อร่างกายก็จะมีพัฒนาการและการเจริญเติบโตที่ดีโดยที่อาหารถูกจัดเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ของการดำเนินชีวิตจะเป็นไปด้วยดีหากร่างกายได้รับอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วนเหมาะสมในด้านของโภชนาการกระบวนการเปลี่ยนแปลงอาหารให้ได้สารอาหารเพื่อการใช้ประโยชน์ของร่างกายนั้นจะส่งผลต่อสุขภาพ [1] ปัจจุบันด้านโภชนาการอาหารที่มีคุณภาพเป็นสิ่งจำเป็นในเด็กปฐมวัยเนื่องจากในวัยนี้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเป็นช่วงที่สมองกำลังพัฒนาโดยเฉพาะใน 3 ขวบปีแรก ซึ่งมีผลในด้านสติปัญญาพัฒนาการการเรียนรู้ถ้าเด็กวัยนี้ได้รับอาหารที่ไม่มีคุณภาพส่งผลให้การเจริญเติบโตช้าสติปัญญาต่ำกว่าการเรียนรู้ชานอกจากเด็กจะได้รับประทานอาหารจากที่บ้านแล้วยังได้รับประทานอาหารที่ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กอีกมือหนึ่งซึ่งถือว่าเป็นอีกมือที่สำคัญดังนั้นการจัดอาหารกลางวันและอาหารว่างให้เด็กปฐมวัยนั้นต้องคำนึงถึงปริมาณและสารอาหารให้เด็กได้รับอย่างเพียงพอจากการสำรวจการจัดการอาหารและโภชนาการในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กทั้ง 500 แห่ง (พบว่า ส่วนใหญ่ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กมีการจัดอาหารที่มีวิตามินซี วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และโปรตีนได้มากกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดและไขมันสามารถจัดได้พอดีกับค่ามาตรฐาน แต่พลังงานคาร์โบไฮเดรต แคลเซียม เหล็กวิตามินเอ โยอาหาร และคลอเลสเตอรอลยังจัดได้น้อยกว่าค่ามาตรฐานกำหนดและเมื่อสำรวจภาวะโภชนาการของเด็ก พบเด็กที่มีปัญหาผอม ร้อยละ 18 และเด็กที่มีปัญหาอ้วน ร้อยละ 12.7 น้ำหนักน้อยกว่าเกณฑ์อายุ ร้อยละ 18.2 น้ำหนักเกินเกณฑ์อายุ ร้อยละ 11.6 ส่วนสูงน้อยกว่าเกณฑ์อายุ ร้อยละ 18.3 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงภาวะขาดสารอาหารมาเป็นระยะเวลานานปัญหาและอุปสรรคในการจัดการอาหารในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กคือการขาดความช่วยเหลือและร่วมมือจากเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารและโภชนาการ (ร้อยละ 47.1) ขาดอุปกรณ์หรือเครื่องอำนวยความสะดวกต่อการจัดเตรียมอาหารหรือเก็บรักษาอาหาร (ร้อยละ 45.83) และการขาดแหล่งความรู้ด้านอาหารและโภชนาการ (ร้อยละ 41.4) [2] ดังนั้นสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับเด็กปฐมวัยที่มีคุณค่าทางโภชนาการมีดังนี้

สารอาหารประเภทโปรตีน: เนื้อสัตว์นมไข่เมล็ดถั่วหรือธัญพืชมีส่วนสำคัญสำหรับการพัฒนาของร่างกายและสมองของเด็กในวัยนี้รวมทั้งช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอช่วยสร้างเซลล์และเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกายให้พลังงานและช่วยควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต: ข้าวแป้งน้ำตาลแป้งและผลิตภัณฑ์จากข้าว-แป้งเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกายช่วยทำให้เด็กวัยนี้มีกำลังและแรงในการเคลื่อนไหวเพื่อประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้ตลอดเวลา สารอาหารประเภทเกลือแร่: พืชผักชนิดต่าง ๆ ช่วยให้ร่างกายแข็งแรงและมีความต้านทานโรคมักอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของผัก เช่นใบดอกผลลำต้นหัวเหง้า นอกจากนี้ใบของผักยังมีไฟเบอร์ใยอาหารช่วยในเรื่องระบบการขับถ่ายและสร้างการหมุนเวียนของระบบทางเดินอาหารให้ดียิ่งขึ้น สารอาหารประเภทวิตามิน: ผลไม้ต่าง ๆ ช่วยบำรุงสุขภาพของผิวหนังให้สดใสรวมถึงช่วยให้ระบบการย่อยและการขับถ่ายเป็นปกติส่งผลให้ร่างกายแข็งแรงมีความต้านทานโรคสูงสารอาหารประเภทไขมัน: ไขมันจากพืชและสัตว์เป็นสารอาหารที่สำคัญเพราะนอกจากจะให้พลังงานแล้วยังให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายและช่วยในเรื่องการดูดซึมของวิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินอี วิตามินดีและวิตามินเค ช่วยป้องกันการกระทบกระเทือนของอวัยวะภายใน [1]

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาภาวะโภชนาการสำหรับเด็กปฐมวัยและเนื่องจากภาวะโภชนาการเป็นสิ่งสำคัญต่อพัฒนาการของเด็กเป็นอย่างมากและในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด 19 ทำให้เด็กบางคนไม่ได้รับโภชนาการที่เพียงพอ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้จัดทำงานวิจัยเพื่อศึกษาเรื่องนี้ให้ทราบถึงความตระหนักของผู้ปกครองในการส่งเสริมสร้างภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัยโรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็นจังหวัดสระแก้ว เพื่อเป็นแนวทางป้องกัน แก้ไขปัญหา เกี่ยวกับภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความตระหนักของผู้ปกครองในการเสริมสร้างภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย
2. เพื่อศึกษาภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัยโรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็นจังหวัดสระแก้ว
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักของผู้ปกครองกับภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ปกครองเด็กปฐมวัยระดับชั้นอนุบาล 1 และอนุบาล 2 โรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว จำนวน 312 คน

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ปกครองเด็กปฐมวัยระดับชั้นอนุบาล 1 และอนุบาล 2 โรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว จำนวน 175 คน ซึ่งมีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการหาขนาดตัวอย่างของ Yamanae (1967) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนผู้ปกครองของนักเรียน

ระดับชั้น	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
ผู้ปกครองเด็กปฐมวัยระดับชั้นอนุบาล 1	114	64
ผู้ปกครองเด็กปฐมวัยระดับชั้นอนุบาล 2	198	111
รวม	312	175

2. ระบุตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ ความตระหนักของผู้ปกครองประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านความใส่ใจและด้านการเสริมแรง

ตัวแปรตาม คือ ภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัยประกอบด้วย ภาวะโภชนาการด้านร่างกายและภาวะโภชนาการด้านจิตใจ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม 4 ส่วน โดยมีรายละเอียดและการทดสอบคุณภาพดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ปกครองมีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ (Check Lists) โดยถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ปกครองประกอบไปด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพ อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลส่วนบุคคลของเด็กมีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ (Check Lists) โดยถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของเด็กประกอบไปด้วย เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความตระหนักของผู้ปกครองในการส่งเสริมภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัย เป็นลักษณะของคำถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 3 ระดับ ประกอบด้วยด้านความรู้ ด้านความใส่ใจและด้านเสริมแรง

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัยเป็นลักษณะ ของคำถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 3 ระดับ ประกอบด้วย ภาวะโภชนาการด้านร่างกาย ภาวะโภชนาการด้านจิตใจ

การสร้างเครื่องมือและการตรวจสอบคุณภาพมีวิธีการดำเนินงานตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราวิชาการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งงานวิจัยเชิงเอกสาร และข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

2. สร้างแบบสอบถามให้ครอบคลุมขอบเขตการวิจัย

3. นำเครื่องมือที่สร้างเสร็จแล้ว แก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้องและชัดเจน เหมาะสม ทั้งทางด้านเนื้อหา และด้านการใช้ถ้อยคำสำนวนภาษา จากนั้นนำมาจัดเป็นแบบสอบถาม

4. นำเครื่องมือที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบหรือปรับปรุงแก้ไขความถูกต้อง สมบูรณ์ของเนื้อหา เพื่อให้ได้แบบสอบถามที่ตรงตามเนื้อหาและความเหมาะสมของคำถามหาค่า IOC ความเชื่อมั่นของแบบสอบถามได้ความตรงเชิงเนื้อหา เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาและสอดคล้อง ตามนิยามของตัวแปร พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง .67 - 1.00

5. จากผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้รับการเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง และนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Tryout) กับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจด้านเนื้อหาและค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronach's Alpha Coefficient) และนำไปใช้ในการเก็บ รวบรวมข้อมูลต่อไป โดยแบบสอบถาม (Questionnaire) แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ปกครองมีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ (Check Lists) โดยถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ปกครองประกอบไปด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพ อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลส่วนบุคคลของเด็กมีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ (Check Lists) โดยถามเกี่ยวกับ ข้อมูลส่วนบุคคลของเด็กประกอบไปด้วย เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความตระหนักของผู้ปกครองในการส่งเสริมภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัย มีค่าความเชื่อมั่นระหว่าง .832 - .849 เป็นลักษณะของคำถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 3 ระดับ

ประกอบไปด้วยด้านความรู้ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .832 ด้านความใส่ใจมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .840 และด้านเสริมแรง มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .849

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัยมีค่าความเชื่อมั่นระหว่าง .853 - .873 เป็นลักษณะของคำถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 3 ระดับ ประกอบไปด้วย ภาวะโภชนาการด้านร่างกายมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .873 ภาวะโภชนาการด้านจิตใจมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .853

การแปลความหมายของคะแนน ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การแบ่งเป็น 3 ช่วงชั้นเท่า ๆ กัน ดังนี้

ช่วงคะแนน	ระดับความตระหนัก/ระดับภาวะโภชนาการ
2.34– 3.00	ดีมาก
1.68– 2.33	ปานกลาง
1.00– 1.67	น้อย

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามการกับกลุ่มเป้าหมายคือผู้ปกครองเด็กปฐมวัยระดับชั้นอนุบาลโรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็น จำนวน 175 ตัวอย่าง โดยผู้วิจัยได้ติดต่อประสานงานขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลงานวิจัยกับทางผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว นำแบบสอบถามที่ได้รับมาตรวจสอบความสมบูรณ์ถูกต้อง เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลด้านประชากรของผู้ตอบแบบสอบถามโดยใช้ความถี่ (Frequency Deviation) และค่าร้อยละ (Percentage)
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัยและความตระหนักของผู้ปกครองในการส่งเสริมภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
3. ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัยกับความตระหนักของผู้ปกครองในการส่งเสริมภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัย ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Correlation

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ปกครอง พบว่าผู้ปกครองส่วนใหญ่เป็น เพศ หญิง จำนวน 148 คน คิดเป็นร้อยละ 84.6 มีอายุ 35 ปี จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 48.57 มีระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. จำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 29.71 รายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,001-15,000 บาท จำนวน 97 คน คิดเป็นร้อยละ 55.43 และมีประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว จำนวน 68 คน คิดเป็นร้อยละ 38.86
2. บัณฑิตส่วนบุคคลเด็กส่วนใหญ่เป็น เพศชาย จำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 54.29 มีอายุ 5 ปี จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 48.57 มีน้ำหนักต่ำกว่า 20 กิโลกรัม จำนวน 105 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 และมีส่วนสูงอยู่ระหว่าง 111-130 เซนติเมตร จำนวน 87 คน คิดเป็นร้อยละ 49.71
3. ผลการวิเคราะห์ความตระหนักของผู้ปกครอง พบว่าภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 2.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .33 อันดับแรก คือ ด้านการเสริมแรง มีค่าเฉลี่ย 2.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .42 รองลงมาด้านความใส่ใจ ค่าเฉลี่ย 2.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .32 และด้านความรู้ มีค่าเฉลี่ย 2.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .48 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงมาตรฐานของความตระหนักของผู้ปกครองในการส่งเสริมภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัย

ความตระหนักของผู้ปกครอง	\bar{X}	S.D.	ระดับ	อันดับที่
ด้านความรู้	2.33	.48	ปานกลาง	3
1. ท่านแนะนำให้บุตรรับประทานอาหารที่หลากหลายรสชาติ ไม่หวานจัด และเค็มจัด	2.28	.70	ปานกลาง	5
2. ท่านบอกวิธีการเลือกซื้อวัตถุดิบในการประกอบอาหารที่สด สะอาดและมีประโยชน์ เช่น การเลือกซื้อปลา ควรเลือกปลาที่ตาใสและมีเหงือกสีแดง	1.85	.79	ปานกลาง	6
3. ท่านแนะนำการรับประทานอาหารในปริมาณที่เหมาะสมแก่บุตร เช่น ช่วงวัย 4-6 ปี ควรรับประทานข้าวอย่างน้อย 6 ทัพพีต่อวัน	2.30	.71	ปานกลาง	4
4. ท่านสอนให้บุตรรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของผักทุกมือ	2.37	.71	ปานกลาง	3
5. ท่านสอนให้บุตรรู้จักการเลือกใช้ภาชนะใส่อาหารที่ปลอดภัยสะอาดและเหมาะสม เช่น ใช้จานในการใส่ข้าว ใช้ช้อนกลางในการตักอาหาร	2.58	.61	ดีมาก	2
6. ท่านแนะนำให้บุตรรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ เช่น เนื้อปลา ผักและผลไม้ที่มีกากใยสูง ฯลฯ	2.63	.59	ดีมาก	1
ด้านความใส่ใจ	2.62	.32	ดีมาก	2
1. ท่านให้บุตรรับประทานอาหารเช้าครบ 3 มื้อ (เช้า กลางวัน เย็น)	2.74	.54	ดีมาก	4
2. ท่านดูแลให้บุตรรับประทานอาหารเช้าตรงเวลา	2.55	.56	ดีมาก	6
3. ท่านให้บุตรรับประทานอาหารเช้าที่เป็นธาตุเหล็ก เช่น ตับเลือด ฯลฯ	1.82	.76	ปานกลาง	7
4. ท่านจัดอาหารที่ปรุงสุกใหม่ให้บุตรรับประทานเป็นประจำ	2.87	.39	ดีมาก	2
5. ท่านดูแลความสะอาดของโต๊ะอาหารและภาชนะให้แก่บุตร	2.90	.35	ดีมาก	1
6. ท่านดูฉลากวันที่ผลิตและวันหมดอายุของผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาประกอบอาหาร ก่อนซื้อทุกครั้ง	2.82	.45	ดีมาก	3
7. ท่านให้บุตรดื่มนมเป็นประจำ (เช้า, ก่อนนอน) เพื่อส่งเสริมแคลเซียมในร่างกาย	2.62	.61	ดีมาก	5
ด้านการเสริมแรง	2.64	.42	ดีมาก	1
1. ท่านให้แรงเสริมเมื่อบุตรของท่านรับประทานอาหารเช้า	2.66	.55	ดีมาก	4
2. ท่านให้แรงเสริมเมื่อบุตรของท่านรับประทานผักและผลไม้หมด	2.48	.63	ปานกลาง	6
3. ท่านให้แรงเสริมเมื่อบุตรของท่านดื่มนมหมดแก้ว	2.68	.54	ดีมาก	3

ความตระหนักของผู้ปกครอง	\bar{X}	S.D.	ระดับ	อันดับที่
4. ท่านให้แรงเสริมบุตรของท่านเมื่อหยิบภาชนะใส่อาหารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับประเภท เช่น หยิบจานมาใส่ข้าว	2.65	.55	ดีมาก	5
5. ท่านให้แรงเสริมเมื่อบุตรของท่านรับประทานอาหารหมดจานครบทั้ง 3 มือ	2.65	.55	ดีมาก	5
6. ท่านให้แรงเสริมเมื่อเห็นว่าบุตรของท่านมีร่างกายที่เจริญเติบโต แข็งแรงสมวัย	2.71	.51	ดีมาก	1
7. ท่านให้แรงเสริมเมื่อบุตรของท่านเก็บภาชนะหลังรับประทานอาหารเสร็จ	2.70	.53	ดีมาก	2
ภาพรวม	2.33	.48	ปานกลาง	

4. ผลการวิเคราะห์ภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย พบว่าภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย = 2.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.32 อันดับแรก คือ ภาวะโภชนาการด้านจิตใจ มีค่าเฉลี่ย = 2.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.33 และภาวะโภชนาการด้านร่างกาย มีค่าเฉลี่ย = 2.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.33 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย

ภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย	\bar{X}	S.D.	ระดับ	อันดับที่
ภาวะโภชนาการด้านร่างกาย	2.52	.42	ดีมาก	2
1. บุตรของท่านรับประทานอาหารหลากหลายชนิดตามหลักโภชนาการ เพื่อให้ร่างกายแข็งแรงและสมบูรณ์	2.42	.62	ปานกลาง	6
2. บุตรของท่านได้รับประทานอาหารครบ 5 หมู่ เพื่อให้ร่างกายเจริญเติบโตและแข็งแรง	2.46	.60	ปานกลาง	4
3. บุตรของท่านได้รับประทานอาหารหมู่ 1 ประเภทเนื้อสัตว์ นม ไข่ เพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโตของร่างกาย	2.73	.48	ดีมาก	1
4. บุตรของท่านได้รับประทานอาหารหมู่ 2 ประเภทข้าว แป้ง น้ำตาล เพื่อให้พลังงานแก่ร่างกาย	2.69	.51	ดีมาก	2
5. บุตรของท่านได้รับประทานอาหารหมู่ 3 ประเภทผัก เพื่อสร้างภูมิคุ้มกันและระบบขับถ่ายที่ดี	2.38	.66	ปานกลาง	7
6. บุตรของท่านได้รับประทานอาหารหมู่ 4 ประเภทผลไม้ เพื่อให้ร่างกายแข็งแรง มีภูมิคุ้มกัน ไม่เจ็บป่วยง่าย	2.50	.60	ปานกลาง	3

ภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย	\bar{X}	S.D.	ระดับ	อันดับที่
7. บุตรของท่านได้รับประทานอาหารหมู่ 5 ประเภทไขมัน เช่นเนย ชีส น้ำมันฯ เพื่อให้พลังงานและความอบอุ่นให้แก่ร่างกาย	2.43	.63	ปานกลาง	5
ภาวะโภชนาการด้านจิตใจ	2.75	.33	ดีมาก	1
1. เมื่อบุตรของท่านนอนหลับพักผ่อนเพียงพอครบ 6-8 ชั่วโมง บุตรของท่านจะสดชื่น แจ่มใสพร้อมทำกิจกรรมต่าง ๆ	2.87	.36	ดีมาก	1
2. เมื่อบุตรของท่านรับประทานอาหารเช้าที่อร่อยและสะอาด บุตรของท่านจะมีความสุขในการรับประทานอาหารเช้า	2.83	.39	ดีมาก	2
3. เมื่อบุตรของท่านรับประทานอาหารเช้าที่มีสี สีสันสวยงาม บุตรของท่านจะตื่นตื่น มีความสุข และอยากรับประทานอาหารเช้าเพิ่มมากขึ้น	2.69	.51	ดีมาก	6
4. เมื่อบุตรของท่านรับประทานอาหารเช้าที่สะอาดพร้อมทั้งมีการจัดสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย บุตรของท่านจะมีความสุขและเจริญอาหาร	2.74	.48	ดีมาก	4
5. เมื่อบุตรของท่านออกกำลังกายกับสมาชิกในครอบครัว บุตรของท่านจะเกิดความสุขสนานและอบอุ่น	2.63	.58	ดีมาก	7
6. เมื่อบุตรของท่านรับประทานผลไม้ที่ชอบ บุตรของท่านจะมีความสุขในการรับประทานเพิ่มมากขึ้น	2.70	.54	ดีมาก	5
7. เมื่อบุตรของท่านได้รับประทานขนมที่ชื่นชอบ บุตรของท่านจะดีใจและมีความสุข	2.80	.47	ดีมาก	3
ภาพรวม	2.63	.32	ดีมาก	

5. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักของผู้ปกครองและภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย โรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้วพบว่า ภาพรวม ($r = .598, p = .000$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ปรากฏผลดังนี้ ความตระหนักของผู้ปกครองด้านความรู้ มีความสัมพันธ์กับภาวะโภชนาการด้านร่างกาย ($r=.502, p=.000$) ภาวะโภชนาการด้านจิตใจ ($r=.396, p=.000$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ความตระหนักของผู้ปกครองด้านความใส่ใจสัมพันธ์กับโภชนาการด้านร่างกาย ($r=.465, p=.000$) ภาวะโภชนาการด้านจิตใจ ($r=.361, p=.000$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ความตระหนักของผู้ปกครองด้านการเสริมแรงสัมพันธ์กับโภชนาการด้านร่างกาย ($r=.459, p=.000$) ภาวะโภชนาการด้านจิตใจ ($r=.365, p=.000$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักรู้ของผู้ปกครองและภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย โรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

ความตระหนักรู้ของ ผู้ปกครอง	ภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย		ภาพรวม
	ภาวะโภชนาการด้าน ร่างกาย	ภาวะโภชนาการ ด้านจิตใจ	
1. ด้านความรู้	r = .502 p = .000	r = .396 p = .000	r = .527 p = .000
2. ด้านความใส่ใจ	r = .465 p = .000	r = .361 p = .000	r = .485 p = .000
3. ด้านการเสริมแรง	r = .459 p = .000	r = .365 p = .000	r = .483 p = .000
ภาพรวม	r = .570 p = .000	r = .449 p = .000	r = .598 p = .000

**ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

อภิปรายผลการวิจัย

1. ความตระหนักรู้ของผู้ปกครอง ผลการศึกษาพบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยอันดับแรกคือ ด้านการเสริมแรง รองลงมาด้านความใส่ใจ และด้านความรู้ พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ใน 3 ลำดับแรก คือ การเสริมแรง รองลงมา คือ ความใส่ใจ ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในลำดับสุดท้าย คือ ความรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วีระชน ชาวผ่อง [3] ที่กล่าวว่า "ความตระหนัก" หมายถึง สภาวะการที่มีผลให้เกิดความรู้สึกรู้ เมื่อบุคคลได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า หรือรับสัมผัสจากสิ่งเร้าแล้วจะเกิดการรับรู้ เมื่อรับรู้ ขั้นต่อไปก็จะเข้าใจในสิ่งเร้า นั้น คือ เกิดความคิดรวบยอด และนำไปสู่การเรียนรู้ คือ มีความรู้ในสิ่งนั้น และนำไปสู่การเกิดความตระหนักในที่สุด ซึ่งความรู้ และความตระหนักต่างก็จะนำไปสู่การกระทำหรือการแสดงพฤติกรรมของบุคคลต่อสิ่งเร้า นั้น ๆ อันจะก่อให้เกิดความตระหนักและจิตสำนึกเช่นเดียวกับ อนุสรณ์ กาลดิษฐ์ [4] ที่กล่าวว่าบุคคลเคยมีการรับรู้หรือเคยมีความรู้มาก่อน เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นจึงเกิดความสำนึกหรือความตระหนักขึ้น ความตระหนักมีความหมายเหมือนกับความสำนึกเช่นเดียวกับพงษ์ชัย เฉลิมกลิ่น [5] กล่าวว่า "ความตระหนัก" หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงความรับผิดชอบต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งที่เป็นอารมณ์ความรู้สึกด้านทัศนคติ

2. ภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัย ผลการศึกษาพบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยอันดับแรก คือ ภาวะโภชนาการด้านจิตใจ และ ภาวะโภชนาการด้านร่างกาย สอดคล้องกับการวิจัยของชุตินา ศิริกุลชยานนท์ [6] ที่กล่าวว่าภาวะโภชนาการในเด็กวัยเรียนส่งผลกระทบต่อทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เด็กที่มีภาวะโภชนาการต้องเผชิญกับโรคต่าง ๆ ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด และในเชิงโครงสร้างร่างกาย การที่เด็กแบกรับน้ำหนักมาก ๆ ขณะที่กระดูก กล้ามเนื้อ และข้อต่อต่าง ๆ ยังพัฒนาไม่เต็มที่ ทำให้แขน-ขาต้องรับน้ำหนักมากกว่าปกติการเคลื่อนไหวต่าง ๆ จึงต้องใช้แรงมาก หัวใจทำงานหนักขึ้น ทำให้เหนื่อยง่าย เด็กจึงชอบอยู่เฉย ๆ มากกว่า ทำให้ร่างกายไม่ได้ใช้พลังงาน พลังงานส่วนเกินที่เหลือร่างกายซึ่งเก็บสะสมไว้ในรูปไขมัน ส่งผลให้เกิดภาวะโภชนาการด้านจิตใจพบว่า จากการที่มีร่างกายอ้วนทำให้การมีภาพลักษณ์เสียไป เด็กมักถูกล้อเลียนจากเพื่อนฝูง อาจกลายเป็นเด็กที่มีปมด้อยแยกตัว

3. ความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักรู้ของผู้ปกครองและภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย ผลการศึกษาพบว่าความตระหนักรู้ของผู้ปกครอง ทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความใส่ใจ และด้าน

เสริมแรงในด้านร่างกายและจิตใจทุกด้านมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 อาจเนื่องมาจากความรู้
อนุสรณ์ กาลดิษฐ์ [4] ที่กล่าวว่าบุคคลเคยมีการรับรู้ หรือเคยมีความรู้มาก่อน เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นจึงเกิดความ
สำนึกหรือความตระหนักขึ้น ความตระหนักมีความหมายเหมือนกับสำนึก การใส่ใจ เช่นเดียวกับ
วีระชน ชาวผ่อง [3] ที่กล่าวว่า "ความตระหนัก" หมายถึง สภาวะการณ์มีผลให้เกิดความรู้สึก การรับรู้มุ่งสู่สภาวะจิต
แห่งตน คือ ทศนคติ ความคิด ความเชื่อ ความสนใจ อันจะก่อให้เกิดความตระหนัก และจิตสำนึก การเสริมแรง
อนุสรณ์ กาลดิษฐ์ [4] ที่กล่าวว่าบุคคลเคยมีการรับรู้ หรือเคยมีความรู้มาก่อน เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นจึงเกิดความ
สำนึกหรือความตระหนักขึ้น ความตระหนักมีความหมายเหมือนกับสำนึก การใส่ใจ ภาวะโภชนาการด้าน
ร่างกาย และภาวะโภชนาการด้านจิตใจ ชุตินา ศิริกุลชยานนท์ [6] ที่กล่าวว่าภาวะโภชนาการในเด็กวัยเรียนส่งผล
กระทบทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เด็กที่มีภาวะโภชนาการต้องเผชิญกับโรคต่าง ๆ ได้แก่
โรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือดในเชิงโครงสร้างร่างกาย การที่เด็กแบกรับน้ำหนักมาก ๆ ขณะที่กระดูก
กล้ามเนื้อ และข้อต่อต่าง ๆ ยังพัฒนาไม่เต็มที่ ทำให้แขนขาต้องรับน้ำหนักมากกว่าปกติการเคลื่อนไหวต่าง ๆ
จึงต้องใช้แรงมาก หัวใจทำงานหนักขึ้น ทำให้เหนื่อยง่าย เด็กจึงชอบอยู่เฉย ๆ มากกว่า ทำให้ร่างกายไม่ได้
ใช้พลังงาน พลังงานส่วนเกินที่เหลือร่างกายซึ่ง เก็บสะสมไว้ในรูปไขมัน ส่งผลให้เกิดภาวะโภชนาการด้านจิตใจ
พบว่า จากการที่มีร่างกายอ้วนทำให้การมีภาพลักษณ์เสียไป เด็กมักถูกล้อเลียนจากเพื่อนฝูง อาจกลายเป็นเด็กที่มี
ปมด้อยแยกตัว

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องความตระหนักของผู้ปกครองในการเสริมสร้างภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัยโรงเรียนอนุบาล
เทศบาลเมืองวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้วมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความตระหนักของผู้ปกครองในการเสริมสร้าง
ภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย 2) ศึกษาภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัยโรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมืองวังน้ำเย็น
จังหวัดสระแก้ว 3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักของผู้ปกครองกับภาวะโภชนาการของเด็กปฐมวัย
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ ผู้ปกครองเด็กปฐมวัยระดับชั้นอนุบาล 1 และอนุบาล 2 โรงเรียนอนุบาลเทศบาลเมือง
วังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว จำนวน 175 คน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงระดับการศึกษา
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,001-15,000 บาท และมีการประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว
และเด็กส่วนใหญ่เป็น เพศชาย มีอายุ 5 ปี มีน้ำหนักต่ำกว่า 20 กิโลกรัม และมีส่วนสูงอยู่ระหว่าง 111-130
เซนติเมตร

ผลการวิเคราะห์ความตระหนักของผู้ปกครอง พบว่าภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยอันดับแรกคือ
ด้านเสริมแรง รองลงมาคือด้านความใส่ใจ และด้านความรู้ภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย พบว่าภาพรวมอยู่ใน
ระดับดีมาก โดยอันดับแรกคือภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัยด้านจิตใจ รองลงมาคือภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย
ด้านร่างกายและความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักของผู้ปกครองและภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัย พบว่า
ความตระหนักของผู้ปกครอง ทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความใส่ใจ และด้านเสริมแรงมีความสัมพันธ์
กับภาวะโภชนาการเด็กปฐมวัยในด้านร่างกายและจิตใจทุกด้านมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการให้ความร่วมมือของผู้ปกครองกับโรงเรียน
2. ควรศึกษาความต้องการในการให้ความร่วมมือของผู้ปกครองกับโรงเรียน
3. ควรศึกษาการให้ความร่วมมือของผู้ปกครองกับโรงเรียน โดยเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการสัมภาษณ์
การสังเกต เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อการพัฒนาในครั้งต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] นพร อึ้งอารมณ์. (2564). โครงการการศึกษาภาวะโภชนาการเด็กวัยก่อนเรียนในเขตพื้นที่รอบมหาวิทยาลัยสุรนารี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [2] เบญจพรรณ ธิติเลิศเดชา. (2564). การพัฒนาตำรับอาหาร เพื่อสุขภาพสำหรับเด็กปฐมวัย. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- [3] วีระชน ขาวผ่อง. (2551). ความรู้การมีส่วนร่วม และความตระหนักต่อระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมของพนักงานในองค์กรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001). สถาบันพัฒนาบริหารศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [4] อนุสรณ์ กาลดิษฐ์. (2548). การศึกษาความรู้และความตระหนักของนักศึกษาที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการคณะวิศวกรรมศาสตร์ในเขตกรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [5] พงษ์ชัย เจริมกลิ่น. (2551). ความตระหนักของพนักงานนิคมอุตสาหกรรมเกตเวย์ ซิตี้ ต่อลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อม. สถาบันพัฒนาบริหารศาสตร์.
- [6] ชุติมา ศิริกุลชยานนท์. (2554). โรคอ้วนในเด็กวัยเรียน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

**RANC15-005 ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ที่สัมพันธ์กับสมรรถนะ
ด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
21st CENTURY LEARNING SKILLS (3R8C) IN RELATION TO RESEARCH
COMPETENCIES OF STUDENTS IN THE BACHELOR OF EDUCATION PROGRAM
SUAN DUSIT UNIVERSITY**

ธนาकर ห้วยหงษ์ทอง ปริญญา บัวขาว พรรณพิลาศ กัญญาพรเจริญ กุลิสรา คล้ายพงษ์ จุฑามาศ มूलสรูป
ขวัญใจ จริยาทัศน์กร*

Thanakan Huaihongthong, Parinya Buakhao, Panpilad Kunyaphornjaroen, Kulissara Klaypong,
Chutamart Moolsatoop, Kwanjai Jariyatatkone*

*คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานครนายก
Faculty of Education, Suan Dusit University, Nakhon Nayok Campus.*

**Corresponding author, E-mail: thanakan1341@gmail.com*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต 2) เพื่อศึกษาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ที่สัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต จำนวน 153 คน ได้มาจากการสุ่มแบบชั้นภูมิ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามสมรรถนะด้านการวิจัย มีค่าความเชื่อมั่นระหว่าง .832 - .925 และแบบสอบถามทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) มีค่าความเชื่อมั่นระหว่าง .805 - .900 สถิติที่ใช้ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Correlation ผลการวิจัยพบว่า 1) สมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ สมรรถนะด้านจรรยาบรรณนักวิจัย และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ สมรรถนะด้านภาษาและการสื่อสาร 2) ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ทักษะด้านการอ่าน และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ทักษะทางคณิตศาสตร์ และ 3) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) กับสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในภาพรวมและรายด้านทุกด้าน

คำสำคัญ: สมรรถนะด้านการวิจัย ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

Abstract

This research aimed to study 1) To study research competency of Students in the Bachelor of Education Program Suan Dusit University 2) To study 21st century learning skills (3R8C) in relation to research competencies of Bachelor of Education students. Suan Dusit University. The sample used was Bachelor of Education program students Suan Dusit University, 153 people using Stratified sampling method. The research instruments were research competency questionnaire, there is a confidence value between .832 - .925 and 21st Century Learning Skills Questionnaire (3R8C), there is a confidence value between .805 - .900. The statistics used were percentage, mean, standard deviation. and correlation coefficient. The research results were found that 1) Research Competencies of Bachelor of Education Students Suan Dusit University The overall picture is at a high level. The aspect with the highest average was the researcher's ethical competency. and the aspect with the lowest average was language and communication competence. 2) 21st Century Learning Skills (3R8C) of Bachelor of Education Students Suan Dusit University The overall picture is at a high level. The aspect with the highest average was reading skills. and the aspect with the lowest average was math skills. and The results of an analysis of the relationship between learning skills in the 21st century (3R8C) and research competency of Bachelor of Education program students. Suan Dusit University found that there was a statistically significant relationship at the .01 level in overall and in all aspects.

Keywords: Research Competency, 21st Century Learning Skills

บทนำ

ศตวรรษที่ 21 เป็นช่วงเวลาแห่งการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกในหลากหลายเรื่องราวจนกระทบต่อการทำงานและการใช้ชีวิตของพลโลก โลกมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้เกิดการติดต่อสื่อสารได้ถึงกันทั่วโลก ปัจจุบัน จึงเป็นโลกไร้พรมแดนแห่งการค้าและการหลั่งไหลของข่าวสาร ข้อมูลต่าง ๆ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต เรียกว่า “โลกาภิวัตน์” อีกทั้งในปัจจุบันมนุษย์อยู่ในโลกโลกาภิวัตน์ที่ไม่มีความแน่นอน มนุษย์ต้องเรียนรู้ทักษะใหม่เพื่อพัฒนาสมรรถนะที่ดีในอนาคต ครูผู้สอนก็จะต้องมีทักษะและความสามารถในการจัดการเรียนรู้ มีเจตคติต่อวิชาชีพครู เพราะทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) เป็นทักษะใหม่ในอนาคตที่ครูควรมี เพื่อนำมาสร้างและออกแบบการวิจัยสมัยใหม่ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นเยาวชนยุคใหม่ที่พัฒนาได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ซึ่งทั้งหมดนี้ครูจะมีบทบาทที่สำคัญเป็นอย่างมากและการจะเป็นครูที่มีศักยภาพได้ ครูเองก็จำเป็นต้องพัฒนาทักษะของตนเองให้ก้าวทันศตวรรษที่ 21 [1] การศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นการเตรียมคนไปเผชิญการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว รุนแรง พลิกผัน และคาดไม่ถึง คนยุคใหม่จึงต้องมีทักษะที่สูงในการเรียนรู้และปรับตัว ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จะช่วยเตรียมความพร้อมให้นักเรียนรู้จักคิด เรียนรู้ ทำงาน แก้ปัญหา สื่อสารและร่วมมือทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพไปตลอดชีวิต [2]

ในโลกยุคใหม่สมรรถนะครูก็ต้องเปลี่ยนไป โดยครูจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาสมรรถนะให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานหรือกิจกรรมวิชาชีพครูได้อย่างมีประสิทธิภาพตามความคาดหวังขององค์กรทั้งระดับโรงเรียน เขตพื้นที่การศึกษาและกระทรวงศึกษาธิการซึ่งการประเมินสมรรถนะเป็นวิธีการประเมินกระบวนการทำงานและความสำเร็จจากการทำงานของบุคลากรทราบถึงความรู้ ความสามารถ และความเหมาะสมกับงาน ช่วยให้การปฏิบัติงานในหน้าที่บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

และราบรื่น นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการวางแผนปรับปรุงการปฏิบัติงาน และพัฒนาตนเองให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น [3]

ทักษะและความรู้ที่จำเป็นต่อการเป็นพลเมือง และการทำงานในศตวรรษที่ 21 มีความสำคัญมาในทุกยุคทุกสมัย ไม่ใช่เฉพาะในศตวรรษที่ 21 และได้ส่งผลกระทบต่อรูปแบบความสัมพันธ์ทางเศรษฐกิจ การเมืองสังคม และวัฒนธรรม อย่างรอบด้าน ซึ่งสามารถสรุปว่าเหตุผล 3 ประการ ว่าเหตุใดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จึงจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษใหม่ นั่นคือ รูปแบบเศรษฐกิจที่เปลี่ยนไป การพึ่งพาอาศัย ในระดับโลกที่เพิ่มมากขึ้นและภูมิทัศน์ในการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป [4] จากกรอบทิศทางพัฒนาการศึกษาในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ได้กำหนดแนวทางการพัฒนาการศึกษาด้านการพัฒนาการวิจัย คือ หากต้องการเพิ่มศักยภาพและความสามารถในการแข่งขันของประเทศจำเป็นต้องปรับตัวเรียนรู้ และมุ่งสู่การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก [5]

มหาวิทยาลัยสวนดุสิตให้ความสำคัญกับพันธกิจด้านการสร้างงานวิจัย โดยมีกลไกในการสนับสนุนพันธกิจด้านงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์แสดงตามแผนภาพระบบและกลไกการสนับสนุนพันธกิจด้านการวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ เป็นโครงสร้างพื้นฐานของมหาวิทยาลัยที่ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่การวิจัยในการสร้างงานวิจัย จนทำให้เกิดผลผลิตจากการวิจัยที่เป็นรูปธรรม [6] คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เป็นหน่วยงานที่ผลิตบัณฑิตสาขาการศึกษาที่มีคุณภาพ พร้อมทั้งเป็นศูนย์กลางในการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาตามมาตรฐานสากลของวิชาชีพครูให้มีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาองค์ความรู้และรูปแบบการจัดการเรียนการสอนและการวิจัยตามยุทธศาสตร์ของชาติ รวมทั้งการบริหารการศึกษาโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน [7]

จากความสำคัญและปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงเห็นว่า ควรที่จะศึกษาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ที่สัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต อันจะทำให้ได้ข้อค้นพบที่ระบุความจำเป็นในการนำไปปฏิบัติ หลังจากนั้นจึงนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของสมรรถนะการวิจัยที่เหมาะสม เพื่อให้นโยบายวิจัยสามารถแปลงไปสู่การปฏิบัติอย่างบังเกิดผล นำไปสู่ความยั่งยืนในทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อย่างเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนการปฏิรูปการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นแนวทางที่จะทำให้นักศึกษาครุศึกษามีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีคุณลักษณะตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพครู และนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ช่วงฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
2. เพื่อศึกษาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ที่สัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักศึกษาคณะครุศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษานปฐมวัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต จำนวน 249 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ นักศึกษาคณะครุศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษานปฐมวัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต จากนั้นใช้วิธีสุ่มกลุ่มตัวอย่าง กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรทาร์ ยามาเนโดยคำนวณหาจำนวนประชากรกลุ่มตัวอย่างของสาขาวิชาการศึกษานปฐมวัยของในมหาวิทยาลัย

(กรุงเทพมหานคร) วิทยาเขตสุพรรณบุรี ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งนครนายก และศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งลำปาง จำนวนทั้งสิ้นคือ 153 คน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 4 ศูนย์

สถานที่	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรุงเทพมหานคร	110	68
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี	51	22
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งนครนายก	61	45
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งลำปาง	27	18
รวม	249	153

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 1) ทักษะด้านการอ่าน 2) ทักษะด้านการเขียน 3) ทักษะทางคณิตศาสตร์ 4) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 5) ทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม 6) ทักษะด้านความเข้าใจความต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ 7) ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ 8) ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 9) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร 10) ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ และ 11) ทักษะมีความเมตตา กรุณา มีคุณธรรม และมีระเบียบวินัย

ตัวแปรตาม ได้แก่ สมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ประกอบด้วย 1) สมรรถนะด้านความรู้และทักษะการเขียนโครงร่างวิจัย 2) สมรรถนะด้านการบริหารจัดการโครงการวิจัย 3) สมรรถนะด้านคุณลักษณะของนักวิจัย 4) สมรรถนะด้านจรรยาบรรณนักวิจัย และ 5) สมรรถนะด้านภาษาและการสื่อสาร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีวิธีการดำเนินงานตามขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารงานวิจัยและเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาาระบบคอม
2) กำหนดโครงการสร้างแบบสอบถามโดยมีรายละเอียด ได้แก่ การกำหนดรูปแบบของคำถามโดยได้ศึกษาวิธีการแบบสอบถามจากตำราและศึกษาจากแบบสอบถามในงานวิจัยของบุคคลอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้าย ๆ กันและขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาในการเสนอแนะแก้ไข

3) สร้างแบบสอบถามฉบับร่างตามขอบเขตและโครงสร้างที่ได้กำหนดไว้

4) ผู้วิจัยนำแบบสอบถามฉบับร่างที่สร้างเสร็จเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาและสอดคล้องตามนิยามของตัวแปร พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67 - 1.00

5) ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้รับการเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง และนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (tryout) กับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจด้านเนื้อหาและค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronach's Alpha Coefficient) และนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปโดยแบบสอบถาม (Questionnaire) แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ ระดับชั้นที่กำลังศึกษา และสถานศึกษา

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย ด้านความรู้และทักษะการเขียน โครงร่างวิจัย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .923 ด้านการบริหารจัดการโครงการวิจัย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .832 ด้านคุณลักษณะของนักวิจัย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .925 ด้านจรรยาบรรณนักวิจัย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .891 และด้านภาษาและสื่อสาร มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .898

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย ทักษะด้านการอ่าน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .805 ทักษะด้านการเขียน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .831 ทักษะทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .879 ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .816 ทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .833 ทักษะด้านความเข้าใจความต่าง วัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .874 ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .840 ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .900 ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .839 ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .837 และทักษะมีความเมตตา กรุณา มีคุณธรรม และมีระเบียบวินัย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .881

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) และสมรรถนะด้านการวิจัย ของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลตามลำดับดังนี้

1) ส่งแบบสอบถามแก่นักศึกษาสาขาการศึกษาปฐมวัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ในศูนย์การศึกษา นอกที่ตั้ง จำนวน 4 ศูนย์ ตามที่ได้กำหนดไว้ จำนวน 153 ชุด ได้กลับมา 153 ชุด คิดเป็น 100% ตรวจสอบความ สมบูรณ์ ของแบบสอบถามก่อนนำไปวิเคราะห์

2) นำผลคะแนนของแบบสอบถามที่สมบูรณ์ไปวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1) วิเคราะห์สถิติพื้นฐานทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) และสมรรถนะด้านการวิจัย ของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) วิเคราะห์ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ที่สัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษา หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Correlation (r)

การแปลความหมายของคะแนนผู้วิจัยใช้เกณฑ์การแบ่งเป็น 5 ช่วงชั้นเท่า ๆ กัน ดังนี้ [7]

ช่วงคะแนน	ระดับความเป็นจริง
4.50 - 5.00	มากที่สุด
3.50 - 4.49	มาก
2.50 - 3.49	ปานกลาง
1.50 - 2.49	น้อย
1.00 - 1.49	น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาทักษะการเขียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ที่สัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า เพศ พบว่า นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 151 คน คิดเป็นร้อยละ 98.70 และเพศชาย จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 1.30 ส่วนชั้นปี พบว่า นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 46.40 รองลงมาคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 30.70 และนักศึกษาชั้นปีที่ 5 จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 22.90 และสถานศึกษา พบว่า นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ส่วนใหญ่อยู่ในมหาวิทยาลัย (กรุงเทพมหานคร) จำนวน 68 คน คิดเป็นร้อยละ 44.40 รองลงมาคือ ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง นครนายก จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 29.40 วิทยาเขตสุพรรณบุรี จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 14.40 และศูนย์การศึกษา นอกที่ตั้ง ลำปาง จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 11.80

2. สมรรถนะการด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมาก อันดับแรกคือ ด้านจรรยาบรรณนักวิจัย รองลงมา ด้านคุณลักษณะของนักวิจัย ด้านการบริหารจัดการโครงการวิจัย ด้านความรู้และทักษะการเขียนโครงร่างวิจัย และด้านภาษาและการสื่อสาร ตามลำดับ ซึ่งทักษะการเขียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ที่สัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พบว่า ทักษะการเขียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทั้งหมด 11 ด้าน ได้แก่ ทักษะด้านการอ่าน ทักษะด้านการเขียน ทักษะทางคณิตศาสตร์ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะด้านความเข้าใจความต่างวัฒนธรรมต่างกระบวน ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ทักษะอาชีพและทักษะการเขียนรู้ ทักษะมีความเมตตา กรุณา มีคุณธรรม และมีระเบียบวินัยมีความสัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัยในด้านด้านความรู้และทักษะการเขียนโครงร่างวิจัย ด้านการบริหารจัดการโครงการวิจัย ด้านคุณลักษณะของนักวิจัย ด้านจรรยาบรรณนักวิจัย ด้านภาษาและสื่อสาร ทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต โดยรวมและรายด้าน

ทักษะการเขียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C)	\bar{X}	S.D.	ระดับ	ลำดับที่
1. ด้านความรู้และทักษะการเขียนโครงร่างวิจัย	3.71	0.58	มาก	4
2. ด้านการบริหารจัดการโครงการวิจัย	3.79	0.55	มาก	3
3. ด้านคุณลักษณะของนักวิจัย	3.82	0.54	มาก	2
4. ด้านจรรยาบรรณนักวิจัย	3.90	0.58	มาก	1
5. ด้านภาษาและสื่อสาร	3.44	0.79	มาก	5
รวม	3.73	0.10	มาก	

3. ทักษะการเขียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมาก อันดับแรกคือ ทักษะด้านการอ่าน รองลงมา ทักษะมีความเมตตา กรุณา

มีคุณธรรม และมีระเบียบวินัย ทักษะด้านความเข้าใจความต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ ทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะด้านการเขียนทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และทักษะทางคณิตศาสตร์ ตามลำดับดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต โดยรวมและรายด้าน

ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C)	\bar{X}	S.D.	ระดับ	ลำดับที่
1. ทักษะด้านการอ่าน	4.15	0.56	มาก	1
2. ทักษะด้านการเขียน	3.86	0.56	มาก	8
3. ทักษะทางคณิตศาสตร์	3.55	0.78	มาก	11
4. ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	3.81	0.58	มาก	10
5. ทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	3.86	0.57	มาก	7
6. ทักษะด้านความเข้าใจความต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์	3.92	0.62	มาก	3
7. ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	3.92	0.58	มาก	4
8. ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ	3.89	0.54	มาก	5
9. ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร	3.85	0.52	มาก	9
10. ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้	3.88	0.55	มาก	6
11. ทักษะมีความเมตตา กรุณา มีคุณธรรม และมีระเบียบวินัย	3.96	0.57	มาก	2
รวม	3.88	0.07	มาก	

4. ผลการทดสอบสมมติฐานด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation) พบว่า ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในภาพรวม และรายด้านทุกด้าน มีความสัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัย ของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิตในภาพรวม และรายด้านทุกด้าน ($r = .883$, $p = .000$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ที่สัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัย ของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C)	สมรรถนะด้านการวิจัย					รวม
	ด้านความรู้และการเขียน โครงร่างวิจัย	ด้านการ บริหารจัดการ โครงการวิจัย	ด้าน คุณลักษณะ ของนักวิจัย	ด้าน จรรยาบรรณ นักวิจัย	ด้านภาษา และสื่อสาร	
ด้านการอ่าน	$r = 0.366$ $p = .000$	$r = 0.281$ $p = .000$	$r = 0.314$ $p = .000$	$r = 0.380$ $p = .000$	$r = 0.332$ $p = .000$	$r = 0.395$ $p = .000$
ด้านการเขียน	$r = 0.498$ $p = .000$	$r = 0.443$ $p = .000$	$r = 0.481$ $p = .000$	$r = 0.510$ $p = .000$	$r = 0.533$ $p = .000$	$r = 0.585$ $p = .000$
ด้านคณิตศาสตร์	$r = 0.473$	$r = 0.476$	$r = 0.499$	$r = 0.378$	$r = 0.666$	$r = 0.601$

ทักษะการเรียนรู้ใน ศตวรรษที่ 21 (3R8C)	สมรรถนะด้านการวิจัย					
	ด้านความรู้ และการเขียน โครงร่างวิจัย	ด้านการ บริหารจัดการ โครงการวิจัย	ด้าน คุณลักษณะ ของนักวิจัย	ด้าน จรรยาบรรณ นักวิจัย	ด้านภาษา และสื่อสาร	รวม
ด้านการคิดอย่างมี วิจารณญาณและ การแก้ปัญหา	p = .000 r = 0.547	p = .000 r = 0.561	p = .000 r = 0.598	p = .000 r = 0.605	p = .000 r = 0.517	p = .000 r = 0.662
ด้านการคิด สร้างสรรค์และ นวัตกรรม	p = .000 r = 0.556	p = .000 r = 0.565	p = .000 r = 0.660	p = .000 r = 0.679	p = .000 r = 0.541	p = .000 r = 0.703
ด้านความเข้าใจ ความต่าง วัฒนธรรมต่าง กระบวนทัศน์	p = .000 r = 0.422	p = .000 r = 0.497	p = .000 r = 0.582	p = .000 r = 0.598	p = .000 r = 0.498	p = .000 r = 0.610
ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	p = .000 r = 0.448	p = .000 r = 0.535	p = .000 r = 0.615	p = .000 r = 0.631	p = .000 r = 0.491	p = .000 r = 0.636
ด้านการสื่อสาร สารสนเทศและการ รู้เท่าทันสื่อ	p = .000 r = 0.530	p = .000 r = 0.576	p = .000 r = 0.667	p = .000 r = 0.602	p = .000 r = 0.545	p = .000 r = 0.684
ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยี สารสนเทศ และการสื่อสาร	p = .000 r = 0.615	p = .000 r = 0.619	p = .000 r = 0.708	p = .000 r = 0.645	p = .000 r = 0.479	p = .000 r = 0.711
ด้านอาชีพและ การเรียนรู้	p = .000 r = 0.646	p = .000 r = 0.682	p = .000 r = 0.757	p = .000 r = 0.670	p = .000 r = 0.537	p = .000 r = 0.765
ด้านความเมตตา กรุณา มีคุณธรรม และมีระเบียบวินัย	p = .000 r = 0.547	p = .000 r = 0.605	p = .000 r = 0.678	p = .000 r = 0.710	p = .000 r = 0.442	p = .000 r = 0.689
รวม	p = .000 r = 0.862	p = .000 r = 0.883	p = .000 r = 0.894	p = .000 r = 0.785	p = .000 r = .829	p = .000 r = .883

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ที่สัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัย
ของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พบว่า

ความคิดเห็นข้อที่ 1 คือ นักศึกษาคิดว่าทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) มีความจำเป็นสำหรับ
วิชาชีพครูหรือไม่ อย่างไรก็ตาม พบว่า นักศึกษาคิดว่าทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) มีความจำเป็น
เพราะสามารถนำมาพัฒนาตนเอง พัฒนาการวิชาชีพ พัฒนาผู้เรียน และสามารถนำมาปรับใช้กับการสอนได้

การมีทักษะต่าง ๆ ในศตวรรษที่ 21 สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ปัจจุบันได้ และสามารถนำมาบูรณาการได้อย่างหลากหลาย

ความคิดเห็นข้อที่ 2 คือ นักศึกษาสามารถนำสมรรถนะด้านการวิจัยมาปรับใช้สำหรับการประกอบวิชาชีพครูได้อย่างไร พบว่า นักศึกษาสามารถนำสมรรถนะด้านการวิจัยมาปรับใช้สำหรับการประกอบวิชาชีพครู โดยสามารถนำสมรรถนะในด้านต่าง ๆ มาพัฒนาตนเองและทำวิจัยได้ สามารถนำมาปรับใช้ในการพัฒนาเด็กให้มีคุณภาพ มีการพัฒนาหลักสูตรและพัฒนาสถานศึกษาได้ และสามารถนำไปฝึกฝนปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้ เพื่อให้ผลงานออกมามีประสิทธิภาพ

ความคิดเห็นข้อที่ 3 คือ ข้อเสนอแนะ พบว่า นักศึกษาให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้ เป็นหัวข้อเรื่องที่ดี สามารถนำไปพัฒนานวัตกรรมและงานวิจัยของตนเองได้เป็นอย่างดี ขออาจารย์ที่สอนวิจัยที่เข้าใจหน่อยค่ะ เป็นวิจัยที่น่าสนใจ คำถามอาจมีมากไป เนื้อหาน่าสนใจ สามารถนำมาเป็นความรู้ได้ อยากให้ข้อคำถามในการวิจัยน้อยลง และวิจัยดีแล้วแต่เนื้อหาอาจจะหนักไปนิดนึงสำหรับคนที่ยังไม่ชำนาญในเรื่องงานวิจัย

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย สรุปเป็นประเด็นสำคัญ ได้ดังนี้

1. สมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พบว่า ภาพรวมสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านจรรยาบรรณนักวิจัย รองลงมา คือ ด้านคุณลักษณะของนักวิจัย และด้านภาษาและสื่อสารที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่า สมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต มีสมรรถนะด้านจรรยาบรรณนักวิจัย และด้านคุณลักษณะของนักวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับด้านภาษาและสื่อสาร นักศึกษาควรได้รับการพัฒนาสมรรถนะเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทำวิจัยของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของประทีปทิพย์ พรไชยยา [8] การพัฒนารูปแบบการสร้างเสริมสมรรถนะการวิจัยในชั้นเรียนของครู มีแนวทางการพัฒนารูปแบบตามขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการเตรียมการ 2) ขั้นตอนการสร้างรูปแบบ 3) ขั้นตอนการนำไปทดลองใช้ (Try-out) 4) ขั้นตอนการประเมินรูปแบบ มีแนวทางการดำเนินการสร้างเสริมสมรรถนะการวิจัยในชั้นเรียนให้ครูโดยการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการ ตามขั้นตอนการสร้างเสริมสมรรถนะ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างความตระหนักการสร้างเสริมสมรรถนะการวิจัยในชั้นเรียน 2) การวางแผน 3) การประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อสร้างเสริมสมรรถนะการวิจัยในชั้นเรียน 4) การประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการวิจัยในชั้นเรียน 5) การนิเทศให้คำปรึกษาเพื่อพัฒนาสมรรถนะการวิจัยในชั้นเรียน 6) การเผยแพร่ผลงานการวิจัยในชั้นเรียนเพื่อสร้างเสริมสมรรถนะในการวิจัยในชั้นเรียนของครู

2. ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ที่สัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พบว่า ภาพรวมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต อยู่ในระดับมาก ทักษะด้านการอ่าน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ ทักษะมีความเมตตา กรุณา มีคุณธรรม และมีระเบียบวินัย และทักษะทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของวศิน ชูชาติ [9] ที่พบว่า ระดับความสามารถในการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนแห่งศตวรรษที่ 21 ทักษะที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ทักษะการร่วมมือ ทำงานเป็นทีม รองลงมาคือ ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม และทักษะที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการสื่อสาร และบันเย็น เฟิงกระจ่าง [10] ที่พบว่า การพัฒนาครูด้านการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ของโรงเรียนสาธิตสาธิตหนองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณา

รายด้าน เรียงลำดับ ค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา และต่ำสุด ดังนี้ ค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการพาให้เกียรติอยู่ในระดับมาก รองลงมาคือ ด้านจริยธรรม อยู่ในระดับมาก และ ค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ด้านสังเคราะห์

3. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ที่สัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทั้งหมด 11 ด้าน ได้แก่ ทักษะด้านการอ่าน ทักษะด้านการเขียน ทักษะทางคณิตศาสตร์ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะด้านความเข้าใจความต่างวัฒนธรรมต่างกระบวน ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ ทักษะมีความเมตตา กรุณา มีคุณธรรม และมีระเบียบวินัยมีความสัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัยในด้านด้านความรู้และทักษะการเขียนโครงการวิจัย ด้านการบริหารจัดการโครงการวิจัย ด้านคุณลักษณะของนักวิจัย ด้านจรรยาบรรณนักวิจัย ด้านภาษาและการสื่อสาร ทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 อาจเนื่องมาจากทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) และสมรรถนะด้านการวิจัย เป็นสิ่งที่ควรจะมีและพึงปฏิบัติเพราะเป็นการเตรียมตัวให้พร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงคนในยุคใหม่ ครูจึงต้องมีทักษะการเรียนรู้และพร้อมที่จะปรับตัวจะได้นำไปพัฒนาตนเองและพัฒนาผู้เรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของวรพจน์วงศ์กิจรุ่งเรือง และอธิป จิตฤกษ์ [11] ที่พบว่า การศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นการเตรียมคนไปเผชิญการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว รุนแรง พลิกผัน และคาดไม่ถึง คนยุคใหม่จึงต้องมีทักษะที่สูงในการเรียนรู้และปรับตัวครูเพื่อศิษย์ต้องพัฒนาตนเองให้มีทักษะของการเรียนรู้ด้วย และในขณะเดียวกันต้องมีทักษะในการทำหน้าที่ครูในศตวรรษที่ 21 ซึ่งไม่เหมือนการทำหน้าที่ครูในศตวรรษที่ 20 หรือ 19 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จะช่วยเตรียมความพร้อมให้นักเรียนรู้จักคิด เรียนรู้ ทำงาน แก้ปัญหา สื่อสารและร่วมมือทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพไปตลอดชีวิต ซึ่งมีเหตุผลอยู่สามประการด้วยกันคือ ประการแรก ทักษะเหล่านี้ไม่ได้ถูกบรรจุในหลักสูตรหรือถูกประเมินเลย บางคนอาจจะเกิดทักษะนี้โดยบังเอิญจากชีวิตประจำวันหรือ ประสบการณ์ในการทำงาน ประการที่สอง ทักษะเหล่านี้มีความสำคัญต่อนักเรียนทุกคน องค์กร มีการปรับโครงสร้างการบริหารให้เป็นแนวราบ เพิ่มการใช้เทคโนโลยี สร้างระบบงานที่ยืดหยุ่น และกระจายความรับผิดชอบให้พนักงานระดับปฏิบัติการมากขึ้น ประการที่สาม สำหรับผู้ที่เริ่มทำงานใหม่ ๆ ก็ถูกคาดหวังว่าจะสามารถใช้ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 อธิบายทักษะหลายอย่างที่เป็นอย่างใหม่ ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว ความเป็นผู้นำและการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรม

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับปัจจัยแต่ละปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น
2. ควรศึกษาเพื่อพัฒนาสมรรถนะในด้านการวิจัยของนักศึกษาว่าควรมีการพัฒนาสมรรถนะในด้านใดเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของนักศึกษาในการทำวิจัยในชั้นเรียนให้มีคุณภาพ

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับ ผู้ศึกษาสรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลได้ ดังนี้

1. สมรรถนะการด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พบว่าภาพรวมอยู่ในระดับมาก อันดับแรกคือ ด้านจรรยาบรรณนักวิจัย รองลงมา ด้านคุณลักษณะของนักวิจัย ด้านการบริหารจัดการโครงการวิจัย ด้านความรู้และทักษะการเขียนโครงการวิจัย และด้านภาษาและการสื่อสาร ตามลำดับ

2. ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมาก อันดับแรกคือ ทักษะด้านการอ่าน รองลงมา ทักษะมีความเมตตา กรุณา มีคุณธรรม และมีระเบียบวินัย ทักษะด้านความเข้าใจความต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ ทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะด้านการเขียน ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และทักษะทางคณิตศาสตร์ ตามลำดับ

3. ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3R8C) ที่สัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต พบว่า ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทั้งหมด 11 ด้าน ได้แก่ ทักษะด้านการอ่าน ทักษะด้านการเขียน ทักษะทางคณิตศาสตร์ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะด้านความเข้าใจความต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ ทักษะมีความเมตตา กรุณา มีคุณธรรม และมีระเบียบวินัย มีความสัมพันธ์กับสมรรถนะด้านการวิจัยในด้านด้านความรู้และทักษะ การเขียนโครงร่างวิจัย ด้านการบริหารจัดการโครงการวิจัย ด้านคุณลักษณะของนักวิจัย ด้านจรรยาบรรณนักวิจัย ด้านภาษาและสื่อสาร ทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชนะตีก โพร้นอก, และเกียรติสุดา ศรีสุข. (2563). การพัฒนาตัวบ่งชี้ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน 2564, จาก http://edu.msu.ac.th/journal/home/journal_file/659.pdf
- [2] วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง, และคณะ. (2556). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21. สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน 2564, จาก https://research.psu.ac.th/files/res_che2553/resche_files/968_CUnit2.pdf
- [3] ชนะตีก โพร้นอก, และเกียรติสุดา ศรีสุข. (2556). รูปแบบการประเมินสมรรถนะครูที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2564, จาก <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jemmsu/article/view/146499/108006>
- [4] สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์. (2556). ทักษะและความรู้ที่จำเป็นต่อการเป็นพลเมืองและการทำงานในศตวรรษที่ 21. สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน 2564, จาก https://research.psu.ac.th/files/res_che2553/resche_files/968_CUnit2.pdf
- [5] แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560 - 2564). การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2564, จาก https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422
- [6] มหาวิทยาลัยสวนดุสิต. (2563). สร้างงานวิจัยบริการวิชาการเชิงรุกเพื่อประโยชน์ของสังคมที่ยั่งยืน. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2564, จาก <http://www.dusit.ac.th/wp-content/uploads/2021/03/Good-University-Report-2020.pdf>
- [7] คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต. (2558). ปรัชญา วิสัยทัศน์ พันธกิจ. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2564, จาก <https://education.dusit.ac.th/vision>

- [8] ประทีนทิพย์ พรไชยยา. (2561). การพัฒนารูปแบบการสร้างเสริมสมรรถนะการวิจัยในชั้นเรียนของครู
ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2564,
จาก <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/pacific/article/download/177947/126597/>
- [9] วศิน ชูชาติ. (2559). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้
ของผู้เรียนแห่งศตวรรษที่ 21 จังหวัดสุพรรณบุรี. สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2564, จาก
<http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/1485/1/57260314.pdf>
- [10] บัญเย็น เฟ็งกระจ่าง. (2561). การพัฒนาครูด้านการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ของโรงเรียนสารสาสน์
วิเทศ คลองหลวง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน. สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน
2564, จาก https://mis.krirk.ac.th/librarytext/ED/2561/F_Banyen_%20%20Phengkrachang.pdf
- [11] วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง, และอธิป จิตฤกษ์. (2556). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21. สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน 2564,
จาก https://research.psu.ac.th/files/res_che2553/resche_files/968_CUnit2.pdf

**RANC15-007 ความแตกต่างระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบ
มาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ
DIFFERENCES BETWEEN INDIVIDUAL FACTORS AND LEARNING OUTCOMES
ACCORDING TO THE NATIONAL HIGHER EDUCATION QUALIFICATIONS
FRAMEWORK FOR INTERNATIONAL UNIVERSITY STUDENTS**

สุบิน พุทโสสม*, นิตยา ลีโนทัย
Subin Putsom, Nitaya Leenothai*

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยนานาชาติเอเชีย-แปซิฟิก
Faculty of Business Administration, Asia-Pacific International University

*Corresponding author, E-mail: subin@apiu.edu

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับชาติของนักศึกษาด้านทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม ทักษะทางความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับชาติของนักศึกษาด้านทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม ทักษะทางความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาจำนวน 315 คน จัดเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม สถิติที่ใช้คือ ความถี่ ร้อยละ t-test และ One-way ANOVA POSTHOC test ด้วยวิธี Scheffe ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุ 19 ปี ถึง 21 ปี กำลังศึกษาอยู่ในชั้นปีที่ 4 มีเกรดเฉลี่ยสะสม 3.01 ถึง 3.50 ศึกษาอยู่ในคณะศิลปศาสตร์และมนุษยศาสตร์ หลักสูตรนานาชาติ และมีเชื้อชาติไทย การวิเคราะห์ผลลัพธ์การเรียนรู้จำแนกตามตัวแปรปัจจัยพบว่าเพศ อายุ หลักสูตรที่ศึกษา และเชื้อชาติที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติไม่แตกต่างกัน ส่วนนักศึกษาที่มีชั้นปีที่ศึกษาแตกต่างกันมีทักษะทางปัญญาแตกต่างกัน และนักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมแตกต่างกันมีทักษะทางความรู้ ทักษะทางปัญญา และทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบแตกต่างกัน นอกจากนี้นักศึกษาที่มีคณะวิชาศึกษาแตกต่างกันมีทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม ทักษะทางความรู้ และทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ 0.05

คำสำคัญ: ผลลัพธ์การเรียนรู้ กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ปัจจัยต่อผลการเรียนรู้

Abstract

The objectives of this research were: 1) to study the level of learning outcomes according to the national qualification framework of students on moral, ethical, cognitive skills, intellectual skills, interpersonal skills and responsibilities, and numerical analysis skills, communication and the use of information technology; and 2) to compare differences between opinions on learning outcomes according to the national qualification framework of students on moral, ethical, cognitive skills, intellectual skills, interpersonal skills and responsibilities, and numerical analysis skills, communication and use of information technology, classified by personal factors. The sample consisted of 315 students. Data were collected by using a questionnaire. The statistics used were frequency, percentage, t-test, and One-way ANOVA POSTHOC by the Scheffe method. The majority of respondents were female, aged 19 to 21, studying in the fourth year, with a cumulative GPA of 3.01 to 3.50, studying in the Faculty of Arts and Humanities, international program, and have Thai nationality. Learning outcome mean difference analysis revealed that gender, age, program of study, and different nationalities had no different opinions on learning outcomes according to the National Higher Education Qualifications Framework. Students with different years of study had different intellectual skills. Students with different CGPAs had different knowledge, intellectual skills, interpersonal skills, and responsibilities. In addition, students with different faculties had significantly different moral, ethical, cognitive skills, and numerical analysis skills, communication and use of information technology at the 0.05 Statistical Level.

Keywords: Learning Outcomes, National Higher Education Qualifications Framework, Learning Outcome Factor

บทนำ

กรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (Thai Qualifications Framework for Higher Education: TQF) เป็นกรอบที่แสดงระบบบริหารจัดการเพื่อคุณภาพคุณวุฒิการศึกษาระดับอุดมศึกษาของประเทศไทย ประกอบด้วยความเชื่อมโยงต่อเนื่องจากคุณวุฒิระดับหนึ่งไปสู่ระดับที่สูงขึ้น ผลการเรียนรู้ของแต่ละระดับคุณวุฒิจะเพิ่มสูงขึ้นตามระดับของคุณวุฒิ กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษายังเป็นแนวทางในการพัฒนาหรือปรับปรุงหลักสูตรระดับปริญญาตรี และเป็นประโยชน์ต่อการรักษาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาระดับอุดมศึกษาของสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทยทุกแห่งให้มีมาตรฐานเทียบเคียงกันได้ทั้งในระดับชาติและระดับสากลและสอดคล้องกับประกาศกระทรวงศึกษาธิการเรื่องกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 [1] ได้กำหนดการเรียนรู้และมาตรฐานผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาของประเทศไทยไว้ว่า การเรียนรู้คือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ที่นักศึกษาพัฒนาขึ้นด้วยตนเองจากประสบการณ์ที่ได้รับระหว่างการศึกษ กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษากำหนดผลการเรียนรู้ (Learning outcomes) ที่คาดหวังให้กับบัณฑิต ดังนั้นผลการเรียนรู้ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีอย่างน้อย 5 ด้าน คือ ด้านคุณธรรม จริยธรรม (Ethics and moral) ด้านความรู้ (Knowledge) ด้านทักษะทางปัญญา (Cognitive skills) ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ (Interpersonal skills and responsibility) และด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ (Numerical analysis, communication and information technology skills) ซึ่งต้องการให้สถาบันอุดมศึกษาทุกแห่ง

มุ่งจัดการศึกษาด้วยเป้าหมายเดียวกันได้อย่างมีคุณภาพ เพิ่มความเชื่อมั่นให้แก่สังคมในด้านคุณภาพ และมาตรฐานของคุณวุฒิที่บัณฑิตจะต้องมีหลังจากสำเร็จการศึกษา [2]

จากการทบทวนวรรณกรรมพบบางงานวิจัยศึกษาเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ระดับอุดมศึกษาแห่งชาติร่วมกับตัวแปรต่าง ๆ เช่น ศิราณีย์ อินทรหนองไผ่และจุฑามาศ คชโคตร พบว่า ผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา (TQF) โดยรวมอยู่ในระดับมาก และด้านคุณธรรม จริยธรรม ด้านความรู้ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และด้านทักษะการปฏิบัติ ทางวิชาชีพอยู่ในระดับมาก ยังพบอีกว่าผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความแตกต่างกัน และผลการเรียนรู้ของนิสิตกลุ่มที่ฝึกในลักษณะชุมชนแตกต่างกันมีระดับความคิดเห็นต่อผลการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน [3] ปาณิสรา ส่งวัฒนายุทธ และคณะ พบว่าคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์โดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยแยกเป็น ด้านคุณธรรม จริยธรรม ด้านความรู้ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ และด้านการ ปฏิบัติเชิงวิชาชีพอยู่ในระดับมาก ยังพบว่าปัจจัยด้านรูปแบบการเรียนรู้และด้านความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วม ชั้นเรียนมีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา แห่งชาติ [4] ส่วนเพลินพิศ ศิริ-สมบุญ พบว่าคุณลักษณะของบัณฑิตตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา แห่งชาติอยู่ในระดับมาก ซึ่งมีคุณลักษณะของบัณฑิตด้านคุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะของบัณฑิตด้านทักษะ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความ รับผิดชอบ คุณลักษณะของบัณฑิตด้านความรู้ คุณลักษณะของบัณฑิต ด้านทักษะทางปัญญา และคุณลักษณะของบัณฑิตด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศทุกด้านมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก [5] นาดยา พึ่งสว่าง และสิริพร บุญเจริญพานิช พบว่า คุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามอัตลักษณ์ของวิทยาลัยพยาบาลทหารอากาศโดยรวมอยู่ในระดับมาก และผล การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผู้สำเร็จการศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์โดยรวมไม่มี ความแตกต่างกัน [6] และปัทมาภรณ์ คงขุนทดและคณะ พบว่าคุณภาพบัณฑิต ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ยังพบว่าคุณภาพบัณฑิตตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ฯ และอัตลักษณ์บัณฑิตมีความสัมพันธ์ทางบวก [7]

สรุปผลจากการศึกษางานวิจัยในอดีตที่ผ่านมาเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ระดับอุดมศึกษาแห่งชาติส่วนใหญ่เป็นการวัดระดับความคิดเห็นและเจตคติของผู้ให้ข้อมูล แต่ยังต้องการการศึกษา ปัจจัยที่มีส่วนหรือมีผลต่อผลการจัดการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐาน ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งเน้น การเปรียบเทียบความแตกต่างของนักศึกษาตามปัจจัยส่วนบุคคลของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ เป็นการ เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างจากงานวิจัยในอดีต ข้อค้นพบที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้ เพื่อวิเคราะห์ ความแตกต่างของผลการจัดการเรียนรู้จากปัจจัยส่วนบุคคลบางปัจจัยซึ่งแสดงความสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับ ผลงานวิจัยในอดีต อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุ ผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติตาม ความคิดเห็นของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ
2. เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์การเรียนรู้จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล เช่น เพศ อายุ ชั้นปีที่ ศึกษา เกรดเฉลี่ยสะสม คณะที่ศึกษา หลักสูตรที่ศึกษา และเชื้อชาติของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติเอเชีย-แปซิฟิก อำเภอวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี จำนวน 918 คน [8] นำมาคำนวณโดยใช้สูตรของ Yamane (1973) กรณีทราบขนาดประชากร ระดับความคลาดเคลื่อนเท่ากับร้อยละ 0.05 [9] ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ได้เท่ากับ 279 คน ได้จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามจริง 315 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ เพศ หลักสูตรที่ศึกษา เชื้อชาติ อายุ ชั้นปีที่ศึกษา เกรดเฉลี่ยสะสม และคณะวิชาที่ศึกษา

- ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ ผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ ประกอบด้วย ผลลัพธ์การเรียนรู้ตามทักษะ 5 ด้าน คือ ทักษะทางความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

3. เครื่องมือที่ใช้และการตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

เครื่องมือวิจัยคือแบบสอบถามที่คณะผู้วิจัยศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วพัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบจำนวน 7 ข้อ ได้แก่ เพศ หลักสูตรที่ศึกษา เชื้อชาติ อายุ ชั้นปีที่ศึกษา เกรดเฉลี่ยสะสม และคณะวิชาที่ศึกษา เป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ประกอบด้วย ทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม จำนวน 5 ข้อ ทักษะทางความรู้ จำนวน 5 ข้อ ทักษะทางปัญญา จำนวน 5 ข้อ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ จำนวน 4 ข้อ และทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 4 ข้อ ข้อคำถามเป็นแบบมาตราวัดประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert's scale) คือ ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก ระดับ 3 หมายถึง ไม่แน่ใจ ระดับ 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย และระดับ 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยน้อยที่สุด

การออกแบบข้อคำถามทั้งหมดได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ ผลปรากฏว่าไม่มีข้อคำถามใดมีค่าต่ำกว่า 0.67 และได้แบบสอบถามจำนวน 30 ชุดไปทดลองเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษาพบว่าค่าความเชื่อมั่น Cronbach's Alpha Coefficient ของแบบสอบถาม 0.94 หลังจากนั้นจึงนำข้อคำถามทั้งหมดในแบบสอบถามไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง และได้ทดสอบค่าความเชื่อมั่น Cronbach's Alpha Coefficient ของแบบสอบถามจากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 315 คน พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.94 โดย Hulin, Netemeyer และ Cudeck กล่าวว่าค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับโดยทั่วไปเท่ากับ 0.60 – 0.70 [10]

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่นำมาใช้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อจำแนกตามลักษณะข้อมูลและวัตถุประสงค์ของการวิจัยมีดังนี้ การวิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคลของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติใช้ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ส่วนการวัดระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับด้านผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ใช้สถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การกำหนดเกณฑ์การแปลผลระดับการรับรู้จากข้อคำถามในแบบสอบถามเป็นแบบอันตรภาคชั้น (Interval Scale) การกำหนดค่าความกว้าง

ของอันตรภาค โดยแบ่งระดับคะแนนการรับรู้ได้ดังนี้ 4.21 – 5.00 หมายถึง การรับรู้มากที่สุด 3.41 – 4.20 หมายถึง การรับรู้มาก 2.61 – 3.40 หมายถึง การรับรู้ปานกลาง 1.81 – 2.60 หมายถึง การรับรู้น้อย และ 1.00 – 1.80 หมายถึง การรับรู้น้อยที่สุด [11] และการวิเคราะห์ความแตกต่างใช้สถิติทดสอบ t-test และ F-test กรณีพบความแตกต่างใช้สถิติทดสอบรายคู่ด้วย Scheffe

ผลการวิจัย

1. รายละเอียดปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามในครั้งนี้ คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 174 คน คิดเป็นร้อยละ 55.2 ศึกษาอยู่ในหลักสูตรนานาชาติ จำนวน 174 คน คิดเป็นร้อยละ 55.2 มีเชื้อชาติไทย 169 คน คิดเป็นร้อยละ 53.7 มีอายุ 19 ปี ถึง 21 ปี จำนวน 154 คน คิดเป็นร้อยละ 48.9 กำลังศึกษาอยู่ในชั้นปีที่ 4 จำนวน 101 คน คิดเป็นร้อยละ 32.1 มีเกรดเฉลี่ยสะสม 3.01 ถึง 3.50 จำนวน 117 คน คิดเป็นร้อยละ 37.1 และศึกษาอยู่ในคณะศิลปศาสตร์และมนุษยศาสตร์ จำนวน 75 คน คิดเป็นร้อยละ 23.8 ดังรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 1 ตารางที่ 1 ข้อมูลวิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคลของนักศึกษา

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน (n = 315)	ร้อยละ (%)
เพศ		
ชาย	141	44.8
หญิง	174	55.2
หลักสูตรที่ศึกษา		
หลักสูตรไทย	141	44.8
หลักสูตรนานาชาติ	174	55.2
เชื้อชาติ		
ไทย	169	53.7
ต่างชาติ	146	46.3
อายุ		
ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 18 ปี	22	7.0
19 ปี ถึง 21 ปี	154	48.9
22 ปี ถึง 24 ปี	111	35.2
25 ปีขึ้นไป	28	8.9
ชั้นปี		
ชั้นปีที่ 1	78	24.8
ชั้นปีที่ 2	78	24.8
ชั้นปีที่ 3	58	18.4
ชั้นปีที่ 4	101	32.1
เกรดเฉลี่ยสะสม		
ต่ำกว่า 2.50	46	14.6
2.51 – 3.00	100	31.7
3.01 – 3.50	117	37.1
สูงกว่า 3.51	52	16.5

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน (n = 315)	ร้อยละ (%)
คณะวิชาที่ศึกษา		
บริหารธุรกิจ	70	22.2
พยาบาลศาสตร์	70	22.2
ศิลปศาสตร์และมนุษยศาสตร์	75	23.8
ศาสนศาสตร์	25	7.9
วิทยาศาสตร์	22	7.0
ศึกษาศาสตร์	31	9.8
เทคโนโลยีสารสนเทศ	22	7.0

2. ผลการศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ

ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติแสดงในตารางที่ 3 พบว่า นักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติมีระดับความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.87$, S.D. = 0.54) โดยมีระดับความคิดเห็นสูงสุดในด้าน “ทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม” อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.65) มีระดับความคิดเห็นต่ำสุดในด้าน “ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ” อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.76$, S.D. = 0.70) ดังรายละเอียดที่ปรากฏในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับการรับรู้
1. ทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม	4.00	0.65	มาก
2. ทักษะทางความรู้	3.85	0.63	มาก
3. ทักษะทางปัญญา	3.86	0.62	มาก
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ	3.86	0.67	มาก
5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	3.76	0.70	มาก
รวม	3.87	0.54	มาก

3. ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ จำแนกตามเพศ หลักสูตรที่ศึกษา และเชื้อชาติ

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาตามความคิดเห็นของนักศึกษานานาชาติ จำแนกตามเพศ หลักสูตรที่ศึกษา และเชื้อชาติ โดยการทดสอบด้วยสถิติ t-test พบว่านักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติที่มีเพศ หลักสูตรที่ศึกษา และเชื้อชาติที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา
แห่งชาติจำแนกตามเพศ หลักสูตรที่ศึกษา และเชื้อชาติ

ข้อคำถาม	ชาย (141)		หญิง (174)		t	p
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
1. ทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม	3.93	0.67	4.01	0.64	-1.10	0.27
2. ทักษะทางความรู้	3.82	0.65	3.88	0.61	-0.85	0.40
3. ทักษะทางปัญญา	3.83	0.63	3.89	0.62	-0.82	0.41
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและ ความรับผิดชอบ	3.81	0.68	3.90	0.66	-1.24	0.22
5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การ สื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	3.80	0.71	3.76	0.70	0.16	0.88

ข้อคำถาม	หลักสูตรภาษาไทย (141)		หลักสูตรภาษาอังกฤษ (174)		t	p
	1. ทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม	4.05	0.60	3.91		
2. ทักษะทางความรู้	3.88	0.65	3.82	0.61	0.81	0.42
3. ทักษะทางปัญญา	3.90	0.63	3.84	0.62	0.89	0.38
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและ ความรับผิดชอบ	3.86	0.71	3.86	0.64	-0.01	0.99
5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การ สื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	3.76	0.75	3.76	0.66	-0.01	1.00

ข้อคำถาม	ไทย (169)		ต่างชาติ (146)		t	p
	1. ทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม	4.00	0.67	3.95		
2. ทักษะทางความรู้	3.86	0.65	3.83	0.60	0.46	0.65
3. ทักษะทางปัญญา	3.84	0.63	3.89	0.62	-0.72	0.48
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและ ความรับผิดชอบ	3.83	0.69	3.89	0.65	-0.70	0.49
5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การ สื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	3.75	0.76	3.78	0.63	-0.35	0.73

4. ผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยผลลัพธ์การเรียนรู้จำแนกตามอายุ

ผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ
ของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ จำแนกตามอายุ โดยการทดสอบด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน
ทางเดียว (One – way ANOVA) พบว่าอายุที่แตกต่างกัน มีผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ
ระดับอุดมศึกษาแห่งชาติด้านทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม ทักษะทางความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะ
ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้
เทคโนโลยีสารสนเทศไม่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติจำแนกตามอายุ

ผลลัพธ์การเรียนรู้	F	Sig.
1. ทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม	0.73	0.53
2. ทักษะทางความรู้	0.24	0.87
3. ทักษะทางปัญญา	0.99	0.40
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ	1.17	0.32
5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	1.40	0.24

5. ผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยผลลัพธ์การเรียนรู้จำแนกตามชั้นปีที่ศึกษา

ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ จำแนกตามชั้นปีที่ศึกษา โดยการทดสอบด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way ANOVA) พบว่าชั้นปีที่ศึกษาแตกต่างกัน ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติด้านทักษะทางปัญญาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ส่วนด้านทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม ทักษะทางความรู้ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศไม่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติจำแนกตามชั้นปีที่ศึกษา

ผลลัพธ์การเรียนรู้	F	Sig.
1. ทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม	2.51	0.06
2. ทักษะทางความรู้	0.81	0.49
3. ทักษะทางปัญญา	3.09	0.03*
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ	0.55	0.65
5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	2.36	0.07

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติด้านทักษะทางปัญญาที่ต่างกันมาทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Scheffe ไม่พบความแตกต่างรายคู่ ดังนั้นนักศึกษานานาชาติที่มีชั้นปีที่ศึกษาที่ต่างกันมีผลลัพธ์การเรียนรู้ทั้ง 5 ด้านไม่แตกต่างกัน

6. ผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยผลลัพธ์การเรียนรู้จำแนกตามเกรดเฉลี่ยสะสม

ผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ จำแนกตามเกรดเฉลี่ยสะสม โดยการทดสอบด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way ANOVA) พบว่าเกรดเฉลี่ยสะสมที่ต่างกัน มีผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติด้านทักษะทางความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ส่วนด้านทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม และทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศไม่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติจำแนกตามเกรดเฉลี่ยสะสม

ผลลัพธ์การเรียนรู้	F	Sig.
1. ทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม	1.49	0.22
2. ทักษะทางความรู้	2.83	0.04*
3. ทักษะทางปัญญา	4.52	0.00*
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ	3.79	0.01*
5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	1.44	0.23

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติด้านทักษะทางความรู้ ทักษะทางปัญญา และทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่แตกต่างกันมาทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Scheffe พบความแตกต่างดังนี้ (1) ทักษะทางความรู้ พบว่าเกรดเฉลี่ยสะสมที่ต่างกันมีระดับความคิดเห็นที่แตกต่าง แต่เมื่อนำมาทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (2) ทักษะทางปัญญา พบว่านักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า 2.50 มีความแตกต่างจากนักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสม 2.50 ถึง 3.00 เกรดเฉลี่ยสะสม 3.01 ถึง 3.50 และเกรดเฉลี่ยสะสม 3.51 โดยพบว่าผู้ที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า 2.50 มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.56$) ผู้ที่มีเกรดเฉลี่ยสะสม 2.51 ถึง 3.00 มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.89$) ผู้ที่มีเกรดเฉลี่ยสะสม 3.01 ถึง 3.50 มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.93$) และผู้ที่มีเกรดเฉลี่ยสะสม 3.51 ขึ้นไป มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.94$) และ (3) ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ พบว่านักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า 2.50 มีความแตกต่างจากนักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสม 3.01 ถึง 3.50 โดยพบว่าผู้ที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า 2.50 มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.57$) ผู้ที่มีเกรดเฉลี่ยสะสม 3.01 ถึง 3.50 มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.96$)

7. ผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยผลลัพธ์การเรียนรู้จำแนกตามคณะวิชาที่ศึกษา

ผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ จำแนกตามคณะวิชาที่ศึกษา โดยการทดสอบด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way ANOVA) พบว่าคณะวิชาที่ศึกษาแตกต่างกัน มีผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติด้านทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม ทักษะทางความรู้ และทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ส่วนด้านทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบไม่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติจำแนกตามคณะวิชาที่ศึกษา

ผลลัพธ์การเรียนรู้	F	Sig.
1. ทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม	3.30	0.00*
2. ทักษะทางความรู้	3.43	0.00*
3. ทักษะทางปัญญา	1.68	0.13
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ	1.27	0.27
5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	4.00	0.00*

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา แห่งชาติด้านทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม ทักษะทางความรู้ และทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่แตกต่างกันมาทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Scheffe พบความแตกต่าง ดังนี้ (1) ทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม พบว่านักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์มีความแตกต่างจากนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ โดยพบว่านักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.15$) และนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.60$) (2) ทักษะทางความรู้ พบว่านักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์มีความแตกต่างจากนักศึกษาคณะศิลปศาสตร์และมนุษยศาสตร์ โดยพบว่านักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.06$) และนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.67$) และ (3) ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ พบว่านักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์มีความแตกต่างจากนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ โดยพบว่านักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.39$) และนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.93$)

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง เรียนอยู่ในหลักสูตรนานาชาติ มีเชื้อชาติไทย มีอายุ 19 ปี ถึง 21 ปี กำลังศึกษาอยู่ในชั้นปีที่ 4 มีเกรดเฉลี่ยสะสม 3.01 ถึง 3.50 และศึกษาอยู่ในคณะวิชาศิลปศาสตร์และมนุษยศาสตร์ ผลการศึกษาระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ ด้านทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม ทักษะทางความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริภรณ์ อินทรหนองไผ่ และจุฬามาศ คชโคตร (2560) พบว่าผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา (TQF) โดยรวมอยู่ในระดับมาก และด้านคุณธรรม จริยธรรม ด้านความรู้ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และด้านทักษะการปฏิบัติทางวิชาชีพอยู่ในระดับมาก [3] สอดคล้องกับงานวิจัยของปานิสรา ส่งวัฒนายุทธ และคณะ พบว่าคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์โดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยแยกเป็นด้านคุณธรรม จริยธรรม ด้านความรู้ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ และด้านการปฏิบัติเชิงวิชาชีพอยู่ในระดับมาก [4] สอดคล้องกับผลการศึกษาของเพลินพิศ ศิริสมบุรณ์ พบว่าคุณลักษณะของบัณฑิตตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติอยู่ในระดับมาก ซึ่งมีคุณลักษณะของบัณฑิตด้านคุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะของบัณฑิตด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ คุณลักษณะของบัณฑิตด้านความรู้ คุณลักษณะของบัณฑิต ด้านทักษะทางปัญญา และคุณลักษณะของบัณฑิตด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทุกด้านมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก [5] รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยของนาตยา พึ่งสว่าง และสิริพร บุญเจริญพานิช พบว่าคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามอัตลักษณ์ของวิทยาลัยพยาบาลทหารอากาศโดยรวมอยู่ในระดับมาก [6] และสอดคล้องกับข้อค้นพบของปีทมาภรณ์ คงขุนทดและคณะ (2563) พบว่าคุณภาพบัณฑิต ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก [7]

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ จำแนกตามเพศ หลักสูตรที่ศึกษา เชื้อชาติ และอายุ พบว่านักศึกษาที่มีเพศ หลักสูตรที่ศึกษา เชื้อชาติ และอายุที่ต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์

การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่า 1) ชั้นปีที่ศึกษาแตกต่างกัน มีผลต่อระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติด้านทักษะทางปัญญาแตกต่างกัน ส่วนด้านทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม ทักษะทางความรู้ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศไม่แตกต่างกัน 2) เกรดเฉลี่ยสะสมที่แตกต่างกัน มีผลต่อระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติด้านทักษะทางความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบแตกต่างกัน ส่วนด้านทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม และทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศไม่แตกต่างกัน 3) คณะวิชาที่ศึกษาแตกต่างกัน มีผลต่อระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติด้านทักษะทางคุณธรรม จริยธรรม ทักษะทางความรู้ และทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศแตกต่างกัน ส่วนด้านทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบไม่แตกต่างกัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบเป็นรายกลุ่ม พบว่านักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสม 3.01 มีทักษะทางปัญญาและทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบสูงกว่านักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า 3.00 นอกจากนี้ยังพบว่านักศึกษาที่กำลังศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์มีทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และทักษะทางความรู้สูงกว่านักศึกษาที่กำลังศึกษาในคณะศึกษาศาสตร์ และคณะศิลปศาสตร์และมนุษยศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุวิจิ แดงอ่อน ที่พบว่า นักศึกษากลุ่มอ่อนมีความก้าวหน้าทางผลการเรียนรู้ต่ำที่สุดในมาตรฐานผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา และมีความก้าวหน้าทางผลการเรียนรู้สูงที่สุดของนักศึกษา คือ มาตรฐานผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม [12] และสอดคล้องกับงานของเกศกัญญา ไชยวงศา ที่พบว่าการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (TQF) หลังการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานในรายวิชาโภชนาศาสตร์ ตามการรับรู้ของนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 1 สูงกว่าก่อนการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสาน [13]

สรุปผลการวิจัย

ดังนั้นสรุปได้ว่าผลการวิจัยในครั้งนี้เป็นการต่อยอดงานวิจัยในอดีตที่มีการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยผลลัพธ์การเรียนรู้จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล เช่น เพศ อายุ ชั้นปีที่ศึกษา เกรดเฉลี่ยสะสม คณะวิชาที่ศึกษา หลักสูตรที่ศึกษา และเชื้อชาติ ซึ่งให้ข้อค้นพบบางประการที่ยืนยันข้อค้นพบเดิมและค้นพบผลการวิจัยใหม่ ๆ เช่น นักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมค่อนข้างน้อยจะมีผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติในระดับต่ำ แสดงถึงความสำคัญของการพัฒนาผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ที่ดีว่ามีผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ ดังนั้นผู้สอนจึงต้องให้ความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ การพัฒนา การส่งเสริมทักษะทั้ง 5 ด้านให้มีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ที่ดีขึ้น มีค่าการวัดประเมินที่สูงขึ้น นอกจากนี้ควรได้มีการศึกษาวิจัยในสาขาวิชาพยาบาลศาสตร์แบบเจาะลึกเนื่องจากนักศึกษาสาขาวิชาพยาบาลศาสตร์มีความแตกต่างจากคณะวิชาอื่น ๆ เพื่อให้เห็นถึงสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดความมุ่งมั่นและตั้งใจของนักศึกษา และนำมาประยุกต์ใช้ในสาขาวิชาอื่นให้มีผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาให้สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผู้สอนของมหาวิทยาลัยนานาชาติจะต้องมุ่งเน้นการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนกับนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำไปสู่ความมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นเพื่อให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้

ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติสูงขึ้น รวมถึงนักศึกษาคณะวิชาอื่น ๆ นอกเหนือจากคณะพยาบาลศาสตร์ควรได้รับการส่งเสริมให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติมากขึ้น นอกจากนี้งานวิจัยครั้งนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเฉพาะนักศึกษามหาวิทยาลัยนานาชาติ ผลการศึกษาจึงมีขอบเขตจำกัด ดังนั้นจึงควรศึกษากับกลุ่มประชากรที่มีขนาดใหญ่หรือนักศึกษาในมหาวิทยาลัยของรัฐและเอกชนขนาดใหญ่เพิ่มเติม การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติเท่านั้น อาจมีตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ เช่น การจัดการเวลา ความสำเร็จของนักศึกษา หรืออัตราการมีงานทำของนักศึกษา เป็นต้น และการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยหลากหลายวิธี เช่น การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) หรือการศึกษาโดยใช้ Focus group เพื่อทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์และมีคุณค่ามากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะกรรมการอุดมศึกษา. (2552). *ประกาศคณะกรรมการอุดมศึกษา เรื่อง แนวทางการปฏิบัติตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552*. สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2564 จาก <http://www.mua.go.th>.
- [2] กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง มาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี*. สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2561 จาก www.mua.go.th/users/tqf-hed/news/FilesNews/FilesNews6/nurse_R.pdf
- [3] ศิราณี อิศรหนองไผ่ และจุฑามาศ คชโคตร. (2560, กรกฎาคม-ธันวาคม). ผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติในรายวิชาปฏิบัติการพยาบาลชุมชน หลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต. *วารสารพยาบาลตำรวจ*, 9(2), 104-114.
- [4] ปาณิสรา ส่งวัฒนายุทธ ศิริลักษณ์ กิจสวัสดิ์ กัญญาณัฐ ศิริโชติ และสุภลักษณ์ บุญเหลือ. (2561, มกราคม-เมษายน). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะของบัณฑิตตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของนักศึกษาพยาบาลศาสตรวิทยาลัยพยาบาลพระจอมเกล้า จังหวัดเพชรบุรี. *วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระจอมเกล้า*, 1(1), 57-69.
- [5] เพลินพิศ ศิริสมบูรณ์. (2016, กรกฎาคม-ธันวาคม). คุณลักษณะบัณฑิตตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ประจำปีการศึกษา 2556-2557 (รุ่นที่ 15). *วารสารวิชาการเซาธ์อีสท์บางกอก (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 2(2), 55-67.
- [6] นาดยา ฟิ่งสว่าง และสิริพร บุญเจริญพานิช. (2560, พฤษภาคม-สิงหาคม). คุณภาพบัณฑิตตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติและคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามอัตลักษณ์วิทยาลัยพยาบาลทหารอากาศ. *วารสารแพทยนาวิ*, 44(2), 1-17.
- [7] ปัทมาภรณ์ คงขุนทด ฉัตรทอง จารุพิสิฐไพบุลย์ นุชมาศ แก้วกุลชล นฤมล เปรมมาสวัสดิ์ และมยุรี พางาม. (2563, พฤศจิกายน-ธันวาคม). ความคิดเห็นของผู้ใช้บัณฑิตต่อคุณภาพบัณฑิตและอัตลักษณ์ของพยาบาลจบใหม่สำเร็จการศึกษาจากวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี นครราชสีมา ปีการศึกษา 2561. *วารสารวิชาการสาธารณสุข*, 29(6), 1086-1094.
- [8] สำนักทะเบียนและรับนักศึกษา. (2563). *สถิตินักศึกษา*. สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2564, จาก <https://sarra.apiu.edu/Employee/StudentStatistic/StudentStatisticPage.aspx>
- [9] Yamane, Taro. (1973). *Statistics: An introduction analysis*. Harper & Row.

- [10] Hulin, Charles., Netemeyer, Richard., and Cudeck, Robert. (2001, January). Can a reliability coefficient be too high? *Journal of Consumer Psychology*, 10(1/2), 55-58.
- [11] กัลยา วาณิชย์บัญชา. (2545). การใช้ SPSS For Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [12] สุวจี แดงอ่อน. (2559, พฤษภาคม-สิงหาคม). ผลการเรียนรู้ของนักศึกษาตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติจากการพัฒนาบทเรียนร่วมกันโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 31(2), 14-23.
- [13] เกศกัญญา ไชยวงศา. (2557). ผลการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานต่อผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา (TQF) ในรายวิชาโภชนศาสตร์ตามการรับรู้ของนักศึกษาพยาบาลศาสตร์วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อุดรธานี. สืบค้นเมื่อ 9 ธันวาคม 2564, จาก http://www.tnrr.in.th/2558/?page=result_search&record_id=10418023

RANC15-008 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชจากถั่วแดงผสมถั่วเหลือง โดยใช้สารสกัดหญ้าหวาน

PRODUCT DEVELOPMENT OF CEREAL BEVERAGE FROM BLENDED RED KIDNEY BEAN AND SOYBEAN USING STEVIA EXTRACT

วัฒนา วิริวุฒิกอร์*

*Wattana Wirivutthikorn**

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
*Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology,
Rajamangala University of Technology Thanyaburi.*

*Corresponding author, E-mail: wattana@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาปริมาณถั่วแดง และถั่วเหลืองที่เหมาะสมต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชจากถั่วแดงผสมถั่วเหลือง การศึกษาครั้งนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 สิ่งทดลอง คือ โดยแปรปริมาณถั่วแดงผสมถั่วเหลืองที่ต่างกัน สิ่งทดลองที่ 1 (ตัวควบคุม): 100: 0, สิ่งทดลองที่ 2: 50: 50, สิ่งทดลองที่ 3: 70:30 และสิ่งทดลองที่ 4: 90: 10 ศึกษาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี ความสว่าง ความหนืดและลักษณะปรากฏ ศึกษาสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ร้อยละความเป็นกรดทั้งหมด และของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ศึกษาสมบัติทางจุลชีววิทยาต้านจุลินทรีย์ทั้งหมด และศึกษาการยอมรับประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน แบบ 9-point hedonic scale ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ และทางเคมีพบว่า ปริมาณถั่วแดงและถั่วเหลืองที่ต่างกันมีผลต่อค่าที่วัดได้ และเมื่อเพิ่มปริมาณถั่วแดงมากขึ้นมีแนวโน้มทำให้ความคงตัวมากขึ้น ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาพบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ทุกค่าที่วัดได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาสมบัติด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของสิ่งทดลองที่ 2 ได้รับความยอมรับมีค่าสูงสุดคือ 6.94, 7.17, 7.11, 6.80 และ 7.10 ตามลำดับ ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ตั้งกล่าวเป็นเวลา 14 วันพบว่า ทุกสิ่งทดลองมีความปลอดภัยต่อการบริโภค คุณภาพด้านกายภาพและเคมีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

คำสำคัญ: ถั่วแดง ถั่วเหลือง เครื่องดื่มธัญพืช สารสกัดหญ้าหวาน

Abstract

The objective of this research was to study the optimum red bean and soybean quantities on the qualities of cereal beverage from blended red bean and soybean product production. This research consisted in four treatments, which were Treatment 1 (control): 100:0, Treatment 2: 50:50, Treatment 3: 70:30 and Treatment 4: 90:10. The physical properties as appearance and color, brightness and

viscosity, chemical properties and microbiological properties as pH, percent of total acidity, total soluble solid, as well as total plate count were also analyzed. In addition, a type of sensory evaluation of each product's color, odor, taste, texture and overall acceptability using 30 of untrained panelists were 9-point hedonic scale. The physical and chemical properties were found that different amounts of red bean and soybean affected on measured values. The amounts of red bean was increased and the trend of stability was increased. The microbiological results demonstrated that total plate count followed in accordance with standard regulation. The results of sensory evaluation indicated that color, odor, taste, texture and overall acceptability of Treatment 2 received the highest scores of 6.94, 7.17, 7.11, 6.80 and 7.10, respectively. A study on the shelf life of the products were stored for 14 days. It was found that all treatments were still safe for consumption and changed slightly in physical and chemical qualities.

Keywords: Red Kidney Bean, Soybean, Cereal Beverage, Stevia Extract

บทนำ

ในปัจจุบันมีการยอมรับว่าผลิตผลทางการเกษตรของไทยมีจำนวนมากหาได้ง่ายตามท้องตลาด และมีความหลากหลาย ในปัจจุบันเครื่องดื่มจากธัญพืชมีบทบาทในตลาดอุตสาหกรรมอาหารมากขึ้น และได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้นตามกระแสการตื่นตัวของการรักษาสุขภาพ วิธีการดำรงชีวิตในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมีความเร่งรีบในการศึกษา การทำงาน เครื่องดื่มธัญพืชจัดว่าเป็นเครื่องดื่มเลียนแบบนมประเภทหนึ่งที่น่าสนใจ ซึ่งเครื่องดื่มเลียนแบบนม คือการใช้วัตถุดิบจากพืช อาจใช้ในรูปแบบของการใช้เมล็ดพืชมาผลิตโดยตรง หรืออาจใช้ในรูปแบบของโปรตีนสกัดจากเมล็ดพืชและใบพืช เครื่องดื่มธัญพืชประเภทนมถั่วเหลืองเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคกันมาก มีแนวโน้มการบริโภคมากขึ้น แต่ยังมีปัญหาที่สำคัญคือ ด้านกลิ่นรสชาติ และผู้บริโภคบางกลุ่มแพ้โปรตีนจากถั่ว หรือมีข้อจำกัดในการบริโภคนมถั่ว ทำให้ผู้บริโภคบางกลุ่มไม่ยอมรับ ดังนั้นเพื่อเพิ่มความหลากหลายในการบริโภคเครื่องดื่มจากธัญพืชทำให้เกิดการศึกษาการใช้ธัญพืชชนิดอื่นๆ เป็นวัตถุดิบ และพัฒนาต้นกลิ่นรสเพื่อให้ผู้บริโภคยอมรับมากขึ้น เช่น ถั่วแดงมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต [1] รูปแบบการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพออกมาหลายชนิดและวางจำหน่ายอยู่ทั่วไปเป็นจำนวนมาก และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคจากผู้บริโภคเป็นอย่างมากเพราะ ให้รสชาติดี ราคาไม่แพง รับประทานง่าย และมีความสะดวกสบายในการบริโภคโดยรูปแบบของผลิตภัณฑ์มีทั้งแบบสำเร็จรูปพร้อมดื่ม และแบบผงสำหรับชงดื่ม [2] และมีตัวอย่างงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตเครื่องดื่มจากธัญพืช เช่น เครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่จากนมแพะผสมนมถั่ว [3] นมถั่วเหลืองผสมน้ำแครอท [4] ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมกระเจี๊ยบ [5]

ถั่วแดงเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีโปรตีน และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคเส้นเลือดในสมองแตก อีกทั้งยังสามารถช่วยในการขับถ่าย ช่วยในการย่อยอาหาร ป้องกันอาการท้องผูก และช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารได้ทั้งที่เป็นผักสดและเมล็ดแห้ง ซึ่งในต่างประเทศแถบยุโรปหรืออเมริกานิยมบริโภคเมล็ดถั่วแดงกันมากทั้งอาหารคาวและหวาน นอกจากนี้ถั่วแดงยังใช้เป็นอาหารลดความอ้วนและเป็นอาหารสำหรับผู้ที่เป็นโรคเบาหวานได้ดี แต่ในประเทศไทยยังไม่ค่อยมีผู้นิยมบริโภคมากนักเพราะ เป็นพืชใหม่และยังไม่รู้จักการใช้ประโยชน์ [6] น้ำเต้าหู้ หรือนมถั่วเหลืองเป็นเครื่องดื่มที่ทำจากการบดถั่วเหลืองและนำไปต้มกรองจนเจือจางลง อาจปรุงด้วยน้ำตาล และอื่นๆ รับประทานได้ทันที ถั่วเหลืองจัดเป็นพืชมีโปรตีนสูงจึงเป็นแหล่งโปรตีนสำหรับผู้ที่ไม่บริโภคเนื้อสัตว์เพราะ มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับโปรตีนจากสัตว์ นอกจากนี้ถั่วเหลืองเป็นแหล่งไขมัน และโปรตีนที่มีประโยชน์ต่อร่างกายแล้วยังอุดมไปด้วย

สารอาหารที่สำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินเอ บี บี 1 บี 2 บี 6 บี 12 ไนอาซิน วิตามินซี ดี และอี อีกด้วย นอกจากนี้ยังมีเลซิทินช่วยบำรุงสมอง เพิ่มทักษะความจำ ลดไขมัน และลดคอเลสเตอรอลในร่างกาย [7]

สารสกัดจากน้ำตาลหญ้าหวาน คือ สารสกัดหญ้าหวานที่เป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งเป็นพืชล้มลุกมีลักษณะคล้ายต้นใบกะเพรา หญ้าหวานมีสารต่อต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกับในใบชาเขียวแต่มีมากกว่า คือ รสหวานจัด ตัวใบจะให้รสหวานกว่าน้ำตาลทราย 15-20 เท่า ให้ความหวานกว่าน้ำตาล (1 ชอง ให้ความหวานเท่าน้ำตาล 2 ช้อนโต๊ะ) แต่ให้พลังงาน 0 กิโลแคลอรี แต่เมื่อนำใบมาสกัดจะให้ความหวานสูงถึง 250 เท่าของน้ำตาลทรายแต่ไม่ให้พลังงาน จึงมีการนำสารสกัดจากสมุนไพรหญ้าหวานมาใช้แทนน้ำตาล หรือทดแทนน้ำตาลบางส่วนมากกว่า 35 ปี ในอาหารและเครื่องดื่ม ได้แก่ น้ำชาเขียว น้ำอัดลม ขนมอบ ไอศกรีม แยม เยลลี่ ซอสปรุงรส [8]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นประโยชน์ที่สำคัญจากถั่วแดง และถั่วเหลืองซึ่งเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีประโยชน์ในด้านสารอาหารและคุณค่าทางโภชนาการในวัตถุดิบหลักดังกล่าว นอกจากนี้ยังหาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพงมาก สามารถรับประทานโดยตรง หรือเป็นส่วนประกอบอาหารคาวหรือหวาน จึงเกิดแนวความคิดที่จะนำประโยชน์ทั้ง 2 ชนิดมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชจากถั่วแดงผสมถั่วเหลืองในรูปแบบชนิดใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการนอกจากจะมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายแล้ว ยังพบสารต้านอนุมูลอิสระในถั่วแดงหลวง และถั่วแดงนางเมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DPPH เท่ากับ 301.51 และ 293.91 ไมโครโมลน้ำหนักสมมูล/กรัมโทรลอคซ์ ตามลำดับ ส่วนถั่วเหลืองเมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DPPH เท่ากับ 107.22 ไมโครโมลน้ำหนักสมมูล/กรัมโทรลอคซ์และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่พบในถั่วแดงหลวง ถั่วแดงนาง และถั่วเหลืองเท่ากับ 2.29, 2.84 และ 2.48 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/กรัม ตามลำดับ[9] ซึ่งเป็นผลดีต่อร่างกาย และถือเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่รักและห่วงใยสุขภาพ กระบวนการผลิตรวมถึงขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบเพื่อการผลิตที่ไม่ยุ่งยาก และเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ทำให้เกิดความหลากหลายในการเลือกบริโภค และเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้ทั้งถั่วแดง และถั่วเหลือง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณถั่วแดง และถั่วเหลืองที่เหมาะสมต่อกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชจากถั่วแดงผสมถั่วเหลืองโดยใช้สารสกัดหญ้าหวาน และประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชจากถั่วแดงผสมถั่วเหลืองด้านกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัส

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาสูตรมาตรฐานเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มธัญพืชจากถั่วแดงผสมถั่วเหลืองโดยใช้สารสกัดจากหญ้าหวานโดยมีสมบัติเฉพาะที่สำคัญ คือ เป็นผงหญ้าหวานที่มีสีเขียวขุ่นละเอียด มีกลิ่นเฉพาะหญ้าหวาน โดยคัดเลือกสูตรจำนวน 4 สิ่งทดลอง โดยการแปรปริมาณถั่วแดง และถั่วเหลืองอัตราส่วนที่ต่างกัน ดังนี้ สิ่งทดลองที่ 1 (ตัวควบคุม): 100: 0, สิ่งทดลองที่ 2: 50: 50, สิ่งทดลองที่ 3: 70:30 และสิ่งทดลองที่ 4: 90: 10

1. การผลิตน้ำธัญพืชจากถั่วแดง และถั่วเหลือง

เตรียมถั่วแดงและถั่วเหลืองมาล้างน้ำสะอาด แล้วแช่น้ำไว้ 5 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบเวลานำถั่วแดง และถั่วเหลืองที่แช่มาล้างน้ำสะอาดใหม่อีกครั้งจนกระทั่งน้ำที่ล้างใส นำถั่วแดง ถั่วเหลือง ซึ่งไปเตย 4 กรัม และน้ำกรอง 1,000 มล. ใส่ในโถปั่นดำเนินการปั่นให้ละเอียด จากนั้นนำไปกรองด้วยผ้าขาวบางรวบผ้าขาวบาง และบิดผ้าขาวบางให้แน่นเพื่อให้ได้น้ำเต้าหู้ หลังจากนั้นนำน้ำธัญพืชลงต้มพร้อมกับใบเตยผสมน้ำธัญพืชตลอดเวลาระหว่างการต้ม และควบคุมอุณหภูมิในการให้ความร้อนอุณหภูมิ 90°ซ. เมื่อเริ่มเดือดให้เติมสารสกัดหญ้าหวาน 60 กรัม ลงไปตักฟองเต้าหู้ทิ้งไป ดำเนินการผสมผลิตภัณฑ์จนน้ำเดือดอีก 1 รอบ ทำให้เย็นลงที่

อุณหภูมิห้องโดยต้องผสมน้ำธัญพืชตลอดเวลา ทำการฆ่าเชื้อให้ความร้อนอุณหภูมิ 100°C. นาน 10 นาที ทำให้เย็นลง แล้วบรรจุลงขวดพลาสติกที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว [10]

2. การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์

2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

วิเคราะห์ค่าความสว่าง และค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ตามวิธีการของ [11] ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ภายนอก และความหนืด ดัดแปลงตามวิธีการของ [4, 12]

2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีการของ [11] ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ตามวิธีการของ [11] ปริมาณกรดทั้งหมด คำนวณในรูปกรดซิตริก ตามวิธีการของ [11]

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ตามวิธีการของ [13]

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทำการประเมินผลลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic scale test โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ตัวแปรที่ต้องการทดสอบคือ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม [14]

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft excel 2016 (เป็นโปรแกรมการวิเคราะห์ค่าสถิติในชุดโปรแกรม Microsoft) การทดลองใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี สำหรับการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance ; ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) [14]

ผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณภาพด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชถั่วแดงผสมถั่วเหลืองโดยใช้ปริมาณถั่วแดง และถั่วเหลืองต่างกัน ผลการศึกษาดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชถั่วแดงผสมถั่วเหลืองปริมาณต่างกัน

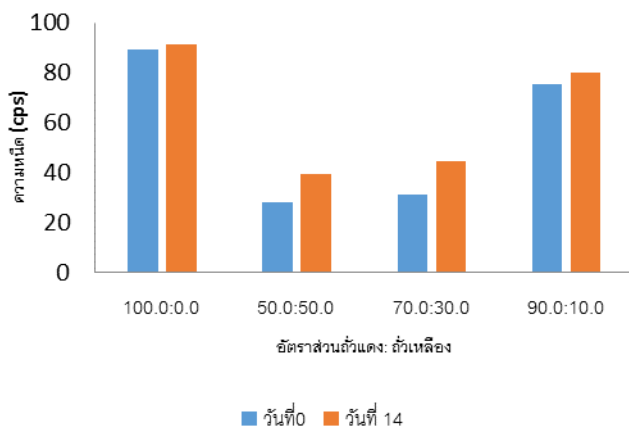
หมายเหตุ: 1 คือ สิ่งทดลองที่ 1 ถั่วแดง 100 กรัม (สูตรควบคุม)

2 คือ สิ่งทดลองที่ 2 ถั่วแดง 50 กรัม และถั่วเหลือง 50 กรัม

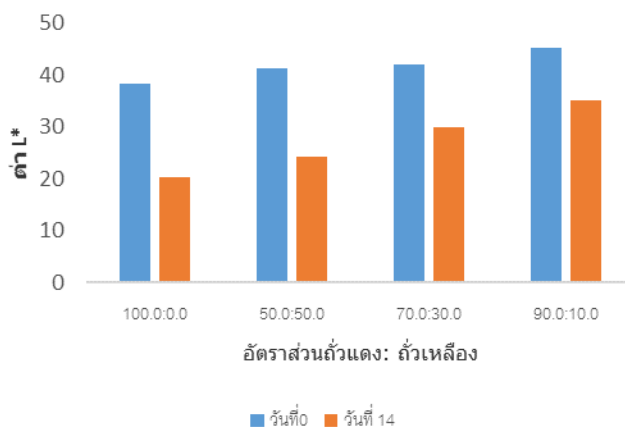
3 คือ สิ่งทดลองที่ 3 ถั่วแดง 70 กรัม และถั่วเหลือง 30 กรัม

4 คือ สิ่งทดลองที่ 4 ถั่วแดง 90 กรัม และถั่วเหลือง 10 กรัม

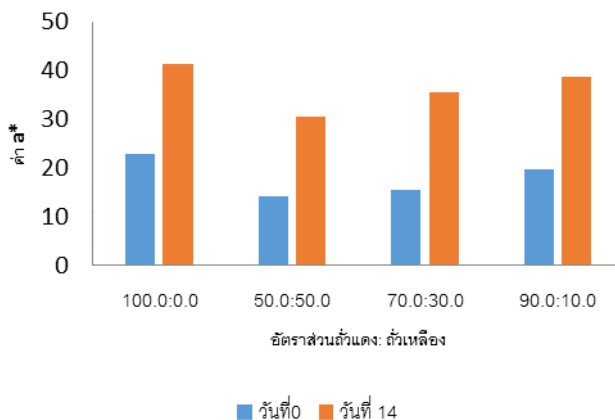
จากการศึกษาคุณภาพด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องตีมันธุ์พีชถั่วแดงผสมถั่วเหลืองโดยใช้ปริมาณถั่วแดง และถั่วเหลืองต่างกันในวันที่ 0 โดยทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นเวลา 14 วันที่อุณหภูมิ 4°C. เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ ผลการศึกษาดังภาพที่ 2, 3, 4 และ 5 ตารางที่ 1



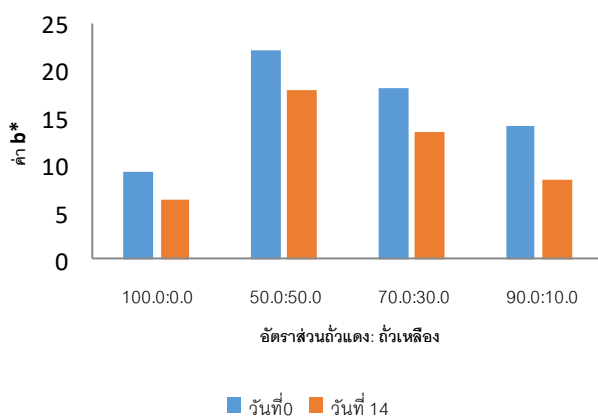
ภาพที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นเครื่องตีมันธุ์พีชถั่วแดงผสมถั่วเหลืองวันที่ 0 และ 14



ภาพที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า L* เครื่องตีมันธุ์พีชถั่วแดงผสมถั่วเหลืองวันที่ 0 และ 14



ภาพที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a* เครื่องตีมันธุ์พีชถั่วแดงผสมถั่วเหลืองวันที่ 0 และ 14

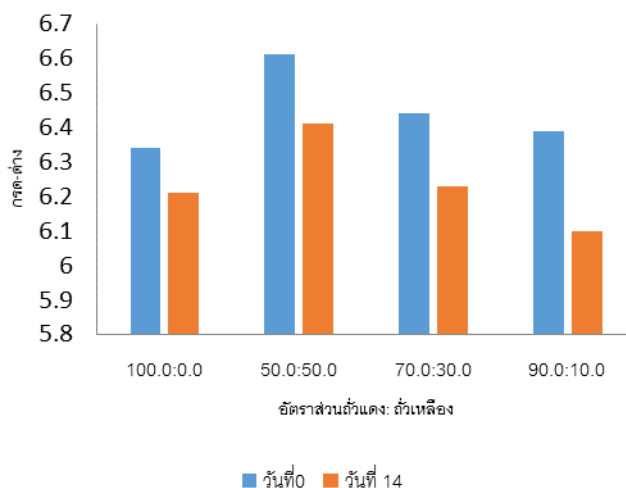


ภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า b* เครื่องดื่มชูกำลังขี้ผึ้งผสมขี้ผึ้งขาววันที่ 0 และ 14

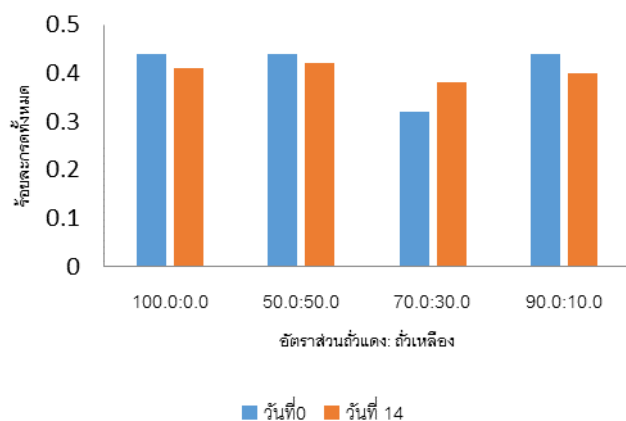
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชูกำลังผสมขี้ผึ้งขาววันที่ 0 และ 14

อัตราส่วนขี้ผึ้ง: ขี้ผึ้งขาว	ลักษณะปรากฏ	
	วันที่ 0	วันที่ 14
100:0	สีแดงเข้มกลืนขี้ผึ้งชั้นเหนียนนุ่มเป็นเนื้อเดียวกัน	สีน้ำตาลแดงกลืนขี้ผึ้งมากชั้นเหนิมมากตะกอนเคิร์ดสีน้ำตาลเข้ม
50:50	สีขาวครีมกลืนขี้ผึ้งเหนียนนุ่มชั้นเหนิมเล็กน้อยเป็นเนื้อเดียวกัน	สีน้ำตาลเทากลืนน้ำเต้าหู้ชั้นเหนิมน้อย ตะกอนเคิร์ดสีขาว
70:30	สีขาวผสมน้ำตาลกลืนขี้ผึ้งผสมขี้ผึ้งเหนียนนุ่มชั้นเหนิมเล็กน้อยเป็นเนื้อเดียวกัน	สีน้ำตาลเทาเข้มกลืนขี้ผึ้งมากชั้นเหนิมปานกลางตะกอนเคิร์ดสีขาว
90:10	สีน้ำตาลอ่อนกลืนขี้ผึ้งผสมขี้ผึ้งเหนียนนุ่มชั้นเหนิมมากเป็นเนื้อเดียวกัน	สีน้ำตาลเข้มกลืนขี้ผึ้งมากชั้นเหนิมมากที่สุดตะกอนเคิร์ดสีน้ำตาลเข้มมากที่สุด

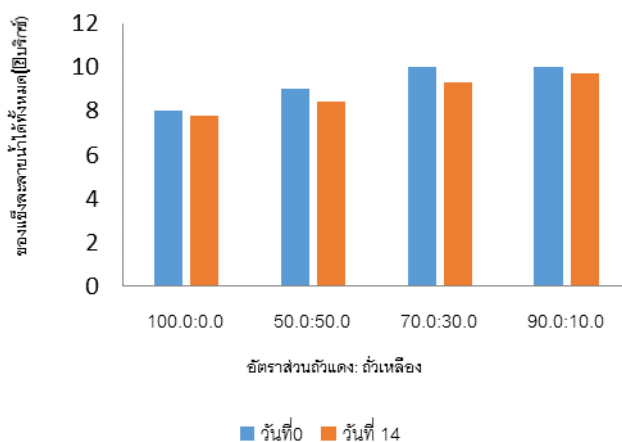
จากการศึกษาคุณภาพด้านเคมีของเครื่องดื่มชูกำลังผสมขี้ผึ้งขาว โดยใช้ปริมาณขี้ผึ้ง และขี้ผึ้งแตกต่างกันในวันที่ 0 โดยทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นเวลา 14 วันที่อุณหภูมิ 4°C. เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ ผลการศึกษาดังภาพที่ 6, 7 และ 8



ภาพที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงการลดต่ำเครื่องดีมีชัยพีชถั่วแดงผสมถั่วเหลืองวันที่ 0 และ 14



ภาพที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงร้อยละการตัดทั้งหมดเครื่องดีมีชัยพีชถั่วแดงผสมถั่วเหลืองวันที่ 0 และ 14



ภาพที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมดเครื่องดีมีชัยพีชถั่วแดงผสมถั่วเหลืองวันที่ 0 และ 14

จากการศึกษาคุณภาพด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชแก้วแดงผสมถั่วเหลือง โดยใช้ปริมาณถั่วแดง และถั่วเหลืองต่างกัน โดยวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดในวันที่ 0 โดยทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นเวลา 14 วันที่ยุณหภูมิ 4°C. เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ทางจุลินทรีย์ ผลการศึกษาพบว่าไม่พบการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในทุกการทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชแก้วแดงผสมถั่วเหลืองโดยใช้ปริมาณถั่วแดง และถั่วเหลืองต่างกัน ผลการศึกษาดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชแก้วแดงผสมถั่วเหลือง

อัตราส่วน ถั่วแดง: ถั่ว เหลือง	คะแนน				
	ความชอบ				
	สี ^a	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ [*]	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบ โดยรวม [*]
100:0	6.27±1.12 ^b	6.17±1.27	6.06±1.47 ^c	6.43±2.32	6.18±1.61 ^b
50:50	6.94±1.09 ^a	7.17±1.59	7.11±1.70 ^a	6.80±1.62	7.10±1.99 ^a
70:30	6.45±1.62 ^b	7.03±1.72	6.62±1.74 ^b	6.53±1.99	6.55±1.52 ^b
90:10	6.33±1.77 ^b	6.73±1.59	6.08±1.73 ^c	6.46±1.53	6.22±2.27 ^b

หมายเหตุ : ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 95 (p>0.05)

* หมายถึง มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 95 (p≤0.05)

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองจากการวิเคราะห์สมบัติกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มวันที่ 0 และ 14 (ภาพที่ 2) การวิเคราะห์ค่าความหนืดในผลิตภัณฑ์ทุกการทดลองพบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืด พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05) ในช่วงระหว่าง 39.4-91.3 เซนติพอยส์ ตามอัตราถั่วแดงที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากนมถั่วแดง 100:0 มีความข้นหนืดสูงที่สุดเท่ากับ 91.3 เซนติพอยส์ แต่เมื่อนำมาผสมกับนมถั่วเหลืองพบว่า ค่าความหนืดที่วัดได้เมื่อเพิ่มสัดส่วนนมถั่วแดงมากขึ้น 90:10 ทำให้ค่าความหนืดที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 80.2 เซนติพอยส์ ค่าความหนืดที่วัดได้นี้มาจากปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดจากส่วนที่เป็นโปรตีนที่ละลายน้ำได้ สารสกัดหญ้าหวาน และอื่นๆ ในถั่วแดงมีปริมาณมากกว่าถั่วเหลืองจึงมีผลทำให้ค่าความหนืดที่วัดได้มีค่ามากกว่า [4, 15] ความข้นหนืดเริ่มมากขึ้นและเกิดการแยกชั้นชัดเจนมากขึ้น [4, 15] ส่วนค่าความหนืดในผลิตภัณฑ์ทุกการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนโดยเฉพาะอัตราส่วนถั่วแดง: ถั่วเหลือง 100:0 และ 90:10 ทั้งนี้อาจเนื่องจาก เกิดการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีในส่วนของโปรตีนที่พบทั้งในถั่วแดง และถั่วเหลือง การละลายของโปรตีนในน้ำ และองค์ประกอบอื่นมีมากขึ้นในงานวิจัยนี้ศึกษาปริมาณถั่วแดงมากกว่าถั่วเหลืองซึ่งโปรตีนถั่วแดงมีผลอย่างมากต่อค่าความหนืดที่วัดได้ [4, 15] ประกอบกับงานวิจัยนี้มิได้ใส่สารให้ความคงตัว เช่น คาราจีแนน จึงมีผลทำให้เกิดการตกตะกอนได้เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 14 วัน โดยคาราจีแนนทำปฏิกิริยาโปรตีนในนมถั่วแดง และถั่วเหลืองทำให้เกิดเป็นเจลอ่อน (thioxotropic) เป็นการจับตัวระหว่างประจุลบของหมู่ซัลเฟตอิสระของคาราจีแนนกับแคปป์เคซินซึ่งมีประจุบวกในสภาพความเป็นกรด –ด่างเป็นกลาง [16]

จากผลการทดลองจากการวิเคราะห์สมบัติกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มค่าความสว่าง สีแดง และสีเหลืองวันที่ 0 และ 14 (ภาพที่ 3, 4 และ 5) พบว่า ทุกค่าที่วัดได้คือ ความสว่าง สีแดง และสีเหลืองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องมาจากการใช้สัตส่วนถั่วแดง และถั่วเหลืองในปริมาณที่แตกต่างกันทำให้ค่าสี ความสว่าง และความหนืดของผลิตภัณฑ์ในแต่ละสิ่งทดลองที่วัดได้มีความแตกต่างกัน การเติมถั่วแดงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และความหนืดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ค่าสีเหลืองมีแนวโน้มลดลง เนื่องจาก อนุภาคของถั่วแดงและถั่วเหลืองที่มีขนาดใหญ่ และมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีส่งผลทำให้เกิดเนื้อสัมผัสมีความคงตัวขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ได้ไม่พบตะกอน ซึ่งโดยปกติถั่วแดงมีรงควัตถุสีแดงประเภทแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำได้ดีมีสีตามสภาวะที่เป็นด่าง (ความเป็นกรด-ด่าง > 7) จะมีสีน้ำเงินเข้ม หากอยู่ในช่วงความเป็นกรด-ด่างที่มากขึ้นถึงเป็นกลาง (ความเป็นกรด-ด่าง 6-7) จะมีสีม่วง เมื่อละลายน้ำจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงเข้ม และไม่มีควมไวต่อแสง [17-18] สำหรับค่าความสว่างและค่าสีแดง และสีเหลืองของน้ำนมถั่วแดงผสมนมถั่วเหลือง ส่วนหนึ่งได้อธิบายจากปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลชนิดไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (caramelization) ที่อุณหภูมิการพาสเจอร์ไรซ์ของสารสกัดหยาบที่เติมลงไปในทุกสิ่งทดลองเป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากการสลายตัวของโมเลกุลน้ำตาลด้วยความร้อนสูงและมีการเกิดโพลีเมอร์ของสารประกอบคาร์บอนได้เป็นสารสีน้ำตาล และจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard) ที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ในถั่วแดงผสมนมถั่วเหลืองกับโปรตีนที่มีอยู่ในนมถั่วแดงผสมนมถั่วเหลืองในสภาวะที่ให้ความร้อนสูงในระหว่างการพาสเจอร์ไรซ์ [15, 19] จากรายงานการวิจัยของนิพนธ์; ประมวล; และ สุภคชนม์ [9] ศึกษาวิเคราะห์แอนโทไซยานินในถั่วแดงหลวง ถั่วแดงอะซูกิ และถั่วแดงนางมีค่าเท่ากับ 0.76, 0.68 และ 0.51 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำมาก แต่ตรวจไม่พบแอนโทไซยานินในถั่วเหลือง รายงานการวิจัยของประภาสิริ และคณะ [20] ตรวจพบปริมาณสารแอนโทไซยานินในถั่วแดงสายพันธุ์ *Vigna umbellata* ในรูป cyanidin-3-O-glucoside เท่ากับ 0.67 ไมโครกรัม/มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง แต่ตรวจไม่พบแอนโทไซยานินรูป pelargonidin-3-O-glucoside และรายงานวิจัยของ Choung *et al.*; และ Aquino-Bolaños *et al.* [21-22] ตรวจพบแอนโทไซยานินในถั่วเหลืองเปลือกดำในรูป delphinidin-3-glucoside, cyanidin-3-glucoside, and petunidin-3-glucoside เมื่อทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเป็นระยะเวลา 14 วันพบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างในผลิตภัณฑ์ทุกสิ่งทดลองมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากการละลายอนุภาคของแข็งในส่วนที่เป็นโปรตีนมากขึ้นมีผลทำให้ค่าความสว่างลดลง ส่วนค่าสีแดงมีสีเพิ่มมากขึ้นในผลิตภัณฑ์ทุกการทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดสีน้ำตาลชนิดไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ที่อุณหภูมิการพาสเจอร์ไรซ์ของสารสกัดหยาบที่เติมลงไปในทุกสิ่งทดลองเป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากการสลายตัวของโมเลกุลน้ำตาลด้วยความร้อนสูง การเกิดโพลีเมอร์ของสารประกอบคาร์บอนได้เป็นสารสีน้ำตาลมากขึ้น และจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดมากขึ้น สำหรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้ส่งผลทำให้ค่าสีเหลืองมีแนวโน้มลดลง [15, 19]

จากการศึกษาลักษณะภายนอกที่ปรากฏในผลิตภัณฑ์ทุกสิ่งทดลองวันที่ 0 และ 14 ดังตารางที่ 1 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบลักษณะที่สังเกตได้พบว่า ปริมาณการเติมถั่วแดง และถั่วเหลืองมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี เนื้อสัมผัสอย่างชัดเจน ระยะเวลา 14 วันเกิดการเปลี่ยนแปลงสีน้ำตาลมากขึ้น ส่วนเนื้อสัมผัสเกิดเป็นเคิร์ดลอยอยู่ในขวดมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นผลเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลรวมถึงการตกตะกอนโปรตีนปริมาณไม่มาก [15, 19] สำหรับเหตุผลที่อาจเป็นไปได้คือ อาจเกิดจากในนมถั่วเหลืองมีสารเลซิทิน (lecithin) เป็นองค์ประกอบและมีสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ดีทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นเนื้อเดียวกัน [4, 15]

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีในผลิตภัณฑ์ทุกตัวอย่างในวันที่ 0 และ 14 ความเป็นกรด-ด่าง ร้อยละกรดทั้งหมด และของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (ภาพที่ 6, 7 และ 8) พบว่า ทุกค่าที่วัดได้คือ ความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 6.10 – 6.41 ร้อยละกรดทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.38-0.42 และของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่

ในช่วง 7.8-9.7^oปริกซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จากผลการทดลองที่ได้แสดงว่าการเติมถั่วแดง และถั่วเหลืองในปริมาณที่ต่างกันไม่มีผลต่อการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และร้อยละกรดทั้งหมด และของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจาก ทุกอัตราส่วนถั่วแดงต่อถั่วเหลืองมีอัตราส่วนผสมหลักที่เท่ากัน และการแปรปริมาณถั่วแดง และถั่วเหลืองที่ต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสำหรับการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความเป็นกรด-ด่างในผลิตภัณฑ์ทุกสิ่งทดลองที่วัดได้เป็นช่วงที่เหมาะสมบ่งชี้ว่ามีไฮโปรตินในนมถั่วแดง และนมถั่วเหลืองเกิดการตกตะกอนเป็นลิมที่จุดไอโซอิเล็กทริก (isoelectric point) ในระหว่างการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรซ์ [15] ดังนั้นการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยสารสกัดหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชถั่วแดงผสมถั่วเหลืองจึงไม่ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชถั่วแดงผสมถั่วเหลืองสูตรต่างๆ มีความเป็นกรดหรือเป็นด่างเพิ่มขึ้น [4, 19] และค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่วัดได้มีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากการเติมสารสกัดหญ้าหวานเป็นสารให้ความหวานสังเคราะห์ที่ไม่ให้พลังงานในปริมาณไม่สูงมาก และเติมในปริมาณที่เท่ากันในทุกสิ่งทดลอง สำหรับงานวิจัยนี้ต้องการเน้นเป็นเครื่องดื่มสุขภาพจำเป็นต้องมีการควบคุมปริมาณน้ำตาล ทำให้ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมีค่าในช่วง 7.8-9.7^oปริกซ์

จากผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 อัตราส่วนถั่วแดงต่อถั่วเหลืองวันที่ 0 และ 14 พบว่า ไม่พบการเจริญเติบโตในทุกสิ่งทดลอง และได้ดำเนินการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อุณหภูมิ 4^oซ. เป็นเวลา 14 วัน ก็ไม่พบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ค่าปริมาณจุลินทรีย์ที่ได้ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนํ้านมถั่วเหลืองกำหนดไว้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คือ จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 ซีเอฟยู/ มล. (มผช.529/2558) [23] แสดงว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทุกสิ่งทดลองผ่านการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรซ์ กระบวนการเทคนิคขั้นตอนในการผลิตมีความสะอาดและมีความปลอดภัย สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ปฏิกริยาทางเคมี และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวที่อุณหภูมิ 4^oซ. [19, 22, 24]

จากผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทุกอัตราส่วน โดยใช้แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 9-point hedonic scale โดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวมพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าปริมาณถั่วแดงและถั่วเหลืองที่เติมลงไปมีผลต่อคะแนนความชอบโดยเฉพาะอัตราส่วนถั่วแดง: ถั่วเหลือง 50:50 ให้คะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุดเท่ากับ 6.94, 7.17, 7.11, 6.80 และ 7.10 ตามลำดับ และการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรซ์ และเวลาที่มีผลต่อคะแนนโดยปกติที่พืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วแดง ถั่วเหลืองมีกลิ่นเหม็นเขียว กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ถั่วเกี่ยวข้องกับสารประกอบที่ระเหยได้สารสำคัญ คือ เอนไซม์ไลโปออกซิจีเนสตามธรรมชาติที่พบในถั่วเหลืองกรดไขมันไม่อิ่มตัวคือ กรดไลโนเลอิกทำปฏิกิริยากับออกซิเจนหรือถูกแสงแดดมีเอนไซม์และโลหะ เช่น เหล็ก ทองแดงเป็นตัวเร่งเกิดเป็นสารประกอบไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เมื่อเกิดการสลายตัวเป็นสารประกอบที่ระเหยได้ เช่น อัลดีไฮด์ คีโตน และแอลกอฮอล์ทำให้เกิดกลิ่นถั่ว [4, 15, 24-26] การเติมนํ้าใบเตยในปริมาณที่เหมาะสมทำให้ช่วยลดการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในนมถั่วแดง และนมถั่วเหลืองได้ [4, 15, 27] ส่วนการเติมถั่วแดงหรือถั่วเหลืองมากเกินไปมีผลต่อการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะอัตราส่วนถั่วแดง 100:0 ให้คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมต่ำสุดเท่ากับ 6.27, 6.17, 6.06, 6.43 และ 6.18 ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

เมื่อพิจารณาปริมาณถั่วแดง และถั่วเหลืองที่เหมาะสมที่เติมลงในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชจากถั่วแดงผสมถั่วเหลือง ผลการวิเคราะห์ด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส พบว่า การเติมถั่วแดงและถั่ว

เหลืองปริมาณเท่ากันคือ 50 กรัม ลงในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชถั่วแดงผสมถั่วเหลืองมีความเหมาะสมที่สุดเมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม และศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเป็นเวลา 14 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์ทุกสิ่งทดลองมีความปลอดภัยในการบริโภค การเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านกายภาพ และด้านเคมีเล็กน้อย และเนื่องด้วยข้อเสียของพืชตระกูลถั่ว คือ การเกิดกลิ่นเหม็นเขียว ซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ และเนื่องจากถั่วแดง และถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีกลิ่นเหม็นเขียว การเติมถั่วแดง หรือถั่วเหลืองในปริมาณที่มากเกินไปส่งผลเสียด้านรสชาติและความชอบโดยรวมผู้ทดสอบชิมมีแนวโน้มให้คะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมที่ต่ำลง และเนื่องจากผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มนี้นั้นเน้นเพื่อสุขภาพ จำกัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำซึ่งโดยปกติในการผลิตเครื่องดื่มโดยทั่วไปปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 13-15^oบริกซ์ แต่จากผลการวิจัยที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 7.8-9.7^oบริกซ์ จากข้อสรุปที่ได้นี้สามารถนำมาปรับใช้ในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพได้เหมาะสมสำหรับผู้ที่มีความเป็นห่วงใยในเรื่องสุขภาพ ดังนั้นงานวิจัยนี้เลือกสารสกัดหญ้าหวานเนื่องจาก มีกลิ่นหญ้าหวาน และไม่ให้พลังงานเหมาะกับผู้ที่มีความห่วงใยในสุขภาพ จึงควรศึกษาการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเปรียบเทียบในเรื่องสารให้ความหวานชนิดอื่น และวิธีการกำจัดกลิ่นถั่วซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ชนิด และปริมาณสารให้ความเข้มข้น เช่น กัม คาราจีแนน เพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสให้มีความคงตัวมากขึ้น เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชน้ำเต้าหู้จากถั่วแดงผสมถั่วเหลืองโดยใช้สารสกัดหญ้าหวาน สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่สนับสนุนทุนวิจัยด้วยงบประมาณคณะฯ จนแล้วเสร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] อภิรดา รินพล; เนตรชนก หลวงแสน; และ พิมพร ดอนมูล. (2554). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากธัญพืช. ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49. น. 141– 147. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [2] ราณี สุรกาญจน์กุล. (2553, ตุลาคม-ธันวาคม). การผลิตน้ำใบบัวบกเพื่อสุขภาพ. วารสารอาหาร. 40(4): 327-333.
- [3] วัฒนา วิรุฒิกร. (2564). ผลของชนิดและปริมาณนมแพะและนมวัวต่อคุณภาพเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่จากนมแพะผสมนมวัว. ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ การประชุมวิชาการ ระดับชาติ และนานาชาติ ครั้งที่ 4 พ.ศ.2564. 7 มกราคม 2564. น. 1106-1115. บุรีรัมย์: มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- [4] สุรีย์ แถวเที่ยง. (2552). เครื่องดื่มหน้านมถั่วเหลืองผสมน้ำแครอท. ปรินูญานิพนธ์ คศ.ม. (คหกรรมศาสตร์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- [5] นราธร สัตย์ชื่อ. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบหน้านมจากกระเจี๊ยบ. ปรินูญานิพนธ์ คศ.ม. (คหกรรมศาสตร์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- [6] Ariefandie Noor F.; Sa'diyah, K.; and Tejasari. (2016, August). Red Kidney Bean Powder Substituted Milk in Cinnamon Herbal Coffee: Consumer Perception, Sensory Properties and Nutrition Content. *Journal of Pelita Perkebunan*. 32(2): 109-119.

- [7] Borowska, M.; and Prusiński, J. (2021, June). Effect of Soybean Cultivars Sowing Dates on Seed Yield and Its Correlation with Yield Parameters. *Journal of Plant Soil and Environment*. 67(6): 360–366.
- [8] Sirikorn Kor-arnan; Sakaowrat Paoblake; and Torphan Aswachaisuvikom. (2015, September-December). Antibacterial, Antioxidation, Antiproteolytic, and Cytotoxicity Activity of *Stevia rebaudiana* Bertoni Leaves. *Journal of Science and Technology Ubon Ratchathani University*. 17(3): 48-55.
- [9] นิพัทธ์ ลิ้มสงวน; ประมวล ทรายทอง; และ สุภัคชนม์ คล่องดี. (2561, กันยายน-ตุลาคม). ความสามารถของถั่วชนิดต่าง ๆ ในการต้านอนุมูลอิสระและส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแลคโตบาซิลลัส. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 26(5): 777-789.
- [10] สมชาย ผะอบเหล็ก. (2556). *ถั่วเหลือง*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- [11] AOAC. (2000). *Official of Association of Analytical Chemists*. 17th edition. Washington D.C.: Association of Analytical Chemists.
- [12] จุฬารัตน์ เลิศบวรวงศ์; และ รลิตา โอสถานนท์. (2549). *การศึกษากระบวนการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวแดง*. กรุงเทพฯ: รายงานการวิจัย ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- [13] FDA Bacteriological Analytical Manual (BAM). (2008). *Chapter 3 and 18*. Retrieved October 13, 2008, from <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/default.htm>
- [14] ไพโรจน์ วิริยจารี. (2545). *การประเมินทางประสาทสัมผัส*. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [15] ทัดดาว ภาชีผล; นิลาวรรณ อินจันทร์; และ สลิลทิพย์ สุขมาก. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผสมน้ำมะม่วงสเตอริไลซ์. ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 13 พ.ศ. 2560*. 7 กันยายน 2560. น. 465-471. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [16] สันติ ทิพยางค์. (2535, เมษายน-มิถุนายน). การผลิตนํ้านมถั่วเหลือง ยู เอช ที ให้มีความคงตัวด้วยคาราจีแนน. *วารสารอาหาร*. 22(2): 53-55.
- [17] วัฒนา วิริวุฒิก. (2562). อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมพริกขี้หนูและกระเจี๊ยบแดง. ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 3 พ.ศ. 2562*. 1 กุมภาพันธ์ 2562. น. 2117-2126. บุรีรัมย์: มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- [18] วัฒนา วิริวุฒิก. (2564). ผลของชนิดและปริมาณนมแพะและนมวัวต่อคุณภาพเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่จากนมแพะผสมนมวัว. ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 4 พ.ศ. 2564*. 7 มกราคม 2564. น. 1106-1115. บุรีรัมย์: มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- [19] นนทพร รัตนจักร์; และ คณะ. (2562, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำเต้าหู้เพื่อสุขภาพโดยใช้ซูคราโลสและปลายข้าวหอมนิล. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี*. 16(2): 49-59.
- [20] ประภาสรี องค์กรักษ์ และ คณะ. (2562).ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสารแอนโทไซยานินและฟีนอลิกรวมในพืชสกุล *Vigna* 15 พันธุ์. ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 57 พ.ศ. 2562*. 29 มกราคม – 1 กุมภาพันธ์ 2562. น. 24-31. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- [21] Choung, M.G. *et al.* (2001, December). Isolation and Determination of Anthocyanins in Seed Coats of Black Soybean. (*Glycine max* (L.) Merr.) *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 49(12): 5848-5851.
- [22] Aquino-Bolaños, E.N. *et al.* (2016, May). Anthocyanin, Polyphenol, and Flavonoid Contents and Antioxidant Activity in Mexican Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 28(8): 581-588.
- [23] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2558). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำนมถั่วเหลือง (มผช.529/2558)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [24] นีอร ชุมศรี; ศุภศิษฏ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์; ทวีวรรณ สารีบท; และ เกียรติกร การชัยศรี. (2562, กรกฎาคม-กันยายน). การพัฒนาเครื่องตีถั่วเมล็ดรวมผ่านการเพาะงอก. *วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน*. 25(3): 89-98.
- [25] Alhendi, A.S. (2016). *Inactivation of Lipoyxygenase in Soymilk and Soybean by Pulsed Light*. Doctoral Dissertation. USA: Florida University.
- [26] Yan-Chun, L.; Huan-Lu, S.; Xin, L.; Liang, W.; and Shun-Tang, G. (2011, January-February). Influence of Blanching and Grinding Process with Hot Water on Beany and Non-Beany Flavor in Soymilk. *Journal of Food Science*. 76(1): S20-5.
- [27] ศิริญา วันตะ; อรุษา จันทร์กลิ่น; และ ปราณิ เลิศแก้ว. (2558). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องตีนมถั่วมะ และผสมน้ำใบเตย. ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ การประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 2 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร พ.ศ.2558*. 22 ธันวาคม 2558. น. 548-555. กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

**RANC15-009 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนแบบปกติ แบบผสมผสานและแบบออนไลน์
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายประถมศึกษา (มอดินแดง)
COMPARISON OF MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT OF GRADE 6
STUDENTS WHO STUDIED NORMAL TEACHING MIXED AND ONLINEKHON KAEN
UNIVERSITY DEMONSTRATION ELEMENTARY SCHOOL (MODINDANG)**

ชูเกียรติ ลอองแก้ว*
*Chukiat La-oongkaew**

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายประถมศึกษา(มอดินแดง)
khonkaen university Demonstration Elementary School (Modindang).

**Corresponding author, E-mail chulao@kku.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนแบบปกติ แบบผสมผสาน และแบบออนไลน์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายประถมศึกษา (มอดินแดง) ของห้องเรียนควบคุมพิเศษ (ห้อง 6/1) และห้องเรียนทั่วไป (ห้อง 6/3) เฉพาะภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ถึงปีการศึกษา 2564 นักเรียนรวม 299 คน โดยใช้ Google Meet และ Google Classroom เป็นเครื่องมือในการสอนและมีการส่งงานผ่านทาง Google Classroom ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่คะแนนสอบระหว่างห้อง 6/1 กับห้อง 6/3 ในปีการศึกษา 2561 2562 และ 2563 ที่เรียนแบบปกติและแบบผสมผสานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ปีการศึกษา 2564 ที่มีการเรียนแบบออนไลน์เพียงอย่างเดียวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อนำคะแนนสอบทุกห้องและทุกปีการศึกษา มาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมกันพบว่า คะแนนสอบห้อง 6/1 ในปีการศึกษา 2561 และ 2562 ที่เรียนแบบปกติแตกต่างกับห้อง 6/3 ในทุกปีการศึกษาและยังแตกต่างกับห้อง 6/1 ปีการศึกษา 2563 และ 2564 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: รูปแบบการเรียน การเรียนออนไลน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

The objective of this study was to investigate the comparison from math learning achievement of Prathomsuksa 6 students who studied on a regular, combined, and online basis. The study recruited Grade 6 students from Khon Kaen University's Demonstration School as a sample group. From semester 1 of the 2018 academic year until the end of semester 1 of the 2021 academic year, the Elementary

Education Department (Modindang) operated special controlled classroom (Room 6/1) and regular classroom (Room 6/3) with a total of 299 students. Moreover, Google Meet was applied as a teaching tool while the assignments were submitted through Google Classroom. The results revealed that the average test scores for each pair were between room 6/1 and room 6/3 in the academic years 2018, 2019, and 2020 with normal and combined classes. The difference was statistically significant at the .05 level; on the contrary, there was no statistically significant difference at the .05 level in the 2021 academic year with online-only learning. After the scores of all exam rooms and all academic years were analyzed together for variance, it was discovered that the scores for room 6/1 in the academic years 2018 and 2019 differed from room 6/3 in all academic years and also varied greatly from room 6/1 in the academic years 2020 and 2021 with a statistically significant level of .05.

Keywords: Learning Style, Online Learning, Learning Achievement

บทนำ

ในสถานการณ์ช่วงการระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ผู้คนทั่วโลกเจ็บป่วยล้มตายเป็นจำนวนมาก รัฐบาลของแต่ละประเทศต้องเร่งรีบออกมาตรการต่าง ๆ เพื่อควบคุมและกำหนดมาตรการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคเช่นการปิดเมือง (Semi-Lockdown) ปิดประเทศ (Lockdown) ปิดสถานที่ทำงานปิดสถานศึกษารวมทั้งมีมาตรการเว้นระยะห่างทางสังคม (Social Distancing) ส่งผลกระทบต่อทั้งภาคเศรษฐกิจภาคการเมืองของประเทศทางรัฐบาลก็ได้ออกมาตรการด้านสาธารณสุขเป็นแบบการเรียนรู้วิถีใหม่ (New Normal) ตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 ที่ผ่านมาระทรวงศึกษาธิการซึ่งเป็นหน่วยงานที่ดูแลระบบการศึกษาของชาติได้มีนโยบายให้ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอนทั้งเรียนสลับวันหรือแบบอื่นใดที่สถานศึกษาเห็นสมควรและเน้นใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นหลักในการขับเคลื่อนสรรค์สร้างนวัตกรรมเนื้อหาการเรียนการสอนได้พลิกโฉมจากรูปแบบการเรียนการสอนในห้องปกติ (Onsite) เป็นการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ (Online) เพื่อจัดทำเนื้อหาและการค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยทั้งสองแบบจะมีองค์ประกอบคือผู้สอนผู้เรียนเนื้อหาและการประเมินผลสำหรับแบบออนไลน์อาจแตกต่างกันเรื่องเช่นแหล่งเรียนรู้การจัดการและการสื่อสารสำหรับรูปแบบออนไลน์จะมีข้อดีที่ไม่ขึ้นอยู่กับสถานที่ทางกายภาพเดียวกันและอาจเพิ่มอัตราการเข้าร่วมได้ [1] ซึ่งจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้จากพื้นที่ห่างไกลยังทำให้ลดการเผชิญหน้าระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนด้วยสถานการณ์ดังกล่าวโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่นฝ่ายประถมศึกษา(มอดินแดง) จึงได้สนองนโยบายของรัฐบาลโดยปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนใหม่จากรูปแบบการเรียนในห้องปกติ (Onsite) มาเป็นการเรียนแบบออนไลน์ (Online) ในระยะแรกของปีการศึกษา 2563 ได้ทำการเปิดสอนในลักษณะผสมผสาน ทั้งเรียนในห้องปกติและเรียนแบบออนไลน์ต่อมาในปีการศึกษา 2564 ได้จัดการเรียนเป็นแบบออนไลน์เพียงรูปแบบเดียวในเมื่อแหล่งการเรียนรู้แหล่งการฝึกปฏิบัติตลอดจนสิ่งแวดล้อมในระหว่างการเรียนรู้ที่แตกต่างจากเดิมอาจจะกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษาจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้คะแนนสอบทำการเปรียบเทียบผลการเรียนที่ได้ระหว่างการสอนในห้องปกติแบบผสมผสานและแบบออนไลน์เพื่อจะได้นำมาเป็นแนวทางปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนของโรงเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ที่ดียิ่ง ๆ ขึ้นไป ภายใต้นิยามและเอกสารอ้างอิงที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายประถมศึกษา (มอดินแดง) ได้จัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้แก่นักเรียนทุกห้องเรียน และการจัดประเภท

ของห้องเรียนนั้นได้ทำการแบ่งห้องเรียนโดยถือว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความสามารถอยู่ในระดับเท่าเทียมกัน แต่เพื่อให้ตอบสนองการเรียนการสอนและการวิจัยทางการศึกษาของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงได้แบ่งห้องเรียนเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ห้องเรียนทั่วไปเป็นห้องที่จัดการเรียนการสอนตามมาตรฐานแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ห้องเรียนควบคุมพิเศษ เป็นห้องเรียนที่จัดการเรียนการสอนเหมือนห้องเรียนทั่วไป แต่เน้นส่งเสริมศักยภาพผู้เรียนด้านภาษาต่างประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการใช้ภาษาอังกฤษให้ผู้เรียนมีทักษะในการสื่อสารที่เรียกว่าหลักสูตร Intensive English Course (IEC)

บรรยากาศในชั้นเรียนต้องมีบรรยากาศทางกายภาพหมายถึงการจัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ภายในห้องเรียนให้เป็นระเบียบเรียบร้อย น่าดู มีความสะอาด มีเครื่องใช้ เครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ และบรรยากาศทางจิตวิทยาหมายถึง บรรยากาศทางด้านจิตใจที่นักเรียนรู้สึกสบายใจ อบอุ่นเป็นกันเอง มีความสัมพันธ์อันดีต่อกัน มีความรักความศรัทธาต่อผู้สอน ตลอดจนมีอิสระในความกล้าแสดงออกอย่างมีระเบียบวินัยส่วนพฤติกรรมกรรมการสอนของผู้สอนถือว่าเป็นบทบาทสำคัญที่จะสร้างความรู้สึที่ดีให้แก่นักเรียนและการสอนต้องใช้เทคนิคและทักษะการสอนที่สอดคล้องเหมาะสมกับผู้เรียนและบทเรียน [2]

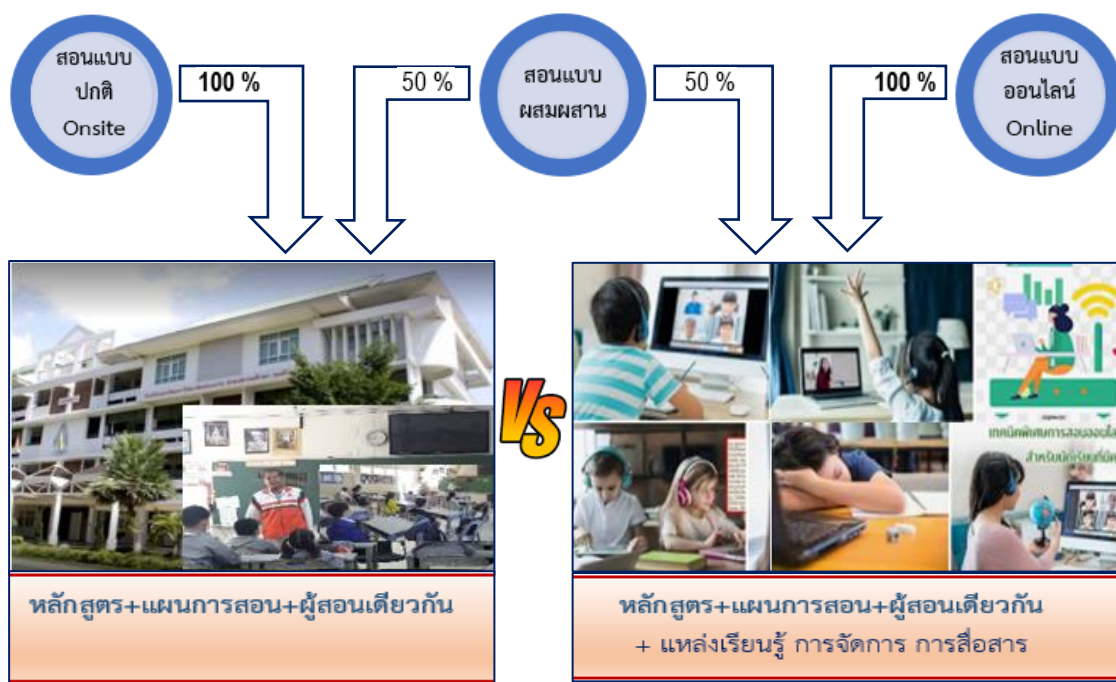
การเรียนรู้ออนไลน์คือกระบวนการทางการศึกษาที่เกิดขึ้นทางอินเทอร์เน็ต เป็นรูปแบบหนึ่งของการศึกษาทางไกล สามารถเข้าถึงการศึกษาจากสถานที่ห่างไกล [1] การเรียนการสอนแบบออนไลน์เป็นวิธีการถ่ายทอดเนื้อหาโดยใช้สื่อหลายประเภท (Multimedia) ร่วมกับการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าถึงแหล่งเรียนรู้ที่มีความหลากหลายทันสมัย [3] การเรียนออนไลน์จะช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าและจำได้นานกว่าเมื่อเปรียบเทียบการเรียนตามปกติแทบทุกรายวิชา นักเรียนจะพัฒนาการด้านทักษะในการแก้ปัญหาและมีทักษะในการสร้างสรรค์ที่ดีขึ้น นักเรียนจะใช้เวลาในการเรียนน้อยลงโดยเฉพาะนักเรียนที่เรียนอ่อนสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้เองตามความต้องการ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น [4] การเรียนแบบออนไลน์ (Online) ทำให้การเรียนมีชีวิตชีวามากกว่าการเรียนแบบเดิม และทำให้นักศึกษามีความอยากเรียนรู้มากยิ่งขึ้น [5] การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์อาจจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเมื่อยล้า เนื่องจากต้องนั่งอยู่หน้าจอานาน ๆ เรียนครั้งละหลายชั่วโมง [6] ข้อดีของการสอนออนไลน์ก็คือเอื้อประโยชน์ต่อทั้งผู้เรียน ผู้สอน ในเรื่องรู้เท่าทันเทคโนโลยีเลือกสถานที่ได้และมีช่องทางสื่อสารมากมายเลือกได้ตามเหมาะสม สำหรับข้อเสียจะเป็นการลดโอกาสการเรียนรู้ร่วมกัน การปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันมีน้อย ต้องคอยกระตุ้นอย่างมากและยากที่จะควบคุมพฤติกรรมผู้เรียนได้ [7]

ประสิทธิภาพของการเรียนแบบออนไลน์เกิดจากสมรรถนะของผู้สอนที่จะต้องสร้างบรรยากาศในการเรียน เน้นความร่วมมือแนะนำแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง จะทำให้การวัดและประเมินผลการสอนแบบออนไลน์ (Online) สามารถสะท้อนความสามารถในการเรียนของนักศึกษาได้อย่างแท้จริง [5] ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนที่แตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีค่าใกล้เคียงกันและให้คำแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางพัฒนารูปแบบการวัดและประเมินผลควรจัดให้มีรูปแบบที่หลากหลายและสอดคล้องกับวิธีการจัดการเรียนการสอน ด้วยการนำสื่อต่าง ๆ มาประกอบกับการเรียนในชั้นเรียนและจัดการสอนให้สามารถบูรณาการในรายวิชาพร้อมกันได้ [6]

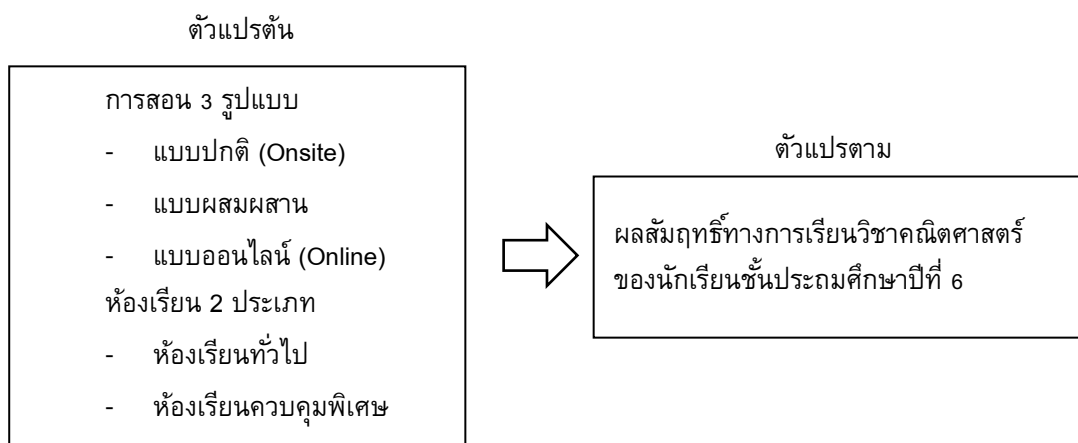
การจัดการเรียนการสอนแบบ E-Learning ก็ถือเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนออนไลน์พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง แต่จะต้องคำนึงความพร้อมของผู้เรียนเพราะการเรียนระบบดังกล่าวต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์และเวลาสถานที่ของการใช้เครื่องและความรับผิดชอบของผู้เรียนแต่ละคนซึ่งอาจทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำของระบบการเรียนรู้ ผู้สอนต้องควบคุมกลุ่มผู้เรียนให้รอบคอบ [8]

การวัดและการประเมินผลจำเป็นต้องมีทั้งในรูปแบบการเรียนในห้องปกติ(Onsite) หรือแบบออนไลน์ (Online) เพื่อให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในการเรียนแต่ละครั้งและยังสามารถนำผลไปปรับปรุงการเรียนการสอนให้บรรลุผลตามเป้าหมายทำให้ผู้เรียนมีทักษะด้านต่าง ๆ ดียิ่งขึ้น การวัดและประเมินผลครูผู้สอนควรคำนึงวิธีการวัดและประเมินผลตามหลักการวัดและประเมินผล คือ การวัดก่อนเรียน (Pre-Test) ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนที่จะเรียนในเนื้อหา นั้น ๆ การวัดระหว่างเรียน (Formative-Test) จุดประสงค์เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และการวัดหลังเรียน (Summative-Test) จุดประสงค์เพื่อตัดสินผลการเรียน [9] การประเมินออนไลน์นอกจากจะทำในรูปแบบเดิมแล้วยังสามารถทำได้ด้วยเครื่องมือการประเมินต่าง ๆ เช่น กลุ่มสนทนาอิเล็กทรอนิกส์ แบบทดสอบการประเมินตนเอง และมอบหมายงานส่งทางอิเล็กทรอนิกส์ได้เช่นกัน โดยไม่ได้ทำให้คุณภาพของการประเมินลดลง [10]

อำนาจการทดสอบของการใช้สถิติการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 5 วิธี คือ Tukey-Kramer, Newman Keuls, Duncan, Scheffe และ Fisher's LSD เมื่อกลุ่มตัวอย่างเท่ากันและมีการเปรียบเทียบรายคู่ภายใต้ความแปรปรวนที่เท่ากัน พบว่าอำนาจการทดสอบด้วยสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้ง 5 วิธี มีผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยวิธีที่ให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดคือ Fisher's LSD และมีข้อดกลงเบื้องต้นใช้ได้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน [11]



ภาพที่ 1 สัดส่วนการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดรูปแบบการสอน ห้องเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่เรียนแบบปกติแบบผสมผสานและแบบออนไลน์

วิธีดำเนินการวิจัย

เป็นการวิจัยในชั้นเรียนของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่นฝ่ายประถมศึกษา(มอดินแดง) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยเก็บผลสอบวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ถึงปีการศึกษา 2564 จากนักเรียนห้องที่มีการควบคุมพิเศษในห้องเรียนซึ่งเป็นหลักสูตรการเรียนการสอน IEC (ห้อง 6/1) และห้องเรียนทั่วไป (ห้อง 6/3) โดยใช้ Google Meet และ Google Classroom เป็นเครื่องมือในการสอน สำหรับการส่งงานให้ส่งผ่านทาง Google Classroom

หลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่อใช้แจกแจงความถี่ (Frequencies) สถิติเชิงปริมาณโดยใช้ Means เพื่อหาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง T-Test เพื่อประมาณค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรายคู่ที่มี 2 ประชากร และ One-Way ANOVA เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของหลายประชากรโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS For PC

ผลการวิจัย

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงจำนวนนักเรียนในรูปแบบร้อยละ และคะแนนเฉลี่ย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS For PC ได้ผลลัพธ์ ดังนี้

1. ข้อมูลพื้นฐานของตัวอย่างจากปีการศึกษา 2561 ถึง ปีการศึกษา 2564

ห้อง	ปีการศึกษา	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
6/1	2561	44	14.72
6/3	2561	38	12.71
6/1	2562	40	13.38
6/3	2562	37	12.37
6/1	2563	39	13.04
6/3	2563	32	10.70
6/1	2564	41	13.71
6/3	2564	28	9.36
รวม		299	100.00

ภาพที่ 3 จำนวนนักเรียนห้อง 6/1 และ 6/3

จากภาพที่ 3 เมื่อหาความถี่โดยใช้คำสั่ง Frequencies เรียงตามปีการศึกษาและห้อง พบว่านักเรียนทั้ง 4 ปีการศึกษามีจำนวน 299 คน โดยแต่ละห้องมีจำนวนนักเรียนที่ใกล้เคียงกัน

ห้อง	ปีการศึกษา	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย
6/1	2561	44	40.86
6/3	2561	38	35.42
6/1	2562	40	39.98
6/3	2562	37	35.81
6/1	2563	39	39.31
6/3	2563	32	36.44
6/1	2564	41	37.37
6/3	2564	28	35.39
รวม		299	37.76

ภาพที่ 4 คะแนนเฉลี่ยห้อง 6/1 และ 6/3

จากภาพที่ 4 เมื่อหาค่าเฉลี่ยคะแนนโดยใช้คำสั่ง Means เรียงตามคะแนนเฉลี่ยจากสูงไปต่ำ พบว่าจากนักเรียน จำนวน 299 คน ห้อง 6/1 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าห้อง 6/3 โดยห้อง 6/1 ปีการศึกษา 2561 สูงสุดที่ 40.86 และต่ำสุดเป็นห้อง 6/3 ที่ 35.39 คะแนน ภาพรวมคะแนนเฉลี่ยทุกห้องได้ 37.76 คะแนน

2. การประมาณค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรายคู่ที่มี 2 ประชากร

ทำการตรวจสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ย ห้อง 6/1 และห้อง 6/3 ของแต่ละปีการศึกษาทางสถิติด้วยคำสั่ง T-test ได้ดังนี้

Group Statistics

ห้วง	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
คะแนนสอบ 6_1	44	40.86	5.232	.789
6_3	38	35.42	4.902	.795

Independent Samples Test

คะแนนสอบ	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Equal variances assumed	.155	.695	4.836	80	.000	5.443	1.126	3.203	7.682	
Equal variances not assumed			4.859	79.447	.000	5.443	1.120	3.213	7.672	

ภาพที่ 5 ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยเฉพาะปีการศึกษา 2561

Group Statistics

ห้วง	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
คะแนนสอบ 6_1	40	39.98	5.577	.882
6_3	37	35.81	6.398	1.052

Independent Samples Test

คะแนนสอบ	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Equal variances assumed	1.544	.218	3.050	75	.003	4.164	1.365	1.445	6.884	
Equal variances not assumed			3.034	71.16E1	.003	4.164	1.373	1.428	6.901	

ภาพที่ 6 ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยเฉพาะปีการศึกษา 2562

Group Statistics

ห้อง	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
คะแนนสอบ 6_1	39	39.31	5.197	.832
6_3	32	36.44	6.185	1.093

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper	
คะแนนสอบ	Equal variances assumed	1.212	.275	2.125	69	.037	2.870	1.351	.176	5.564
	Equal variances not assumed			2.089	6.07E1	.041	2.870	1.374	.122	5.618

ภาพที่ 7 ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยเฉพาะปีการศึกษา 2563

Group Statistics

ห้อง	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
คะแนนสอบ 6_1	41	37.37	5.902	.922
6_3	28	35.39	5.685	1.074

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper	
คะแนนสอบ	Equal variances assumed	.153	.697	1.384	67	.171	1.973	1.426	-.873	4.819
	Equal variances not assumed			1.394	5.95E1	.169	1.973	1.416	-.859	4.805

ภาพที่ 8 ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยเฉพาะปีการศึกษา 2564

จากภาพที่ 5 ถึง ภาพที่ 7 พบว่า Sig (2-tailed) มีค่า .000 .003 และ .037 ตามลำดับ ซึ่งล้วนแต่น้อยกว่า .05 แสดงว่าคะแนนสอบระหว่างห้อง 6/1 กับ ห้อง 6/3 ในปีการศึกษา 2561 ถึงปีการศึกษา 2563 ที่มีการสอนแบบปกติและแบบผสมผสาน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่พบภาพที่ 8 ค่า Sig (2-tailed) มีค่า .171 ซึ่งมากกว่า .05 แสดงว่าคะแนนสอบระหว่างห้อง 6/1 กับห้อง 6/3 ในปีการศึกษา 2564 ที่มีการสอนแบบออนไลน์เพียงอย่างเดียว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของหลายประชากรโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยใช้ค่าสถิติเอฟ (F-Test) เพื่อดูว่ามีคะแนนเฉลี่ย
คู่ใดบ้างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงปีการศึกษา 2561 ถึงปีการศึกษา 2564 ซึ่งอาจจะ
เป็นไปได้หลายกรณี ได้แก่ 1) เฉพาะห้อง 6/1 เมื่อต่างปีการศึกษา 2) เฉพาะห้อง 6/3 เมื่อต่างปีการศึกษา
และ 3) ทั้งห้อง 6/1 และห้อง 6/3 เมื่อต่างปีการศึกษา สถิติที่ใช้ทดสอบเราสามารถเลือกได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับ
ปัจจัยพื้นฐานที่เหมาะสม ในครั้งนี้เลือกใช้ Fisher's LSD เนื่องจากมีข้อตกลงเบื้องต้นสามารถใช้กับกลุ่มตัวอย่าง
ที่มีขนาดเท่ากันหรือใกล้เคียงกันได้มีอำนาจการทดสอบสูงและเป็นที่ยอมรับในหมู่นักวิจัย [11]

คะแนนสอบ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1281.193	7	183.028	5.770	.000
Within Groups	9231.469	291	31.723		
Total	10512.662	298			

ภาพที่ 9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทุกปีการศึกษาด้วย One-Way ANOVA ห้อง 6/1 และห้อง 6/3

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนห้อง 6/1 และ ห้อง 6/3 ทุกปีการศึกษา พบว่าค่า
Sig เป็น .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .05 แสดงว่ามีคะแนนสอบอย่างน้อย 1 คู่ ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ที่ระดับ .05 จึงควรวิเคราะห์หาคู่ที่แตกต่างกันด้วย One-Way ANOVA ต่อไปในแต่ละกรณี

คะแนนสอบ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	277.462	3	92.487	3.077	.029
Within Groups	4809.977	160	30.062		
Total	5087.439	163			

คะแนนสอบ
LSD

Multiple Comparisons

(i) กลุ่มห้องเรียน	(j) กลุ่มห้องเรียน	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Year61 Room6/1	Year62 Room6/1	.889	1.198	.459	-1.48	3.25
	Year63 Room6/1	1.556	1.206	.199	-.83	3.94
	Year64 Room6/1	3.498*	1.190	.004	1.15	5.85
Year62 Room6/1	Year61 Room6/1	-.889	1.198	.459	-3.25	1.48
	Year63 Room6/1	.667	1.234	.589	-1.77	3.10
	Year64 Room6/1	2.609*	1.219	.034	.20	5.02
Year63 Room6/1	Year61 Room6/1	-1.556	1.206	.199	-3.94	.83
	Year62 Room6/1	-.667	1.234	.589	-3.10	1.77
	Year64 Room6/1	1.942	1.226	.115	-.48	4.36
Year64 Room6/1	Year61 Room6/1	-3.498*	1.190	.004	-5.85	-1.15
	Year62 Room6/1	-2.609*	1.219	.034	-5.02	-.20
	Year63 Room6/1	-1.942	1.226	.115	-4.36	.48

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ภาพที่ 10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทุกปีการศึกษาด้วย One-Way ANOVA เฉพาะห้อง 6/1

จากภาพที่ 10 เมื่อตาราง ANOVA มีค่า Sig = .029 ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงต้องเปรียบเทียบหาคะแนนคู่ที่แตกต่างกัน ในที่นี่จะใช้วิธี LSD พบว่าคะแนนสอบปีการศึกษา 2564 ที่เรียนออนไลน์ แตกต่างกับคะแนนสอบที่สอนแบบปกติในปีการศึกษา 2561 และปีการศึกษา 2562 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่กลับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เมื่อสอนแบบผสมในปีการศึกษา 2563

คะแนนสอบ					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	22.922	3	7.641	.226	.878
Within Groups	4421.492	131	33.752		
Total	4444.415	134			

ภาพที่ 11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทุกปีการศึกษาด้วย One-Way ANOVA เฉพาะ ห้อง 6/3

จากภาพที่ 11 เมื่อตาราง ANOVA มีค่า Sig = .878 ซึ่งมากกว่า .05 แสดงว่าไม่มีคะแนนสอบปีการศึกษาใดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จึงไม่ต้องเปรียบเทียบหาคะแนนคู่ที่แตกต่างกันอีกต่อไป และการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทั้งห้อง 6/1 และห้อง 6/3 ทุกปีการศึกษา พบว่าห้อง 6/1 ในปีการศึกษา 2561 และ 2562 ที่สอนแบบปกติ (Onsite) คะแนนสอบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กับห้อง 6/1 ปีการศึกษา 2564 และห้อง 6/3 ทุกปีการศึกษาแต่ไม่ต่างกับการสอนแบบผสมผสานของห้อง 6/1 ในปีการศึกษา 2563 สำหรับการสอนแบบออนไลน์กลับพบว่าคะแนนสอบของทั้งห้อง 6/1 และห้อง 6/3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่าคะแนนสอบนักเรียนในช่วงการสอนแบบปกติ (Onsite) ห้องที่มีการควบคุมพิเศษในห้องเรียน ซึ่งเป็นหลักสูตรการเรียนการสอน IEC (ห้อง 6/1) มีคะแนนสอบสูงกว่าห้องเรียนทั่วไป (ห้อง 6/3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เมื่อสอนแบบออนไลน์ที่เราไม่สามารถควบคุมบรรยากาศ และสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนได้ คะแนนสอบทุกห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงเป็นที่น่าสังเกตว่าเด็กในวัยนี้การกำกับดูแลวินัยการเรียนและควบคุมสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนให้เหมาะสม เป็นสิ่งจำเป็นค่อนข้างมากพอสมควร เพราะเมื่อมีการสอนแบบปกติคะแนนสอบห้อง 6/1 แตกต่างกับห้อง 6/3 ทุกปีการศึกษาแต่เมื่อสอนแบบออนไลน์คะแนนสอบกลับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่อย่างใด สอดคล้องกับเลิศชาย ปานมุข [2] ที่กล่าวถึงบรรยากาศในชั้นเรียนต้องมีบรรยากาศทางกายภาพที่เหมาะสม

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนระหว่างการสอนแบบปกติแบบผสมผสานและแบบออนไลน์นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่นฝ่ายประถมศึกษา (มอดินแดง) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผลสอบวิชาคณิตศาสตร์ของห้องเรียนที่มีการควบคุมพิเศษในห้องเรียน (ห้อง 6/1) และห้องเรียนทั่วไป (ห้อง 6/3) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ถึงปีการศึกษา 2564 ผลการวิจัยพบว่า มีนักเรียน

จาก 4 ปีการศึกษา รวม 299 คน โดยแต่ละห้องมีจำนวนนักเรียนที่ใกล้เคียงกันห้อง 6/1 มีคะแนนสอบสูงกว่าห้อง 6/3 โดยห้อง 6/1 ปีการศึกษา 2561 สูงสุดที่ 40.86 คะแนนและต่ำสุดเป็นห้อง 6/3 ที่ 35.39 คะแนนเมื่อเฉลี่ยทุกห้องได้ 37.76 คะแนนจากการทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่พบว่าคะแนนสอบระหว่างห้อง 6/1 กับ ห้อง 6/3 ในช่วงปีการศึกษา 2561 ถึงปีการศึกษา 2563 คะแนนสอบจากการสอนแบบปกติและแบบผสมผสานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ในปีการศึกษา 2564 ที่มีการสอนแบบออนไลน์เพียงอย่างเดียว ปรากฏว่าคะแนนสอบระหว่างห้อง 6/1 กับห้อง 6/3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแยกเฉพาะห้อง 6/1 และเฉพาะห้อง 6/3 มีผลสอดคล้องกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทั้งห้อง 6/1 และห้อง 6/3 ทุกปีการศึกษา โดยพบว่าห้อง 6/1 ในปีการศึกษา 2561 และ 2562 ที่สอนแบบปกติ (Onsite) คะแนนสอบมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกับห้อง 6/1 ปีการศึกษา 2564 และห้อง 6/3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกปีการศึกษาแต่ไม่แตกต่างกับการสอนแบบผสมผสานของห้อง 6/1 ในปีการศึกษา 2563 สำหรับการสอนแบบออนไลน์กลับพบว่าคะแนนสอบของทั้งห้อง 6/1 และห้อง 6/3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kim, J. (2020, July). Learning and Teaching Online During Covid-19: Experiences of Student Teachers in an Early Childhood Education Practicum. *International Journal of Early Childhood*. 52(2), 145-158. Retrieved November 22, 2021, from <https://doi.org/10.1007/s13158-020-00272-6>
- [2] เลิศชาย ปานมุข. (2558, 20 กรกฎาคม). การจัดบรรยากาศในชั้นเรียน. *ความรู้เกี่ยวกับการศึกษา*, กระพุทที่ 3035. สืบค้นเมื่อ 29 พฤศจิกายน 2564, จาก <http://www.lertchaimaster.com/forum/index.php?topic=39.0>
- [3] วิทยา วาโย, อภิรดี เจริญนุกูล, ฉัตรสุดา กานกายนต์, และจรรยา คนใหญ่. (2563, พฤษภาคม-สิงหาคม). การเรียนการสอนแบบออนไลน์ภายใต้สถานการณ์แพร่ระบาดของไวรัส COVID-19 : แนวคิดและการประยุกต์ใช้จัดการเรียนการสอน. *วารสารศูนย์อนามัยที่ 9*. 14(34), 285-298. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2564, จาก <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/RHPC9Journal/article/view/242473>
- [4] มั่นสนันท์ บุตรสอน. (2558, กันยายน-ธันวาคม). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องการใช้โปรแกรมนำเสนอข้อมูล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอนมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*. 7(20), 25-34. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2564, จาก <https://jci.snru.ac.th/Files/Article/265-ArticleTextFile-20190901154334.pdf>
- [5] จันทนา วัฒนกาญจนะ, แพรพรรณ ตรีชนัน, ธนาธิป พัวพรพงษ์, และวิศิษฐ์ ฤทธิบุญไชย. (2564, พฤษภาคม-สิงหาคม). ประสิทธิภาพของการเรียนออนไลน์จากสมรรถนะผู้สอนและการวัดประเมินผลกรณีศึกษาคณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม. *วารสารวิชาการสังคมศาสตร์เครือข่ายวิจัยประชาชื่น*. 3(2), 10-10. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2564, จาก <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/prn/article/view/251889/170339>

- [6] วิธิตา พรหมวงศ์, ทศนา ประสานตรี, และสุมาลี ศรีพุทธรินทร์. (2564, พฤษภาคม-มิถุนายน). สภาพปัจจุบัน ปัญหา และแนวทางแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ในช่วงการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครพนม เขต 1. *วารสารรัชต์ภาคย์*. 15(40), 200-213. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2564, จาก <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/RJPJ/article/view/249874/170312>
- [7] เจริญ ภูวิจิตร. (2564). การจัดการเรียนรู้ทางออนไลน์อย่างมีประสิทธิภาพในยุคดิจิทัล. *สถาบันพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา*. 15(40). สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2564, จาก <http://www.nidtep.go.th/2017/publish/doc/20210827.pdf>
- [8] นงนิภา ตูลยานนท์. (2553). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เรียนผ่าน E-Learning กับผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เรียนตามปกติในวิชาการควบคุมและการตรวจสอบภายใน. ใน *รายงานการวิจัย*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2564, จาก <http://libdoc.dpu.ac.th/research/136754.pdf>
- [9] สัมพันธ์ พันธุ์พุกษ์. (2525). *การวัดและประเมินผลทางการศึกษา*. ขอนแก่น: ภาควิชาประเมินผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [10] Ocak, G., & Karakus, G. (2021). Undergraduate students' views of and difficulties in online exams during the COVID-19 pandemic. *Themes in eLearning*. 14, 13-30. Retrieved November 22, 2021, from <http://earthlab.uoi.gr/tel/index.php/themeslearn/article/view/31/16>
- [11] นิภาพร ขำสอาด. (2552). *อำนาจการทดสอบของการใช้สถิติการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย*. ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. สืบค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2564, จาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ed_Mea/Nipaporn_K.pdf

RANC15-010 การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่าน ของเด็กปฐมวัย

PARENTAL INVOLVEMENT IN PROMOTING EARLY CHILDHOOD READING SKILLS

ชญญารัตน์ โภคผล* สุวิมล ราชเจริญ พณัฐดา วรารักษ์ ธัญญลักษณ์ กองขุนชาติ ขวัญใจ จริยาทัศน์กร
Chanyarat Pokpol, Suvimon Rachjaroen, Phanatda Worarak, Thanyaluck Kongkhunchad,*
Kwanjai Jariyatathone

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานครนายก
Faculty of Education, Suan Dusit University, Nakhonnayok Campus.

**Corresponding author, E-mail: Changarat64@gmail.com*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย 2) เพื่อศึกษาการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ ผู้ปกครองและนักเรียนชั้นอนุบาล 3 โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมือง จังหวัดนครนายก จำนวน 131 คน ได้มาจากการสุ่มแบบชั้นภูมิ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย ประกอบด้วย การคาดเดาภาษาหนังสือ การแก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง การจำคำที่คุ้นเคยได้ การคาดเดาคำ และการแก้ไขปัญหาการอ่านคำ ค่าความเชื่อมั่น .834, .866, .901, .885 และ .872 ตามลำดับ แบบสอบถามการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง ประกอบด้วย การให้ความรู้ การเป็นต้นแบบ และการเสริมแรง มีค่าความเชื่อมั่น .848, 855 และ .894 ตามลำดับ สถิติที่ใช้คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบ Correlation ผลการวิจัยพบว่า 1. ทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมากและปานกลาง โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การคาดเดาภาษาหนังสือ รองลงมาคือ การแก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง การจำคำที่คุ้นเคยได้ การแก้ไขปัญหาการอ่านคำ และการคาดเดาคำ ตามลำดับ 2. การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย พบว่า อยู่ในระดับมากทุกด้าน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การให้ความรู้ การเสริมแรง และการเป็นต้นแบบ ตามลำดับ 3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านกับทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย พบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัยทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การให้ความรู้ การเป็นต้นแบบ และการเสริมแรง มีความสัมพันธ์กับทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย ในด้านการคาดเดาภาษาหนังสือ การแก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง การจำคำที่คุ้นเคยได้ การคาดเดาคำ และการแก้ไขปัญหาการอ่านคำ ทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง การส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย

Abstract

The objectives of this research were 1) to study reading skills of early childhood 2) to study the participation of parents in promoting reading skills of early childhood. The sample used was 131 parents and students in Kindergarten 3, Municipal School 1, Wat Si Muang Temple, Nakhon Nayok Province, were randomly selected from Stratified Sampling. The research instrument was a questionnaire on reading skills of early childhood, children consisting of book language predictions, correcting mistakes in sentences manually, remembering familiar words, word predictions, and correcting reading problems Confidence values .834, .866, .901, .885 and .872 respectively. The research instrument was a questionnaire on participation of parents consists of providing knowledge, being a model and reinforcement. The confidence values were .848, .855 and .894 respectively. The statistics used were percentage, mean, standard deviation and correlation. The research results were found that 1. Reading skills of early childhood Overall and each aspect was at a high and moderate level. The order of averages from highest to lowest was the children consisting of book language predictions, followed by correcting mistakes in sentences manually, remembering familiar words, correcting reading problems and word predictions respectively. 2. The participation of parents in promoting reading skills of early childhood was found to be at a high level in all aspects. The averages were arranged in providing knowledge, reinforcement and being a model respectively. 3. An analysis of the relationship between the participation of parents in promoting reading skills of early childhood and reading skills of early childhood found that the participation of parents in promoting reading skills of early childhood in 3 aspects was: providing knowledge, being a model and reinforcement correlated with reading skills of early childhood in terms of book language predictions, followed by correcting mistakes in sentences manually, remembering familiar words, correcting reading problems and word predictions all aspects were statistically significant at the .01 level.

Keywords: Participation of Parents, Reading Skills in Early Childhood

บทนำ

เด็กวัย 2-5 ปี ถือเป็นวัยทองของภาษาพัฒนาการของพวกเขาจะเจริญงอกงามอย่างมากซึ่งถ้าเด็กวัยนี้ได้รับการส่งเสริมอย่างถูกต้องและเพียงพอ จะทำให้การเรียนรู้ของเด็กพัฒนาไปได้อย่างรวดเร็ว แต่มีเด็กจำนวนมากไม่ได้รับการส่งเสริมพัฒนาการด้านนี้จากบ้านและโรงเรียนเท่าที่ควร ทำให้เด็กขาดประสบการณ์ทางภาษา เด็กวัยนี้มักจะถูกมองว่ายังไม่มีความสามารถในการอ่าน ทั้งที่ในความเป็นจริงการเรียนรู้ของเด็กเริ่มตั้งแต่อายุยังน้อย และเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องพัฒนามาพร้อมกับการเรียนรู้ภาษาพูด ไม่จำเป็นต้องพูดได้คล่องก่อนถึงจะมาเรียนการอ่าน ปัจจุบันมีโรงเรียนอนุบาลหลายแห่งที่จัดประสบการณ์แบบเตรียมความพร้อมมักให้ความสำคัญกับการส่งเสริมทักษะการฟังและการพูดมาก แต่ค่อนข้างละเลยเรื่องตัวอักษรและเสียง บางแห่งไม่จัดประสบการณ์ให้เด็กได้อ่านเลย เด็กได้รับประสบการณ์การอ่านน้อยมาก แต่ในทางตรงข้ามโรงเรียนบางแห่งเห็นว่าเด็กควรเริ่มอ่านอย่างจริงจังในชั้นอนุบาล จึงจัดประสบการณ์แบบเน้นอ่านอย่างจริงจัง ผูกให้เด็กจดจำตัวอักษร แจกลูกประสมคำเช่นเดียวกับการเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา เด็กจึงถูกเร่งให้เรียนอย่างจริงจัง ทั้งที่เขาไม่มีความสนใจและครูนำแบบฝึกหัดพัฒนาทักษะทางภาษามาใช้กับเด็กอายุต่ำกว่า 6 ขวบ ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง การจัด

ประสบการณ์ทางภาษาแบบเร่งให้อ่านแบบผิดวิธีดังกล่าว ส่งผลให้เด็กเกิดความเครียดและเกิดทัศนคติที่ไม่ดีต่อการเรียนรู้ภาษา ซึ่งแท้จริงแล้วเด็กวัยนี้ควรเรียนรู้ ภาษาจากกิจกรรมที่สอดคล้องกับธรรมชาติและพัฒนาการของเด็ก เช่น การเคลื่อนไหว การท่องคำคล้องจอง การร้องเพลง ฯลฯ การเรียนอ่านเกิดจากการที่เด็กมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เด็กสนใจในชีวิตประจำวัน การตอบสนองที่ดีจากบุคคลอื่น การเสริมแรงจากผู้ใหญ่และควรเกิดจากความสนใจของเด็กเองไม่ใช่การถูกบังคับ ซึ่งผู้ใหญ่มีหน้าที่สำคัญในการสนับสนุนส่งเสริมสร้างแรงจูงใจให้เด็กสนใจจนสามารถอ่านได้ การส่งเสริมให้เด็กเกิดความสนใจในการอ่านเขียน จึงเป็นสิ่งสำคัญ เพราะความสนใจเป็นรากฐานที่สำคัญที่จะทำให้คนเรามีความตั้งใจต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ ส่งผลให้บุคคลมีความสามารถทำกิจกรรมนั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าสามารถสร้างความสนใจให้กับเด็กอย่างได้ผลแล้ว ก็จะทำให้เด็กตั้งใจฝึกทักษะนั้น ๆ ได้อย่างจริงจัง ทั้งยังสามารถปฏิบัติ กิจกรรมได้นาน มีความมั่นใจจนเกิดเป็นนิสัยขึ้นมา เด็กไม่ควรถูกบังคับให้อ่านก่อนที่จะเกิดความสนใจอย่างชัดเจน ความสนใจในการอ่านให้กับเด็กควรเริ่มตั้งแต่วัยทารก และเมื่อเด็กเข้าสู่โรงเรียนอนุบาลก็เป็นหน้าที่ของครู โดยในส่วนของโรงเรียนควรจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้เด็กได้เลือกทำกิจกรรมด้วยตนเอง ควรเป็นกิจกรรมที่น่าสนใจและมีความหมายต่อเด็ก เช่น ส่งเสริมให้เด็กได้พูดเกี่ยวกับตนเอง ให้ความรู้ของเด็กจะเพิ่มพูนขึ้นเมื่อเด็กได้รับโอกาสในการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการอ่านร่วมกับผู้ใหญ่ และกิจกรรมที่จัดให้เด็กได้อ่านตามลำพัง การอ่านกับเพื่อนเป็นคู่ เป็นกลุ่มย่อยเพื่ออภิปรายร่วมกัน และสิ่งที่เด็กเขียนขึ้นเองนับได้ว่าเป็นการอ่านที่ดีที่สุดของเด็ก

พฤติกรรมความสนใจในการอ่านและการเขียน สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมที่เด็กแสดงออกให้เห็นถึงความสนใจ ตัวอย่างของพฤติกรรมความสนใจในการอ่าน เช่น การขอให้ผู้ใหญ่อ่านหนังสือให้ฟัง อ่านหนังสือกับผู้ใหญ่ ได้นานพอเหมาะกับวัย เปิดอ่านหนังสือตามลำพัง เปิดหนังสือและเล่าเรื่องให้เพื่อนฟัง เลือกและนำหนังสือมาให้ผู้ใหญ่อ่านให้ฟัง พูดคุยแสดงความคิดเห็นต่อภาพสัญลักษณ์หรือตัวหนังสือขณะที่ผู้ใหญ่ถาม ส่วนพฤติกรรมความสนใจในการเขียน เช่น ทำกิจกรรมที่ใช้ดินสอ แสดงท่าทางเขียนหนังสือในการเล่นสมมติ ทำท่าเขียนหนังสือ คัดลอกคำหรือข้อความโดยครูไม่ได้สั่ง นำผลงานที่ตนเขียนให้ผู้อื่นดูอย่างภาคภูมิใจ เขียนคำและข้อความอย่างคล่องแคล่วสนุกสนาน สนใจงานเขียนของผู้อื่น เป็นต้น [1]

การที่เด็กได้นั่งอยู่บนตัก และภายในอ้อมแขนอบอุ่นของแม่ ผลที่เกิดขึ้นก็คือเด็กจะรู้สึกถึงความรักที่แม่มีต่อเขา มันทำให้เด็กเกิดความรู้สึกอบอุ่น เกิดความมั่นใจในตนเอง เกิดความรู้สึกว่าตนเองเป็นที่ต้องการของแม่ หรือพ่อซึ่งเป็นผู้ที่มีความสำคัญต่อชีวิตเขา ความรู้สึกเช่นนี้จะนำไปสู่ความรู้สึกไว้วางใจต่อสิ่งต่าง ๆ รอบตัวคือพื้นฐานอันสำคัญของการก่อเกิดบุคลิกภาพที่สมบูรณ์เมื่อเด็กเติบโตเป็นผู้ใหญ่ ความสุขที่เกิดขึ้นจากการที่ได้นั่งอยู่บนตักภายในอ้อมกอดของแม่ฟังแม่อ่านหนังสือให้ฟัง จะฝังตรึงอยู่ในความทรงจำของเด็กไปตลอด และด้วยความสุขที่ว่านี้แหละมันจะกลายเป็นแรงขับให้เด็กคนนี้เกิดความประทับใจในการอ่านหนังสือ เพราะการอ่านมันคือความสุข คือความทรงจำที่ฝังใจ สุดท้ายเขาจะกลายเป็นคนที่รักหนังสือ รักการอ่าน และรักการแสวงหาความรู้ไปตลอดชีวิต การที่แม่อ่านหนังสือให้ลูกฟัง ลูกจะได้ยินเสียงอ่าน ได้มองเห็นภาพประกอบ ได้มองเห็นตัวอักษรที่เป็นสัญลักษณ์เพื่อแทนภาพนั้น ๆ สมอของเด็กรู้จะทำหน้าที่เชื่อมต่อเสียงของแม่ ภาพที่มองเห็น รวมทั้งตัวอักษรที่ปรากฏอยู่เข้าด้วยกันนี่คือการเกิดขึ้นของการรู้หนังสือ การเกิดภาษา ทั้งภาษาพูด ภาษาอ่าน และภาษาเขียนในคนเรา เรื่องราวและเนื้อหาที่ปรากฏในหนังสือจะถูกสมองเก็บรายละเอียดต่าง ๆ เข้าไป ผ่านการอ่านเกิดกระบวนการวิเคราะห์และตีความ สุดท้ายมันก็กลายเป็นความรู้ของเด็กไป ความรู้เกี่ยวกับสิ่งรอบตัว คุณธรรม จริยธรรม ประเพณีปฏิบัติ รูปแบบการดำเนินชีวิต ที่ปรากฏอยู่ในหนังสือจะถูกแปรเปลี่ยนไปเป็นความรู้ในตัวเด็กทั้งหมดคือกระบวนการการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการอ่าน และความรู้ที่เกิดขึ้นเหล่านี้ก็จะมีผลต่อความคิด

การตัดสินใจ และพฤติกรรมของเด็กต่อไป ในขณะที่เดียวกันความมั่งคั่งของภาษาที่ใช้ในหนังสือ ความงามของภาพ ความงามของเรื่องราวต่าง ๆ ในหนังสือก็จะเป็นอีกจุดหนึ่งที่ทำให้เด็กเกิดความประทับใจ และนำไปสู่การพัฒนาจิตใจของเขาให้เป็นผู้ที่ยึดมั่นในความงาม ความจริง และความดีของชีวิต [2]

ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนผู้ปกครอง เพื่อส่งเสริมทักษะด้านอ่านที่ดีให้เกิดขึ้นกับเด็กปฐมวัยสุขสมด้วยการจัดกิจกรรมการอ่านโดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่ากิจกรรมนี้จะมีส่วนช่วยผลักดันให้ทุกคนครวัในสังคมไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญของการอ่านโดยใช้หนังสือหรือทำกิจกรรมการอ่านร่วมกับลูกอย่างต่อเนื่องด้วยตนเอง และทางโรงเรียน ครูมีการสนับสนุนในด้านของการอ่านของเด็กเพื่อให้สังคมไทยกลายเป็นสังคมแห่งปัญญา ที่มีนักอ่านตัวน้อยเพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง [3]

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย
2. เพื่อศึกษาการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ผู้ปกครองและนักเรียนชั้นอนุบาล 3 โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมือง จังหวัดนครนายก จำนวน 131 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ผู้ปกครองและนักเรียนชั้นอนุบาล 3 โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมือง จังหวัดนครนายก จากนั้นใช้วิธีสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม โดยใช้สูตรทาร์โร ยามาเน่ จากนั้นแบ่งตามห้องเรียน จำนวน 119 คน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนผู้ปกครองและนักเรียนชั้นอนุบาล 3

สถานที่	จำนวนผู้ปกครองและนักเรียน	กลุ่มตัวอย่าง
ผู้ปกครองและนักเรียน ชั้นอนุบาล 3/1	33	30
ผู้ปกครองและนักเรียน ชั้นอนุบาล 3/2	33	30
ผู้ปกครองและนักเรียน ชั้นอนุบาล 3/3	33	30
ผู้ปกครองและนักเรียน ชั้นอนุบาล 3/4	32	29
รวม	131	119

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง ประกอบด้วย การให้ความรู้ การเป็นต้นแบบและการเสริมแรง

ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย ประกอบด้วย คาดเดาภาษาหนังสือ แก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง จำคำที่คุ้นเคยได้ คาดเดาคำ และแก้ไขปัญหาการอ่านคำ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีวิธีการดำเนินงานตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารงานวิจัยและเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาของแบบสอบถาม

2. กำหนดโครงการสร้างแบบสอบถามโดยมีรายละเอียด ได้แก่ การกำหนดรูปแบบของคำถามโดยได้ศึกษาจากแบบสอบถามในงานวิจัยของบุคคลอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้าย ๆ กัน และขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาในการเสนอแนะแก้ไข

3. สร้างแบบสอบถามฉบับร่างตามขอบเขตและโครงสร้างที่ได้กำหนดไว้

4. ผู้วิจัยนำแบบสอบถามฉบับร่างที่สร้างเสร็จเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาและสอดคล้องตามนิยามของตัวแปร พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67 - 1.00

5. จากผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้รับการเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง และนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป โดยแบบสอบถาม (Questionnaire) แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ปกครอง ได้แก่ สถานภาพ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ และระดับการศึกษาของบุตรหลาน

ตอนที่ 2 แบบสอบถามการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า มี 5 ระดับ ประกอบด้วย การให้ความรู้ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .848 การเป็นต้นแบบ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .855 และการเสริมแรง มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .894

ตอนที่ 3 แบบสอบถามทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า มี 5 ระดับ ประกอบด้วย การคาดเดาภาษาหนังสือ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .844 การแก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .866 การจำคำที่คุ้นเคยได้ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .901 การคาดเดาคำ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .885 และการแก้ไขปัญหาการอ่านคำ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .872

การแปลความหมายของคะแนน ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การแบ่งเป็น 5 ช่วงชั้น เท่า ๆ กัน ดังนี้

ช่วงคะแนน	ระดับความคิดเห็น/ระดับการปฏิบัติ
4.50 – 5.00	มากที่สุด
3.50 – 4.49	มาก
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	น้อย
1.00 – 1.49	น้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามกับกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้ปกครองและนักเรียนชั้นอนุบาล 3 โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมือง จังหวัดนครนายก โดยผู้วิจัยได้ติดต่อประสานงานขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลกับโรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมือง จังหวัดนครนายก และมีการประชุมผ่านทางออนไลน์เพื่อชี้แจงรายละเอียดของข้อคำถามกับผู้ปกครอง จากนั้นนำแบบสอบถามที่ได้รับมาตรวจสอบความสมบูรณ์ถูกต้อง เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัย ส่วนใหญ่จะใช้สถิติเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งได้เป็น ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะการอ่านและการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย กับทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โดเมนการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Correlation

ผลการวิจัย

1. ผลวิเคราะห์เกี่ยวกับสถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ปกครองที่ตอบแบบสอบถาม พบว่า ผู้ปกครองที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีสถานภาพเป็นบิดา (ร้อยละ 31) มารดา (ร้อยละ 29) ปู่ ย่า ตา ยาย (ร้อยละ 23) อื่น ๆ (ร้อยละ 18) ผู้ปกครองส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 61) และรองลงมาเป็นเพศชาย (ร้อยละ 39) ผู้ปกครองส่วนใหญ่มีอายุ 30-39 ปี (ร้อยละ 31) รองลงมาอายุ 40-49 (ร้อยละ 18) อายุ 50-59 (ร้อยละ 18) อายุ 20-29 (ร้อยละ 17) อายุ 60 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 15) อายุต่ำกว่า 20 ปี (ร้อยละ 2) ตามลำดับ ผู้ปกครองส่วนใหญ่มีระดับการศึกษามัธยมศึกษา (ร้อยละ 53) รองลงมาประถมศึกษา (ร้อยละ 29) อื่น ๆ (ร้อยละ 9) ปริญญาตรี (ร้อยละ 8) และต่ำกว่าประถมศึกษา (ร้อยละ 0) ตามลำดับ ผู้ปกครองส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป (ร้อยละ 44) รองลงมาค้าขาย (ร้อยละ 27) เกษตรกร (ร้อยละ 15) พนักงานของรัฐ (ร้อยละ 10) อื่น ๆ (ร้อยละ 3) รับราชการ (ร้อยละ 2) ตามลำดับ ผู้ปกครองส่วนใหญ่มีรายได้ 10,001-20,000 บาท (ร้อยละ 56) รองลงมาต่ำกว่า 10,000 บาท (ร้อยละ 45) และคนรายได้ 20,001 บาทขึ้นไป (ร้อยละ 0) ตามลำดับ ผู้ปกครองส่วนใหญ่มีบุตรหลานศึกษาระดับอนุบาล 3 (ร้อยละ 100) รองลงมาอนุบาล 2 และอนุบาล 1 (ร้อยละ 0) ตามลำดับ

2. ผลการวิเคราะห์ทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย พบว่า นักเรียนมีทักษะการอ่านในแต่ละด้านโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.64$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ คาดเตาภาษาหนังสือ ($\bar{X} = 4.08$) รองลงมาคือ แก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง ($\bar{X} = 3.89$) จำคำที่คุ้นเคยได้ ($\bar{X} = 3.65$) และแก้ไขปัญหาการอ่านคำ ($\bar{X} = 3.46$) ตามลำดับ ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ คาดเตาคำ ($\bar{X} = 3.16$)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย

ทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย	\bar{X}	S.D.	ระดับการปฏิบัติ	อันดับที่
การคาดเตาภาษาหนังสือ	4.08	0.54	มาก	
1. เด็กมีการทำท่าทางเหมือนอ่านหนังสือ	4.25	0.82	มาก	2
2. เด็กพูดเล่าเรื่องด้วยภาษาของตนเอง	4.29	0.60	มาก	1
3. เด็กทำกิจวัตรประจำวันตามเนื้อเรื่องที่ได้อ่าน	4.15	0.76	มาก	3
4. เด็กเลียนเสียงได้จากประสบการณ์ตรง	4.05	0.70	มาก	4
5. เด็กสามารถอ่านประโยคสั้น ๆ ได้	4.00	0.80	มาก	5
6. เด็กสามารถตอบคำถามจากเนื้อหาที่อ่านได้	3.92	0.74	มาก	7
7. เด็กจับใจความโดยใช้ประสบการณ์ตรง	3.92	0.79	มาก	6
การแก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง	3.89	0.65	มาก	
1. เมื่อผู้ใหญ่ถามเกี่ยวกับเรื่องที่อ่าน เด็กสามารถพูดชื่อภาพและสัญลักษณ์ได้	3.91	0.81	มาก	3
2. เด็กสามารถชี้บอกคำที่เหมือนกันได้	3.89	0.77	มาก	4
3. เด็กสามารถอ่านคำที่คุ้นเคยได้	4.02	0.73	มาก	1

ทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย	\bar{X}	S.D.	ระดับการปฏิบัติ	อันดับที่
4. เด็กอ่านป้ายที่เห็นอยู่เป็นประจำ ได้จากการที่ผู้ปกครองอ่านให้ฟัง	3.84	0.80	มาก	5
5. เด็กสามารถหาคำที่มีตัวอักษรคล้ายคลึงกัน	3.82	0.79	มาก	6
6. เด็กอ่านคำที่มีตัวอักษรง่าย ๆ ได้	3.91	0.81	มาก	2
การจำคำที่คุ้นเคยได้	3.65	0.67	มาก	
1. เด็กสามารถอ่านและบอกคำที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้	3.54	0.78	มาก	5
2. เด็กสามารถอ่านคำจากบัตรภาพได้	3.82	0.71	มาก	2
3. เด็กสามารถจำคำที่มีพยัญชนะต้นเหมือนกันได้	3.58	0.75	มาก	3
4. เด็กสามารถบอกพยัญชนะของคำได้	3.58	0.73	มาก	4
5. เด็กอ่านได้อย่างคล่องแคล่ว ชัดเจนจากคำที่คุ้นเคย	3.93	1.00	มาก	1
6. เด็กสามารถชี้ภาพจากคำสั่งของผู้ปกครอง	3.42	0.73	ปานกลาง	6
การคาดเดาคำ	3.16	0.80	ปานกลาง	
1. เด็กสามารถอ่านออกเสียงพยัญชนะ สระได้	3.22	0.90	ปานกลาง	2
2. เด็กสามารถสะกดคำง่าย ๆ ได้	3.21	0.96	ปานกลาง	3
3. เด็กสามารถอ่านคำคล้องจองได้	3.07	0.91	ปานกลาง	7
4. เด็กสามารถอ่านคำและพยัญชนะตามผู้ปกครองได้	3.14	0.82	ปานกลาง	5
5. เด็กสามารถนำคำที่อ่านมาแต่งประโยค	3.15	0.88	ปานกลาง	4
6. เด็กสามารถนำคำสองคำมารวมเป็นคำใหม่ได้	3.08	0.78	ปานกลาง	6
7. เด็กสามารถบอกคำจากพยัญชนะที่ผู้ปกครองบอกได้	3.24	0.77	ปานกลาง	1
การแก้ไขปัญหาการอ่านคำ	3.46	0.91	ปานกลาง	
1. เด็กสามารถแยกพยัญชนะกับสระจากคำได้	3.45	0.99	ปานกลาง	3
2. เด็กรู้ว่าเสียงของคำที่ได้ยินประกอบด้วยพยัญชนะและสระใด จากการอ่านของผู้ปกครอง	3.52	1.02	มาก	2
3. เด็กบอกชื่อสิ่งที่พบเห็นได้	3.60	0.98	มาก	1
4. เด็กสามารถบอกชื่อตัวอักษรที่พบเห็นในหนังสือได้	3.41	1.06	ปานกลาง	4
5. เด็กสามารถแก้คำง่าย ๆ ที่ผู้ปกครองอ่านผิดได้	3.39	0.97	ปานกลาง	6
6. เด็กจดจำรูปคำต่าง ๆ จากผู้ปกครองอ่านได้มากขึ้น	3.39	0.98	ปานกลาง	5
รวม	3.64	0.68	มาก	

3. ผลวิเคราะห์เกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย พบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัยในแต่ละด้านโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.88$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ การให้ความรู้กับการเสริมแรง ($\bar{X} = 3.93$) รองลงมาคือ การเป็นต้นแบบ ($\bar{X} = 3.78$)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย

การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย	\bar{X}	S.D.	ระดับการปฏิบัติ	อันดับที่
การให้ความรู้	3.93	0.40	มาก	
1. ฝึกให้เด็กหัดอ่านหนังสือออกเสียงตาม	3.94	0.72	มาก	7
2. เล่าเรื่องจากหนังสือให้เด็กฟัง	3.97	0.84	มาก	4
3. สอนให้เด็กรู้จักวิธีการค้นคว้าจากหนังสือ	3.89	0.85	มาก	9
4. หัดให้เด็กเล่าเรื่องจากหนังสือที่อ่าน	3.88	0.84	มาก	10
5. นำเรื่องต่าง ๆ จากหนังสือมาสนทนาเชื่อมโยงให้สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน	3.92	0.79	มาก	8
6. ให้เด็กลองแต่งเรื่องหรือต่อเติมเรื่องจากหนังสือที่อ่าน	3.94	0.78	มาก	6
7. ฝึกให้เด็กคิดคำถามและคำตอบจากหนังสือที่ได้อ่านและที่ได้ฟัง	3.94	0.85	มาก	5
8. หาความรู้จากหนังสือที่ได้อ่าน และที่ได้ฟัง	3.85	0.77	มาก	11
9. เด็กจดจำเนื้อเรื่องและส่งเสียงเรียงแบบตัวละครในหนังสือที่อ่าน	4.14	0.84	มาก	1
10. แนะนำให้เด็กอ่านเรื่องราวที่น่าสนใจจากหนังสือ	3.98	0.85	มาก	2
11. อธิบายประโยชน์ของการอ่านให้เด็กรับรู้	3.98	0.77	มาก	3
12. เมื่อไปสถานที่ต่าง ๆ มักอ่านป้ายให้เด็กฟังเสมอ	3.67	0.80	มาก	12
การเป็นต้นแบบ	3.78	0.30	มาก	
1. เป็นแบบอย่างในการเลือกหนังสือที่ดีเป็นประจำ	3.87	0.77	มาก	2
2. เป็นแบบอย่างในการอ่านหนังสือให้เด็กได้เห็นเป็นประจำ	3.84	0.87	มาก	3
3. ในวันหยุดหรือเวลาว่างท่านจะหยิบหนังสือมาอ่าน	3.95	0.84	มาก	1
4. มักจะซื้อหนังสือ/นิตยสาร/วารสาร หรือหนังสือพิมพ์มาอ่านอย่างต่อเนื่อง	3.75	0.87	มาก	9
5. เดินทางไปสถานที่ใดก็ตามก็นำหนังสือติดตัวไปด้วย	3.70	0.83	มาก	10

การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย	\bar{X}	S.D.	ระดับการปฏิบัติ	อันดับที่
6. แสดงแบบอย่างในการค้นหาคำตอบหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ จากการศึกษาค้นคว้า	3.78	0.68	มาก	6
7. มักจะพาเด็กไปร้านหนังสือเพื่อซื้อหนังสือ	3.76	0.66	มาก	8
8. ให้คำแนะนำหนังสือที่น่าสนใจให้กับบุคคลอื่น ๆ	3.70	0.78	มาก	11
9. มักจะพาเด็กเข้าห้องสมุดเพื่ออ่านหนังสือหรือยืมหนังสือ	3.78	0.79	มาก	5
10. แสดงบทบาทสมมติขณะเล่านิทานเพื่อให้เด็กสนใจ	3.76	0.77	มาก	7
11. ให้ความสำคัญกับการอ่านหนังสือทุกวัน	3.81	0.88	มาก	4
12. สนใจซื้อหนังสือเข้าชั้นหนังสือที่บ้านอยู่เสมอ	3.66	0.81	มาก	12
การเสริมแรง	3.93	0.56	มาก	
1. พูดหรือแสดงกิริยาขยอชมเชยเมื่อเห็นเด็กอ่านหนังสือ	3.60	0.80	มาก	11
2. เมื่อเห็นเด็กอ่านหนังสือจะพูดชื่นชมทุกครั้ง	3.71	0.83	มาก	9
3. มีใบหน้ยืมยืมและให้ความสนใจในเรื่องที่เด็กเล่าจากหนังสือที่เขาอ่าน	3.70	0.82	มาก	10
4. แสดงความกระตือรือร้นในการพาเด็กไปร้านหนังสือเมื่อเด็กต้องการ	3.77	0.85	มาก	8
5. สนับสนุนปัจจัยต่าง ๆ เมื่อเห็นเด็กอยากซื้อหนังสือ	3.59	0.75	มาก	12
6. รับฟังเด็กเล่าเรื่องราวต่าง ๆ ด้วยความสนใจอย่างต่อเนื่อง	4.15	0.76	มาก	3
7. มักจะเปิดโอกาสให้เด็กเลือกหนังสือตามที่ชอบ	4.13	0.85	มาก	4
8. แสดงความสนใจด้วยการพูดคุยหรือซักถามในสิ่งที่เด็กอ่าน	4.08	0.85	มาก	5
9. เมื่อเด็กอ่านหนังสือมักจะมีรางวัลให้เด็กเสมอ	4.03	0.79	มาก	6
10. มักให้หนังสือเป็นของขวัญรางวัลแก่เด็กเสมอ	3.97	0.82	มาก	7
11. ที่บ้านมีหนังสือเล่มใหม่ที่น่าสนใจอยู่เสมอ	4.24	0.80	มาก	1
12. เอาใจใส่ติดตามให้เด็กอ่านหนังสือและชื่นชมเด็ก	4.19	0.92	มาก	2
รวม	3.88	0.37	มาก	

4. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านกับทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย พบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัยทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การให้ความรู้ การเป็นต้นแบบ และการเสริมแรง มีความสัมพันธ์กับทักษะการอ่าน

ของเด็กปฐมวัย ในด้านการคาดเดาภาษาหนังสือ การแก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง การจำคำที่คุ้นเคยได้ การคาดเดาคำ และการแก้ไขปัญหาการอ่านคำ ทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัยกับทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย

ทักษะการอ่านของ เด็กปฐมวัย	การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย			
	การให้ความรู้	การเป็นต้นแบบ	การเสริมแรง	รวม
การคาดเดาภาษา หนังสือ	R = 0.925 P = 0.000	R = 0.340 P = 0.000	R = 0.900 P = 0.000	R = 0.870 P = 0.000
การแก้ไขคำผิดใน ประโยคด้วยตนเอง	R = 0.921 P = 0.000	R = 0.404 P = 0.000	R = 0.847 P = 0.000	R = 0.859 P = 0.000
การจำคำที่คุ้นเคยได้	R = 0.842 P = 0.000	R = 0.591 P = 0.000	R = 0.847 P = 0.000	R = 0.882 P = 0.000
การคาดเดาคำ	R = 0.825 P = 0.000	R = 0.314 P = 0.001	R = 0.712 P = 0.000	R = 0.733 P = 0.000
การแก้ไขปัญหาการ อ่านคำ	R = 0.799 P = 0.000	R = 0.374 P = 0.000	R = 0.737 P = 0.000	R = 0.753 P = 0.000

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมืองนครนายก สามารถอภิปรายรายละเอียด ดังนี้

1. ทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมืองนครนายก ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ คาดเดาภาษาหนังสือ แก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง จำคำที่คุ้นเคยได้ คาดเดาคำ และแก้ไขปัญหาการอ่านคำ พบว่าโดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก พบว่า การทำให้คนไทยอ่านหนังสือเพิ่มขึ้นต้องเริ่มตั้งแต่คนเรายังเป็นเด็กเล็ก ๆ คือ ต้องเริ่มตั้งแต่การเรียนการสอนในระดับปฐมวัย และผู้อบรมเลี้ยงดูจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในการปลูกฝังการรัก การอ่านอย่างถูกต้องและเหมาะสมกับวัยของเด็กปฐมวัย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศุภมาส จิรกอบสกุล [4] กล่าวว่า การใช้นิทานที่มีเนื้อหาเหมาะสมสำหรับเด็กปฐมวัย มีการจัดทำแผ่นภาพนิทานที่มีรูปภาพ สีสันสวยงาม และมีตัวหนังสือขนาดใหญ่ให้เด็กมองเห็นได้ชัดเจน ช่วยดึงดูดความสนใจของเด็กมากขึ้น เปิดโอกาสให้เด็กได้เล่าเรื่องด้วยตนเอง ได้แสดงความคิดเห็น ชักถามสิ่งที่ยากรู้ได้แสดงพฤติกรรมอย่างเสรี

1.1 การคาดเดาภาษาหนังสือ ผลการวิจัยพบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมืองนครนายก การคาดเดาภาษาหนังสือ โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการคาดเดาหนังสือ คือ พูดย่อความด้วยภาษาของตน ทำท่าทางเหมือนอ่านหนังสือจับใจความ โดยใช้ประสบการณ์ตรงจากเรื่องที่อ่านนั้น ต้องอาศัยการอ่านจับใจความสำคัญเป็นพื้นฐาน เพื่อให้เราสามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่สำคัญของเรื่องได้ และทำให้เราสามารถคาดเดาภาษาหนังสือที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้อย่างสมเหตุสมผล น่าเชื่อถือ หรือมีความแม่นยำ ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของนันทนา คำสุข [5] กล่าวว่า คาดเดาภาษาหนังสือในการฝึกทักษะการอ่านจับใจความ เด็กบางคนใช้เวลาในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ครูและผู้ปกครองควรให้

คำแนะนำ ช่วยเหลือและเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด เพื่อให้เด็กสามารถพัฒนาภาคเดาภาษาหนังสือได้อย่างเต็มศักยภาพ

1.2 การแก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมืองนครนายก แก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก เนื่องจากแก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง ชี้ออกคำที่เหมือนกัน หากคำที่มีตัวอักษรคล้ายคลึงกัน อ่านข้อความที่มีตัวอักษรและคำที่เห็นกันอยู่เป็นประจำ ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของธนพร ดวงพรกชกร [6] กล่าวว่า ผู้เรียนมีการพัฒนาเขียนสะกดคำ นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาตามลำดับขั้น คิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ ความเหมือนความแตกต่าง จนกระทั่งสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเองได้

1.3 การจำคำที่คุ้นเคยได้ ผลการวิจัยพบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมืองนครนายก จำคำที่คุ้นเคยได้ โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการจำที่คุ้นเคยได้ รู้จักคำที่อยู่ในชีวิตประจำวัน อ่านคำจากภาพ ชี้ออกชื่อ ตัวอักษรส่วนใหญ่ได้ คำคำที่มีพยัญชนะต้นเหมือนกันได้ เช่น ก= กา-ไก่ , ข= ขวด-ของ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของจินตนา ช่วยพันธ์ [7] กล่าวว่า เด็กจำคำที่คุ้นเคยได้ด้วยการจำแนกการแจกลูกสะกดคำ เพื่อให้เด็กสามารถใช้หลักเกณฑ์ในการไล่สะกดคำใหม่ได้ดี มีความสามารถในการอ่านแตกต่างกับการอ่านเป็นคำ

1.4 การคาดเดาคำ ผลการวิจัยพบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมืองนครนายก การคาดเดาคำ โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากคาดเดาคำ ใช้เสียงพยัญชนะต้นที่รู้จักในการคาดเดาและตรวจสอบคำสามารถผสมคำกับคำอื่นกลายเป็นคำใหม่ ใช้คำที่รู้จักแต่งประโยคได้ ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของบุษบา พรหมภักดี [8] กล่าวว่า การคาดเดาคำ การอ่านสะกดคำในระดับเริ่มเรียน ควรเน้นการฝึกออกเสียงพยัญชนะในกลุ่มอักษรต่ำและอักษรสูงให้ถูกต้องก่อนมาประสมกับสระ เพื่อป้องกันการออกเสียงพยัญชนะเพี้ยน

1.5 การแก้ไขปัญหาการอ่านคำ ผลการวิจัยพบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมืองนครนายก การแก้ไขปัญหาการอ่านคำ โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากการแก้ไขปัญหาการอ่านคำ คือจำตัวอักษรที่สัมพันธ์กับเสียงของคำรู้ว่าเสียงของคำที่ได้ยินประกอบด้วยตัวอักษรอะไร สร้างคำศัพท์จากสิ่งที่พบเห็นได้ ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของธีรวิรา ปลาดตะเพียนทอง [9] กล่าวว่า การแก้ไขปัญหาการอ่านคำด้วยตนเองจึงสามารถทบทวนคำศัพท์ที่ได้เรียนไปผ่านการลงมือทำไปด้วย ซึ่งการลงมือทำเป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนคุ้นเคยกับคำศัพท์และระลึกถึงคำศัพท์ที่เคยได้เรียนมาและสร้างความรู้คำศัพท์ใหม่ให้กับตนเองไปพร้อม ๆ กัน

2. การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การให้ความรู้ การเป็นต้นแบบ และการเสริมแรง พบว่าโดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก เนื่องจากผู้ปกครองเห็นความสำคัญของเด็กปฐมวัย และต้องการเข้ามามีส่วนร่วมกับทางโรงเรียน เพื่อพัฒนาเด็กและสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างเด็ก ครูประจำชั้น ผู้ปกครอง และโรงเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของขวัญสกุล แจ่มใส [10] กล่าวว่า นักเรียนที่ได้รับการพัฒนาทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย นักเรียนมีทักษะการอ่านได้ดีขึ้น นักเรียนสามารถนำทักษะการอ่านที่ดีขึ้นนี้ ไปใช้กับการอ่านเพื่อศึกษาในระดับต่อไป

2.1 การให้ความรู้ ผลการวิจัยพบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมืองนครนายก การให้ความรู้ โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการให้ความรู้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับคนทั่วไป โดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในวัยศึกษาเล่าเรียน เพราะปัจจุบันเป็นยุคของข่าวสาร ซึ่งข้อมูลความรู้ในทุกด้านได้เผยแพร่ในรูปของหนังสือและสิ่งตีพิมพ์ต่าง ๆ ผู้อ่านหนังสือมากจะได้รับคุณค่าทางปัญญา เกิดความรู้ ความรอบรู้ มีความก้าวหน้าและทันสมัยอยู่เสมอ เด็กควรได้ความรู้ตั้งแต่ระดับ

ปฐมวัยเพื่อพัฒนาทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุลาวัลย์ อินทร์กอ [11] กล่าวว่า การให้ความรู้ มีการปฏิบัติที่ยุงยากซับซ้อน ผู้ปกครองจำเป็นต้องอาศัยความรู้ ทักษะ และความชำนาญในการมีส่วนร่วมค่อนข้างมาก การเรียนรู้ ได้ยึดหลักการสอนตามความต้องการของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียนตั้งแต่ เริ่มฟัง อ่าน พูด และเขียน

2.2 การเป็นต้นแบบ ผลการวิจัยพบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมืองนครนายก การเป็นต้นแบบ โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการเป็นต้นแบบ ความสำเร็จของบุคคลต้นแบบ แนวคิด แนวทางการแก้ปัญหาของเขา จะทำให้เรามองโลก ในแง่มุมใหม่ ๆ ช่วยให้เราเข้าใจปัญหาและแก้ไขได้ เราจะได้นิสัยที่ดีจากบุคคลต้นแบบ เช่น นิสัยรักการอ่าน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐวดี พุฒิประภาส [12] กล่าวว่า การเป็นต้นแบบ ในการเลือกหนังสือจะต้องมี ลักษณะเป็นคำสุภาพไม่หยาบคาย ตัวสะกดการันต์ถูกต้อง ไม่ใช่คำยากเกินสำหรับเด็ก ภาพประกอบจะต้องมี ลักษณะสำคัญ คือ ภาพสอดคล้องกับเรื่อง ภาพอธิบายเนื้อเรื่องได้ ช่วยให้เนื้อหาชัดเจนขึ้น ตัวอักษรโตเหมาะกับ สายตาของเด็ก ตัวอักษรที่เป็นคำบรรยายมีลักษณะอ่านง่ายสบายตา เนื้อหาที่วางแต่ละหน้าเหมาะสม

2.3 การเสริมแรง ผลการวิจัยพบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมืองนครนายก การเสริมแรง โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการเสริมแรง การใช้แรงเสริมทางบวก ที่มีผลต่อการส่งเสริมนิสัยรักการอ่าน เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้อ่านที่ดี และมีนิสัยรักการอ่านตั้งแต่เยาว์วัย พร้อมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ ควบคู่ไปกับการเพิ่มพูน ความรู้ที่มีสาระต่อตนเอง ชุมชน สังคม และประเทศชาติ ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของสมลักษณ์ น้อยตามโต [13] กล่าวว่า การเสริมแรงเป็นสิ่งที่ผู้ปกครองสามารถปฏิบัติได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยทักษะความรู้ และความ ขำนาญ ผู้ปกครองเพียงแค่อาศัยความรัก ความเข้าใจ และการแสดงออกให้เด็กรับรู้อย่างสม่ำเสมอ และชื่นชมดีใจ ให้เด็กรับรู้ โดยเฉพาะเมื่อเด็กกระทำสิ่งที่น่าชมเชย เช่น แสดงความสนใจหนังสือ ชอบหยิบจับหนังสือ ดังนั้น ผู้ปกครองส่วนใหญ่จึงสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในการส่งเสริมนิสัยรักการอ่านเด็กปฐมวัยด้านการเสริมแรงในระดับ มากได้ ไม่ว่าจะเป็นการรับฟังเด็กเล่าเรื่องราวต่าง ๆ ด้วยความสนใจ

3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านกับทักษะ การอ่านของเด็กปฐมวัย พบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การให้ความรู้ การเป็นต้นแบบ และการเสริมแรง มีความสัมพันธ์กับทักษะการอ่านของเด็ก ปฐมวัย ในด้านการคาดเดาภาษาหนังสือ การแก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง การจำคำที่คุ้นเคยได้ การคาดเดา คำ และการแก้ไขปัญหาการอ่านคำ ทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อาจเนื่องมาจากมาจากการ พัฒนาการอ่าน เป็นสิ่งที่เด็กควรมีและพึงปฏิบัติ อีกทั้งการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองยังมีความสำคัญต่อการ พัฒนาการอ่านของเด็กปฐมวัยสอดคล้องกับงานวิจัยของสมลักษณ์ น้อยตามโต [13] ที่พบว่า การมีส่วนร่วม ของผู้ปกครองในการส่งเสริมนิสัยรักการอ่านเด็กปฐมวัย จำแนกตามอาชีพหลักและระดับการศึกษาในรายด้าน 3 ด้าน คือ ด้านการให้ความรู้ ด้านการเป็นต้นแบบ และด้านการเสริมแรง จากนั้นจึงศึกษาแนวทางการพัฒนาการ มีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมนิสัยรักการอ่านเด็กปฐมวัยตามทัศนะของผู้เกี่ยวข้องในการจัดการศึกษา ปฐมวัย ในด้านที่ผู้ปกครองและเด็กปฐมวัยมีส่วนร่วมอยู่ในอันดับสุดท้ายกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็น ผู้ปกครองเด็กปฐมวัยในโรงเรียนบ้านช่องกะพัต สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จำนวน 101 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยเป็นแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็น แบบสอบถามถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .22-.66 และได้ค่าเชื่อมั่นของ แบบสอบถามเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ .90

สรุปผลการวิจัย

1. ผลวิเคราะห์เกี่ยวกับสถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ปกครองที่ตอบแบบสอบถาม พบว่า ผู้ปกครองที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีสถานภาพเป็นบิดา ส่วนใหญ่มีอายุ 30-39 ปี มีระดับการศึกษามัธยมศึกษา ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป มีรายได้ 10,001-20,000 บาท มีบุตรหลานศึกษาระดับอนุบาล 3 รองลงมาอนุบาล 2
2. ทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมืองนครนายก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า อยู่ในระดับมากทุกด้าน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การคาดเดาภาษาหนังสือ การแก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง การจำคำที่คุ้นเคยได้ การแก้ไขปัญหาการอ่านคำ และการคาดเดาคำ
3. การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย โรงเรียนเทศบาล 1 วัดศรีเมืองนครนายก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าอยู่ในระดับมากทุกด้าน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การให้ความรู้ การเสริมแรง และการเป็นต้นแบบ ตามลำดับ
4. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านกับทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย พบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การให้ความรู้ การเป็นต้นแบบ และการเสริมแรง มีความสัมพันธ์กับทักษะการอ่านของเด็กปฐมวัย ในด้านการคาดเดาภาษาหนังสือ การแก้ไขคำผิดในประโยคด้วยตนเอง การจำคำที่คุ้นเคยได้ การคาดเดาคำ และการแก้ไขปัญหาการอ่านคำทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เอกสารอ้างอิง

- [1] มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมวัย. (2564). *การพัฒนาการอ่านและการเขียนของเด็กปฐมวัย*. สืบค้นเมื่อ 11 ตุลาคม 2564, จาก http://dept.npru.ac.th/edu2/data/files/20191107135852_20160104100512_PR%20book%20for%20child%202016.pdf
- [2] มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมวัย. (2558). *“ความสนใจในการอ่านและการเขียนของเด็กปฐมวัย” การพัฒนาการอ่านและการเขียนของเด็กปฐมวัย*. สืบค้นเมื่อ 11 ตุลาคม 2564, จาก http://dept.npru.ac.th/edu2/data/files/20191107135852_20160104100512_PR%20book%20for%20child%202016.pdf
- [3] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2555). *“รักลูกกรู๊ป” การอ่าน: การพัฒนาศักยภาพมนุษย์*. สืบค้นเมื่อ 11 ตุลาคม 2564, จาก www.happyreading.in.th/article/detail.php?id=1689
- [4] ศุภมาส จีรกอบสกุล. (2559). *ทักษะทางภาษาด้านการอ่านและการเขียนของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมการอ่านนิทานร่วมกัน*. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [5] นันทนา คำสุข. (2552). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะการอ่านเพื่อจับใจความ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- [6] ธนพร ดวงพรกชกร. (2559). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเขียนสะกดคำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT ร่วมกับแบบฝึก*. สาขาการสอนภาษาไทย ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [7] จินตนา ช่วยพันธ์. (2552). *การเปรียบเทียบความสามารถในการอ่าน การเขียนคำภาษาไทยและความพึงพอใจในการเรียนระหว่างการสอนแบบแจกลูกสะกดคำกับการสอนเป็นคำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1*

โรงเรียนระดมวิทยานุสรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 4. สาขาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

- [8] บุษบา พรหมภักดี. (2552). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลชิปปา กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย
ด้านการอ่านสะกดคำ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [9] ชีร์วรา ปลายตะเพียนทอง. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ด้านคำศัพท์และความคงทนโดยใช้เทคนิค
ช่วยจำร่วมกับสมุดภาพคำศัพท์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม.
สาขาวิชาการสอนภาษาอังกฤษ แผนก ข. ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน. บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [10] ขวัญสกุล แจ่มใส. (2562). งานวิจัยในชั้นเรียนการพัฒนาทักษะการอ่านออกเสียงคำในภาษาไทยของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีเวสตันเพียร์ อูปถัมภ์ จังหวัดตราด ประจำปีการศึกษา
2562. โรงเรียนศรีเวสตันเพียร์ อูปถัมภ์ จังหวัดตราด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17.
- [11] สุลาลัย อินทร์กอ. (2559). การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมนิสัยรักการอ่านของนักเรียนระดับ
ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านช่องกะพัต สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1.
สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [12] ณิชวุฒิ พุฒิประภาส. (2556). การศึกษาพฤติกรรมของผู้ปกครองนักเรียนในการเลือกซื้อหนังสือสำหรับเด็ก
โรงเรียนบ้านตราด อำเภอไพรีบึง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 3. หลักสูตร
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ.
- [13] สมลักษณ์ น้อยตามโต. (2554). การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมนิสัยรักการอ่านของเด็กปฐมวัย
โรงเรียนบ้านช่องกะพัต สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1. สาขาวิชาการ
บริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

**RANC15-011 การศึกษาถึงปัจจัยด้านคุณค่าที่รับรู้ที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้า
ร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา
ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE
A STUDY OF PERCEIVED VALUE AFFECTING CUSTOMER LOYALTY STAND
ALONE COFFEE SHOP WITH NON-FRANCHISE IN BANGKOK: A CASE OF FIFTY
FIVEFIVE COFFEE SHOP**

ภาณุวัฒน์ คชสิงห์* ศติประภา พันธนาเสวี

Panuwat Khotchasing, Sasiprapa Phanthanasaeewee*

หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

Master of Business Administration, Faculty of Business Administration, Bangkok University.

**Corresponding author, E-mail: panuwat.khot@bumail.net*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาถึงปัจจัยด้านคุณค่าที่รับรู้ที่ ได้แก่ ด้านคุณภาพการบริการ และด้านราคาส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขต กรุงเทพมหานคร 2) เพื่อศึกษาถึงความจงรักภักดี ได้แก่ ความพึงพอใจ การซื้อซ้ำและการบอกต่อ ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ประชากรที่ใช้ศึกษา คือ กลุ่มลูกค้าที่เคยใช้บริการร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ตั้งแต่ 3 ครั้งขึ้นไป จำนวน 140 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงทำการตอบแบบสอบถามผ่าน Google Forms และวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติที่เหมาะสมโดยใช้ค่าความถี่ ค่าร้อยละ มาตราวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสมการการถดถอยพหุคูณ ผลการวิจัย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 26-30 ปี สถานภาพโสด ระดับการศึกษาปริญญาตรี อาชีพพนักงานบริษัทเอกชน รายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 15,001-25,000 บาท และจากการศึกษาข้อมูลพฤติกรรมการใช้บริการ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เฉลี่ยแล้วซื้อกาแฟจำนวน 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ เข้าใช้บริการช่วงเวลาก่อนเวลา 09.00 น. เข้าใช้บริการต่อครั้งใช้เวลาไม่เกิน 30 นาที เลือกดื่มเครื่องดื่มประเภทกาแฟ ใช้จ่ายเฉลี่ยครั้งละ 100-200 บาท ชำระเงินในรูปแบบเงินสด รู้จักร้านกาแฟด้วยตนเอง ใช้บริการโดยซื้อกลับไปดื่ม และปัจจัยสาเหตุหลักที่ทำให้เลือกซื้อกาแฟมาจากทำเลที่ตั้งใกล้ที่ทำงาน สะดวกสบาย และผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ พบว่า ความมีอิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ (Perceived Value) ด้านคุณภาพการบริการ (Service Quality) ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กแบบที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับที่ 0.05

คำสำคัญ: คุณค่าที่รับรู้ ด้านคุณภาพการบริการ ด้านราคา ความจงรักภักดี ความพึงพอใจ การซื้อซ้ำ การบอกต่อ

Abstract

This study aimed to 1) investigate the perceived value factors, namely Service quality and Perceived Price Value, affecting customer loyalty of Non-Franchise Stand Alone coffee shops in Bangkok; 2) investigate loyalty, i.e. Satisfaction, Repurchase, and Word of Mouth, affecting customer loyalty of Non-Franchise Stand Alone coffee shops in Bangkok. The sample was 140 customers who ever used the service of FIFTY FIVEFIVE Coffee Shop for 3 times or more. The research instrument was a questionnaire using specific sampling method for collecting data via Google Forms. The data was analyzed using frequency, percentage, rating scale, mean, standard deviation and multiple regression equations. The results indicated that respondents were mainly female, aged between 26-30 years old, had single status, graduated bachelor's degree, worked as a private company employee, and had average monthly income of between 15,001-25,000 baht. For behavior of using the service, it was found that most of respondents bought coffee, on average, two to three times a week at before 09.00 am, took time no more than 30 minutes, choose to drink coffee, average spending of 100-200 baht per time with cash payment, knew the coffee shop by themselves, used the take-home service, and major factors of purchasing coffee from a coffee shop were its location near the workplace and convenience. Data analysis using multiple regression analysis indicated that the Perceived value influenced to the customer loyalty of FIFTY FIVEFIVE Coffee Shop by the Perceived value on Service quality affected to customer loyalty of Non-Franchise Stand Alone coffee shops in Bangkok at statistical significance level of 0.05

Keywords: Perceived Value, Service quality, Perceived Price Value, Customer Loyalty, Satisfaction, Repurchase, Word of Mouth

บทนำ

กาแฟจัดเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมไปทั่วโลกอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน บุคคลชอบบริโภคกันเป็นนิสัย ทำให้มีความต้องการดื่มกาแฟของโลกมีมากขึ้น Mordor Intelligence [1] ได้รายงานภาพรวมตลาดพบว่า ตลาดกาแฟทั่วโลกมีมูลค่า 102.02 พันล้านดอลลาร์ในปี 2563 น่าจะมากถึงร้อยละ 4.28 สามารถเห็นได้ว่าความต้องการบริโภคกาแฟมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากความชอบต่อการบริโภคกาแฟที่เพิ่มสูงขึ้นแสดงให้เห็นถึงโอกาสในตลาดกาแฟโลกที่ผู้ผลิตกาแฟไทยสามารถเข้าไปเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาดได้มากขึ้น ซึ่งปัจจุบันไทยส่งออกกาแฟสำเร็จรูปปริมาณ 6,606 ตัน เป็นมูลค่า 25.19 ล้านดอลลาร์ ขยายตัวร้อยละ 14.69 จากช่วงเวลาเดียวกันของปี 2562 โดยไทยยังส่งออกไปตลาดรอง เช่น ฮองกง และสหรัฐอเมริกา ถึงร้อยละ 28 (กรมพัฒนาธุรกิจการค้า) [2] สถานการณ์ปัจจุบันธุรกิจร้านกาแฟเป็นที่นิยมในแวดวงธุรกิจ และได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากโดยสังเกตได้จากต่างชาติที่เข้ามาทำธุรกิจในประเทศไทย เช่น ร้านกาแฟสตาร์บัค ร้านกาแฟคาเฟ่ อเมซอน ร้านกาแฟคอฟฟี่เวิลด์ และร้านกาแฟโอของแปง เป็นต้น ซึ่งร้านกาแฟเหล่านี้ได้ขยายสาขาเพิ่มมากขึ้นทุก ๆ ปี หรือแม้แต่ธุรกิจร้านกาแฟที่ก่อตั้งและดำเนินธุรกิจโดยคนไทยก็มีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เห็นได้จากรายงานของ Euromonitor International [3] ที่แสดงภาพรวมของส่วนแบ่งทางการตลาดกาแฟโลกยังมีแนวโน้มสูงอย่างต่อเนื่อง มูลค่าตลาดอุตสาหกรรมกาแฟไทยสูงกว่า 30,000 ล้านบาท ซึ่งตัวเลขการบริโภคกาแฟในปี 2563 คนไทยมีอัตราการบริโภคโดยเฉลี่ยประมาณ 1.2 กิโลกรัมต่อคนต่อปี หรือประมาณ 300 แก้วต่อคนต่อปี โดยตัวเลขเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงปริมาณการบริโภคกาแฟของประเทศไทยมากขึ้นไป (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย) [4]

จากแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่องของตลาดกาแฟในประเทศไทย เป็นผลสืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้บริโภคกาแฟของผู้บริโภคที่มีมาก จากเรื่องอื่น ๆ ที่ทำธุรกิจติดตัวสูงขึ้น เช่น รายได้ของผู้บริโภค และจำนวนประชากรในกลุ่มพนักงานเงินเดือนที่เพิ่มขึ้น โดยอาจมีผลทำให้ผู้บริโภคเพิ่มแนวทางการจ่าย ในส่วนของตอบโจทย์ผู้ดื่มที่เพิ่มมากขึ้น โดยมีการเพิ่มจำนวนสาขาธุรกิจร้านกาแฟไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบแฟรนไชส์ หรือนอนแฟรนไชส์ ซึ่งเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 13 ต่อปี เป็นต้น โดยปัจจัยเหล่านี้เป็นการสะท้อนให้เห็นว่า ตลาดธุรกิจร้านกาแฟในประเทศไทยนั้นมีการขยายตัวทั้งในแง่ของผู้ประกอบการที่มีตั้งแต่รายใหญ่ ซึ่งเป็นระดับ Global Brands ยักษ์ใหญ่ในประเทศ ตลอดจนถึงผู้เล่นรายกลาง และรายใหม่ขนาดเล็ก แม้ว่าในธุรกิจเกี่ยวกับกาแฟได้รับการสนับสนุนจากหลายปัจจัยเอื้อ แต่ด้านการลงทุนยังถือว่ามีความเสี่ยงอยู่ไม่น้อยทีเดียว เพราะมีคู่แข่งที่หลากหลาย ผู้ที่จะเปิดร้านกาแฟต้องคิดให้รอบคอบในด้านปัจจัยต่าง ๆ ของข้อมูลในการจัดการตลาดที่สอดคล้องกับเศรษฐกิจในยุคนี้ (K SME Inspired) [5]

ปัจจุบันตลาดธุรกิจร้านกาแฟประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ (Non-Franchise) นั้น มีส่วนแบ่งการตลาดร้อยละ 9.1 ของธุรกิจร้านกาแฟทั่วประเทศในปี 2563 (รวมธุรกิจไทย เดอะ คอฟฟี่ คลับ ประเทศไทย) [6] ทำให้ปัจจุบันผู้ประกอบการต้องปรับตัวให้สอดคล้องกับสถานการณ์โดยเปลี่ยนมาใช้กลยุทธ์ในการเจาะตลาดกลุ่มลูกค้าเฉพาะกลุ่ม (Niche Market) ที่ให้ความสนใจในองค์ประกอบด้านอื่น ๆ ของร้านกาแฟนอกเหนือจากการบริโภคกาแฟมากขึ้น โดยจะนำการเสนอขายสินค้าหรือบริการที่นอกเหนือจากสินค้าหลักประเภทกาแฟ เนื่องจากลูกค้าในกลุ่มนี้มีพฤติกรรมที่จะใช้เวลาทำกิจกรรมต่าง ๆ ในร้านกาแฟ เช่น อ่านหนังสือ ดิวหนังสือ ถ่ายรูป ประชุม นั่งทำงานนอกสถานที่ เป็นต้น และประกอบกับพฤติกรรมผู้บริโภค ที่จะบริโภคกาแฟในช่วงเวลาสั้น ๆ ชอบความสะดวก ต้องการรวดเร็ว ไม่ชอบรอผู้ประกอบการร้านกาแฟและผู้ที่มีใจต้องยอมรับความเปลี่ยนแปลงที่เปลี่ยนไป สามารถรองรับบริการได้ในเวลาอันรวดเร็ว (Quick Service) โดยในปัจจุบันพฤติกรรมในการบริโภคกาแฟ มีการเปลี่ยนไปตามกระแสที่เปลี่ยนไป ทำให้สามารถจำแนกกลุ่มลูกค้าในธุรกิจร้านกาแฟได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ 1) วัฒนธรรมการดื่มกาแฟ (Coffee Drinking Culture) คือ กลุ่มที่บริโภคกาแฟเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันอยู่แล้ว ทำให้วัตถุประสงค์หลักในการเข้าใช้บริการร้านกาแฟของลูกค้ากลุ่มนี้ จะเน้นการเข้าไปซื้อกาแฟดื่มเป็นหลัก โดยจะคำนึงถึงปัจจัยด้านคุณภาพและรสชาติของกาแฟเป็นหลัก และมักนิยมซื้อแบบ Grab and Go เมื่อซื้อแล้วก็จะไปทำกิจกรรมอื่น ๆ ต่อ เช่น ไปทำงาน ไปมหาวิทยาลัย โดยลูกค้าสามารถบริโภคกาแฟได้ตลอดทุกช่วงเวลาของวัน รวมทั้งเวลาหลังอาหารมื้อเที่ยงหรือเย็น เนื่องจาก ผู้บริโภคกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ชอบทำงานตอนกลางคืน และนอนค่อนข้างดึก 2) แนวโน้มการใช้บริการร้านกาแฟที่เปลี่ยนแปลงไป (Cafe Hopping Trend) เป็นหนึ่งกลุ่มที่เติบโตอย่างมาก สำหรับผู้บริโภคที่นิยมเข้าร้านกาแฟเพื่อดื่มด่ำกับบรรยากาศในร้าน หรือมาเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ เพิ่มเติมนอกเหนือจากการซื้อกาแฟเพียงอย่างเดียว ทั้งการพบปะพูดคุยกับเพื่อนฝูง พูดคุยเรื่องงาน หรือแม้แต่ใช้เป็นสถานที่เดท ทำให้ผู้บริโภคกลุ่มนี้จะให้ความสำคัญกับแนวคิด การตกแต่ง และบรรยากาศต่าง ๆ รวมทั้งหน้าตาของอาหารอื่น ๆ ที่มีจำหน่ายอยู่ภายในร้าน และมีแนวคิดในการจ่ายเงินเพื่อซื้อบรรยากาศในร้านเพื่อตอบสนองความพึงพอใจโดยรวม มากกว่ามองแค่ความคุ้มค่าของกาแฟหรืออาหารเท่านั้น (Brand Buffet) [7] ดังนั้นผู้ประกอบการจึงต้องหากกลยุทธ์ให้สอดคล้องกับเทรนด์ที่เกิดขึ้น เพื่อสร้างโอกาสทางธุรกิจและเพิ่มยอดขายให้สูงขึ้น จากเทรนด์การบริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลทำให้มีคู่แข่งประเภทนี้มีมากตามลำดับ ทำให้ปัจจัยทางการตลาดเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ประกอบการร้านกาแฟในการสร้างจุดแข็งของตัวเอง สร้างความแตกต่างจากคู่แข่ง และสร้างการรับรู้ให้ผู้บริโภค เนื่องจากการดำเนินการทางการจำหน่ายจะทำให้ผู้ขายกับคนซื้อได้แลกเปลี่ยนสินค้าหรือบริการที่โดนใจลูกค้า (ฐานเศรษฐกิจ) [8] จนทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนในระดับผู้ซื้อและผู้ขายจนเกิดความพึงพอใจสูงสุด นอกจากนี้ ปัจจัยทางการตลาดไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเท่านั้น

แต่ยังเป็นเครื่องมือที่สร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้บริโภคเกิดความจงรักภักดีต่อสินค้าหรือบริการ ตลอดจนการกลับมาใช้ เกิดการบอกต่อ และกลับมาซื้ออีกครั้งในอนาคต

ทั้งนี้จากการศึกษางานวิจัยในอดีต พบว่าปัจจัยทางการตลาดกับความจงรักภักดีต่อร้านค้าแฟ ส่วนใหญ่ให้ความสำคัญด้าน คุณภาพการบริการ และปัจจัยด้านคุณค่ามีความสำคัญต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค (เกตุวดี สมบูรณ์ทวี) [9] นอกจากนี้ HakJun Song, JunHuiWanga, HeesupHanb [10] พบว่าความพึงพอใจความไว้วางใจความรัก (ความรักและเคารพ) และความภักดีต่อแบรนด์ของลูกค้าที่เป็นที่รักและเคารพสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อมั่นและความภักดีของแบรนด์อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งบอกว่าทฤษฎีของความรักมีประโยชน์ในการสำรวจเพื่อสร้างความภักดีต่อแบรนด์ แสดงให้เห็นว่าภาพลักษณ์ส่งผลต่อความพึงพอใจความไว้วางใจ และความภักดีต่อแบรนด์ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความจงรักภักดีต่อสินค้าหรือบริการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Heesup Han, Hong Ngoc Nguyen, Hakjun Song, Bee-Lia Chua, Sanghyeop Lee, & Wansoo Kim [11] ศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความภักดีต่อแบรนด์ พบว่าผู้บริโภคจะมีความพึงพอใจเป็นที่รักและมีความภักดีต่อแบรนด์อย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงทำการศึกษาเรื่องการศึกษาถึงปัจจัยด้านการรับรู้ที่ส่งผลต่อความภักดีของลูกค้าร้านค้าแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE เพื่อเป็นประโยชน์ให้แก่ผู้ประกอบการร้านค้าแฟ FIFTY FIVE FIVE เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้มาเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน และวางแผนกลยุทธ์ทางการตลาด อันจะส่งผลต่อผู้บริโภคในด้านการกลับมาซื้อซ้ำของผู้บริโภคในภายภาคหน้า

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยด้านคุณค่าที่รับรู้ที่ ได้แก่ ด้านคุณภาพการบริการ (Service Quality) และด้านราคา (Perceived Price Value) ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านค้าแฟ Stand Alone แบบ Non-Franchise ในเขตกรุงเทพมหานคร
2. เพื่อศึกษาถึงความจงรักภักดี ได้แก่ ความพึงพอใจ (Satisfaction) การซื้อซ้ำ (Repurchase) และการบอกต่อ (Word of Mouth) ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านค้าแฟ Stand Alone แบบ Non-Franchise ในเขตกรุงเทพมหานคร

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยการศึกษาจากแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามเพื่อให้ครอบคลุมตามจุดประสงค์ของงานวิจัย เครื่องมือแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยเป็นคำถามแบบให้เลือกตอบคำตอบเดียว

ส่วนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมการใช้บริการร้านค้าแฟ FIFTY FIVE FIVE โดยเป็นคำถามแบบให้เลือกตอบคำตอบเดียว

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับคุณค่าที่รับรู้ของลูกค้าในการใช้บริการและการซื้อสินค้าร้านค้าแฟ FIFTY FIVE FIVE ใช้ตัวแปร 2 ด้านในการวัด ประกอบด้วย 1) ด้านคุณภาพการบริการ (Service Quality) 2) ด้านราคา (Perceived Price Value) โดยข้อคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับความจงรักภักดีของลูกค้าของลูกค้าในการใช้บริการและการซื้อสินค้าร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ใช้ตัวแปร 2 ด้าน ในการวัด ประกอบด้วย 1) ด้านอารมณ์ (Emotional) 2) ด้านปัญญา (Intellectual) โดยข้อคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ

ส่วนที่ 5 ข้อเสนอแนะ เป็นแบบสอบถามปลายเปิดให้แสดงความคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะต่าง ๆ

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้เป็นการแจกแบบสอบถามกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ ให้พนักงานแจกลิงก์ Google Forms ผ่าน URL: "https://forms.gle/WGXiRSsN64CUTv5B7" หรือ QR Code ในรูปแบบแบบสอบถามออนไลน์ให้กับผู้บริโภคที่มาซื้อเครื่องดื่มร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE โดยจะเลือกผู้ตอบแบบสอบถามเฉพาะผู้ที่มีการใช้บริการมากกว่า 3 ครั้งขึ้นไป โดยยึดจากจำนวนการสะสมแต้มของลูกค้าจากบัตรสะสมแต้มทางร้าน รวมเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสิ้น 1 เดือน

2.2 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วนของข้อมูล แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หลักทางสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างนำมาประมวลผล ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS (Statistical Package for Social Science) สำหรับค่านัยสำคัญทางสถิติที่ใช้กำหนดไว้ที่ระดับ 0.05 เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแล้วผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลดังนี้ในการวิจัยได้มีการกำหนดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics Analysis) ใช้สถิติเชิงพรรณนาสำหรับการแปลผลการศึกษาในเรื่องต่อไปนี้ คือ

3.1.1 ตัวแปรด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และข้อมูลพฤติกรรมการใช้บริการร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE วิเคราะห์โดยใช้สถิติที่เหมาะสมโดยใช้ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

3.1.2 ตัวแปรด้านระดับความคิดเห็น เป็นคำถามเกี่ยวกับความคิดเห็น ประกอบด้วย คุณค่าที่รับรู้ด้านคุณภาพการบริการ (Service Quality) คุณค่าที่รับรู้ด้านราคา (Perceived Price Value) ความจงรักภักดีของลูกค้าด้านอารมณ์ (Emotional) และความจงรักภักดีของลูกค้าด้านปัญญา (Intellectual) เป็นข้อมูลที่ใช้มาตราวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) วิเคราะห์โดยใช้สถิติที่เหมาะสมโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.2 สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistic) คือ

3.2.1 Simple Regression ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ได้แก่ ปัจจัยด้านคุณค่าที่รับรู้ที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE

3.2.2 Multiple Regression ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ได้แก่ 1) การศึกษาถึงอิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE 2) การศึกษาถึงอิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ด้านคุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE และ 3) การศึกษาถึงอิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ด้านราคาที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ใช้สถิติเชิงพรรณนา พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม มีจำนวน 140 คน ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 53.6 อยู่ในกลุ่มอายุระหว่าง 26-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 40.7 มีสถานภาพโสด คิดเป็นร้อยละ 59.3 อยู่ในระดับการศึกษาปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 80.7 เป็นกลุ่มประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็นร้อยละ 97.9 ส่วนใหญ่มีช่วงรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 15,001-25,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 48.6

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการใช้บริการร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE

การวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการใช้บริการของผู้ตอบแบบสอบถาม ใช้สถิติเชิงพรรณนา พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่โดยเฉลี่ยแล้วซื้อกาแฟจากร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE จำนวน 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 50 เข้าใช้บริการช่วงเวลาก่อนเวลา 09.00 น. คิดเป็นร้อยละ 38.6 ต่อครั้งเข้าใช้บริการใช้เวลาไม่เกิน 30 นาที คิดเป็นร้อยละ 52.9 โดยเลือกซื้อเครื่องดื่มประเภทกาแฟ คิดเป็นร้อยละ 58.6 มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยครั้งละ 100-200 บาท จะเลือกใช้วิธีการชำระเงินในรูปแบบเงินสด คิดเป็นร้อยละ 50.7 รู้จักร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 54.3 รูปแบบในการใช้บริการจะซื้อกลับไปดื่ม คิดเป็นร้อยละ 62.1 และปัจจัยสาเหตุหลักที่ทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่เลือกซื้อกาแฟจากร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE เนื่องจากทำเลที่ตั้งใกล้ที่ทำงาน สะดวกสบาย คิดเป็นร้อยละ 47.9

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณค่าที่รับรู้ (Perceived Value)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณค่าที่รับรู้ (Perceived Value) ของผู้ตอบแบบสอบถามด้านคุณค่าที่รับรู้ (Perceived Value) ต่อความจงรักภักดีของลูกค้า พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณค่าที่รับรู้ด้านคุณภาพการบริการ ผลโดยรวมมีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 และผลรายข้อพบว่าลูกค้าได้รับเครื่องดื่มถูกต้องตรงตามที่สั่งเสมอ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 รองลงมา พนักงานมีทักษะความรู้ความสามารถในการให้บริการอย่างดี อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 กาแฟมีรสชาติสม่ำเสมอทุก ๆ ครั้ง อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 พนักงานยินดีรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของลูกค้าด้วยความเต็มใจ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 พนักงานใส่ใจต่อความต้องการของลูกค้า และการจัดบรรยากาศภายในมีความสะอาดสวยงาม และมีแสงสว่างเหมาะสม และบรรยากาศน่านั่ง อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 พนักงานมีความกระตือรือร้นมีความพร้อมที่จะให้บริการแก่ลูกค้าได้อย่างทันท่วงที อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 พนักงานสามารถให้บริการได้อย่างรวดเร็วและบริเวณร้านมีโต๊ะ เก้าอี้ จัดเตรียมไว้ให้เพียงพอเหมาะสมต่อการให้บริการ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 ตามลำดับ และผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณค่าที่รับรู้ด้านราคา ผลโดยรวมมีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 และผลรายข้อพบว่า มีความหลากหลายของวิธีการชำระเงิน อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 รองลงมา ราคาสินค้ามีความคงที่ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 ราคามีความเหมาะสมกับปริมาณสินค้า และรายการเมนูมีหลายระดับราคาให้เลือก อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ราคามีความเหมาะสมกับคุณภาพสินค้า และการให้บริการ และราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับร้านกาแฟอื่น ๆ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 และรายการเมนูเครื่องดื่มมีการแสดงราคาอย่างชัดเจน อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ตามลำดับ

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความจงรักภักดีของลูกค้า (Customer Loyalty)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความจงรักภักดีของลูกค้า (Customer Loyalty) ของผู้ตอบแบบสอบถามด้านความจงรักภักดีของลูกค้า ซึ่งประกอบด้วย 2 ด้าน คือ ทางด้านอารมณ์ และทางด้านปัญญา พบว่า ผู้ตอบ

แบบสอบถามมีความคิดเห็นเกี่ยวกับความจงรักภักดีด้านอารมณ์ ผลโดยรวมมีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 และผลรายข้อพบว่า ท่านยินดีที่จะเลือกใช้บริการร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ต่อไปในอนาคต อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 รองลงมา ท่านมีความพึงพอใจหลังจากเลือกใช้บริการร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE จึงกลับมาใช้บริการเป็นประจำ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 ด้วยการบริการการบริการอย่างมีคุณภาพของร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ทำให้ท่านเข้ามาใช้บริการ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 เมื่อท่านต้องการดื่มกาแฟท่านจะนึกถึงร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ก่อนเสมอ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 และท่านตัดสินใจใช้บริการร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE โดยได้รับข้อมูลข่าวสารจากบุคคลอื่นที่เคยใช้บริการ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ตามลำดับ และผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นเกี่ยวกับความจงรักภักดีด้านปัญญา ผลโดยรวมมีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 และผลรายข้อพบว่า แม้ว่าร้านกาแฟอื่น ๆ จะจำหน่ายสินค้าชนิดเดียวกันในราคาถูกกว่า ผู้บริโภคยังคงใช้บริการร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ต่อไป อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 รองลงมา ท่านจะบอกต่อและแนะนำให้บุคคลอื่นมาใช้บริการร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE และร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE เป็นร้านอันดับหนึ่งหรืออันดับต้น ๆ ในความคิดของท่าน อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 และท่านให้ความสนใจกับคำแนะนำของพนักงานเกี่ยวกับสินค้าของร้าน กาแฟ FIFTY FIVE FIVE อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาถึงปัจจัยด้านคุณค่าที่รับรู้ที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ผู้วิจัยได้นำผลสรุปการวิเคราะห์มาเชื่อมโยงกับแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดย สามารถนำมาอภิปรายผลได้ ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 การศึกษาถึงอิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ผลการวิจัยพบว่า อิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้า สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจาก ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE สามารถสร้างความพึงพอใจทางบวกต่อประสบการณ์โดยรวมการบริโภคด้วยสินค้าหรือบริการพบว่าปัจจัยด้านคุณค่าที่รับรู้ อันประกอบด้วย ด้านคุณภาพการบริการ ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านสถานที่ ด้านพนักงาน และด้านคุณค่า มีความสัมพันธ์กับความจงรักภักดีต่อร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE กล่าวคือ ปัจจัยทางการตลาดมีความสำคัญกับการตอบสนองและการสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภค เช่น พนักงานสามารถให้บริการได้อย่างรวดเร็ว ลูกค้าจะได้รับเครื่องดื่มถูกต้องตรงตามที่สั่งเสมอ ร้านมีสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างเพียงพอ ส่งผลให้ผู้บริโภคมีความซื่อสัตย์เกิดความภักดีต่อร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE และทำให้ผู้บริโภคกลับมาใช้บริการ หรือซื้อซ้ำเกิดความนึกถึงเมื่อมีความต้องการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Heesup Han, et al. [11] ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า ความพึงพอใจของผู้รับบริการเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการสร้างความภักดีต่อผู้ให้บริการอันจะส่งผลต่อพฤติกรรมซื้อซ้ำ ๆ และบอกต่อของลูกค้า นั่นเอง

สมมติฐานที่ 2 การศึกษาถึงอิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ด้านคุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ผลการวิจัยพบว่า อิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ด้านคุณภาพการบริการส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้า เนื่องจาก พนักงานร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ได้มีการตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว เอาใจใส่ลูกค้าสามารถให้บริการตรงกับความต้องการของลูกค้าอย่างสม่ำเสมอจนทำให้ลูกค้าเกิดความรับรู้ในสิ่งที่ได้รับจึงก่อให้เกิดการสร้างเชื่อมั่นต่อผู้ใช้บริการ รวมทั้งทางร้านยังมีจัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกสบายไว้

ให้เพียงพอเหมาะสมต่อการให้บริการอีกด้วย จึงทำให้ปัจจัยด้านคุณภาพการบริการเป็นปัจจัยทางการตลาดที่มีความสำคัญในการทำให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจและต้องการกลับมาซื้อสินค้าหรือใช้บริการซ้ำอีกในอนาคต สอดคล้องกับงานวิจัยของเกตุวดี สมบูรณ์ทวี [9] ผลการวิจัยพบว่า การบริการที่มีคุณภาพสามารถเป็นตัววัดความรับรู้ในตัวสินค้าหรือบริการกับลูกค้าได้

สมมติฐานที่ 3 การศึกษาถึงอิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้คุณค่าที่รับรู้ด้านราคาที่สูงผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ผลการวิจัยพบว่า อิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ด้านราคาไม่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้า แสดงว่าปัจจัยด้านราคาไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อซ้ำ อันเนื่องมาจากความรับรู้ของผู้บริโภคว่าราคาของร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากที่เคยซื้อบริโภคมาก่อนซึ่งเป็นราคาที่ผู้บริโภคยอมรับได้อยู่แล้ว เกิดจากที่ทางร้านไม่ได้มีการปรับขึ้นราคาสินค้ายังคงราคาเดิมในช่วงระยะเวลา 5 ปี ซึ่งเป็นการตัดสินใจซื้อตามนิสัยความเคยชิน รวมถึงทางร้านได้มีป้ายแสดงราคาแต่ละรายการอย่างชัดเจน ดังนั้นจึงไม่ส่งผลใด ๆ กับการตัดสินใจซื้อกาแฟเมื่อมีความตั้งใจซื้อซ้ำ และเมื่อผู้บริโภคจะตัดสินใจเลือกซื้อกาแฟผู้บริโภคมักคำนึงถึงปัจจัยเรื่องความสะดวกสบาย รสชาติ และคุณภาพการบริการเป็นสำคัญ สอดคล้องกับทฤษฎีของเดือนเพชร วิชชุลดา [13] ที่ได้กล่าวว่าหากลูกค้าพึงพอใจในปัจจัยอื่น ๆ ลูกค้าจะไม่นำปัจจัยด้านราคามาพิจารณาในการเลือกซื้อสินค้าหรือใช้บริการ ดังนั้น เมื่อมีการซื้อกาแฟที่ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ทุกครั้ง ผู้บริโภคจึงไม่ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านราคา ทำให้ปัจจัยด้านราคาไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ อย่างไรก็ตามปัจจัยด้านราคานี้ก็ยังมีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจซื้ออยู่ และสามารถส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคต่อไปได้ โดยทางร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ยังคงมาตรฐานเกณฑ์การกำหนดราคาไว้คงเดิม

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาถึงปัจจัยด้านคุณค่าที่รับรู้ที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ในกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 สมมติฐานที่ 1 การศึกษาถึงอิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE

ตารางที่ 1 การศึกษาถึงอิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE

ตัวแปรอิสระ	B	Beta	t	Sig.
(constant)	0.516		1.365	0.174
คุณค่าที่รับรู้	0.864	0.668	10.559	0.000

R2 = 0.447, Adjusted R Square = 0.443, F = 111.497, p < 0.05

ผลการศึกษาจากตารางที่ 1 พบว่า ผลการวิเคราะห์สมการการวิเคราะห์ถดถอยอย่างง่าย ค่า Sig. ที่ได้ = 0.000 ซึ่งต่ำกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปได้ว่า อิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE

1.2 สมมติฐานที่ 2 การศึกษาถึงอิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ด้านคุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE

ตารางที่ 2 การศึกษาถึงอิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ภาพรวมในแต่ละด้านที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE

ตัวแปรอิสระ	B	Beta	t	Sig.
(constant)	0.306		0.823	0.412
คุณค่าที่รับรู้ด้านคุณภาพการบริการ	0.752	0.589	7.017	0.000
คุณค่าที่รับรู้คุณค่าที่รับรู้ด้านราคา	0.162	0.146	1.738	0.084

R2 = 0.486, Adjusted R Square = 0.478, F = 64.661, p < 0.05

ผลการศึกษาจากตารางที่ 2 พบว่า ผลการวิเคราะห์สมการการวิเคราะห์ถดถอยอย่างง่าย ค่า Sig. ที่ได้ = 0.000 ซึ่งต่ำกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปได้ว่า อิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ด้านคุณภาพการบริการส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE

1.3 สมมติฐานที่ 3 การศึกษาถึงอิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้คุณค่าที่รับรู้ด้านราคาที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE

ผลการศึกษาจากตารางที่ 2 พบว่า ผลการวิเคราะห์สมการการวิเคราะห์ถดถอยอย่างง่าย ค่า Sig. ที่ได้ = 0.084 ซึ่งสูงกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปได้ว่า อิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้คุณค่าที่รับรู้ด้านราคาไม่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟขนาดเล็กประเภทที่ไม่ใช่แฟรนไชส์ในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา ร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE

2. สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน

ผลการศึกษาที่สอดคล้องกับสมมติฐาน คือ ความมีอิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ (Perceived Value) ส่งผลต่อความภักดีของลูกค้าร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE ด้านคุณค่าที่รับรู้ด้านคุณภาพการบริการ (Service Quality) ที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟ FIFTY FIVE FIVE โดยมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับที่ 0.05

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. จากการศึกษาพบว่าคุณค่าที่รับรู้ด้านคุณภาพการบริการส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟ Stand Alone แบบ Non-Franchise ดังนั้น ผู้ประกอบการร้านกาแฟในรูปแบบ Stand Alone ต้องปรับปรุงการบริการ ทั้งในส่วนของพนักงานที่ให้บริการ ให้บริการอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ควรต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกครบครัน เช่น มีที่นั่งเพียงพอต่อจำนวนผู้บริโภค รวมไปถึงความสะอาดของบริเวณร้าน จึงควรให้ความสำคัญกับลูกค้าในด้านคุณภาพการบริการที่ดีที่สุด เพื่อให้ลูกค้าเกิดความประทับใจมากที่สุดและเพื่อสร้างความสัมพันธ์ในระยะยาวกับลูกค้า

2. ความมีอิทธิพลด้านคุณค่าที่รับรู้ส่งผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าร้านกาแฟ Stand Alone แบบ Non-Franchise ดังนั้น ผู้ประกอบการร้านกาแฟในรูปแบบ Stand Alone ควรให้ความสำคัญในด้านคุณค่าที่ทางลูกค้าจะได้รับทั้ง 5 มิติ ได้แก่ 1) ความเป็นรูปธรรมของบริการ มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ อันได้แก่ สถานที่ อุปกรณ์ เครื่องมือ สภาพแวดล้อม ที่พร้อมต่อการบริการ 2) ความเชื่อถือไว้วางใจได้ สามารถให้บริการให้

ทุกครั้งมีความถูกต้อง เหมาะสม และรสชาติสม่ำเสมอทุก ๆ ครั้ง 3) การตอบสนองต่อลูกค้า พนักงานความพร้อมและความเต็มใจที่จะให้บริการสามารถตอบสนองความต้องการของผู้รับบริการได้อย่างทันท่วงที รวดเร็ว 4) การให้ความเชื่อมั่นต่อลูกค้า สามารถสร้างความเชื่อมั่นให้เกิดขึ้นกับลูกค้าได้ พนักงานมีทักษะความรู้ ความสามารถในการให้บริการ บริการด้วยความสุภาพ สามารถติดต่อสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ 5) การรู้จักและเข้าใจลูกค้า พนักงานดูแลเอาใจใส่ลูกค้าตามความต้องการที่แตกต่างของแต่ละคน และปัจจัยด้านราคา ควรมีการตั้งราคาที่เหมาะสมในสายตาของผู้บริโภค และมีการแสดงราคาอย่างชัดเจน ปัจจัยที่กล่าวมานั้นเป็นเรื่องสำคัญของกิจกรรมการตลาดอย่างหนึ่ง และส่งต่อการกลับมาซื้อหรือใช้บริการซ้ำของผู้บริโภค อีกทั้งเป็นการสร้างความรับรู้ให้กับธุรกิจ เช่น สร้างรายได้เพิ่มขึ้น และมีฐานลูกค้าที่แข็งแกร่งและมีความผูกพันกับธุรกิจ จึงทำให้เกิดการสร้างภูมิคุ้มกันเพื่อไม่ให้ลูกค้าถูกดึงไปใช้บริการกับคู่แข่งรายอื่น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Mordor Intelligence. (2021). *Coffee Market-Growth, Trends, COVID-19 Impact, AndForecasts (2021-2026)*. Mordorintelligence India.Retrieved October 14, 2021, from <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/coffee-market>
- [2] ส่วนประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลธุรกิจ กองข้อมูลธุรกิจ. (2563). *ธุรกิจผลิตกาแฟ บทวิเคราะห์ธุรกิจประจำเดือน มกราคม 2563*. สืบค้นเมื่อ 10 กรกฎาคม 2564, จาก https://www.dbd.go.th/download/document_file/Statistic/2562/T26/T26_201901.pdf
- [3] Euromonitor International. (2021). *Coffee in Thailand*. Retrieved August 25, 2021, from <https://www.euromonitor.com/coffee-in-thailand/report>
- [4] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2563). *ธุรกิจร้านกาแฟบริหารอย่างไรให้รุ่ง. K SME Analysis*. สืบค้นเมื่อ 13 กรกฎาคม 2564, จาก <https://www.kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Pages/Coffee-Shop-Management.aspx>
- [5] วิมาลี วิวัฒนกุลพาณิชย์. (2561). *เจาะเทรนด์ ธุรกิจกาแฟโลก ปี พ.ศ. 2561. SME Inspired*. 12(49), 19. สืบค้นเมื่อ 13 กรกฎาคม 2564, จาก https://www.apptodaygroup.com/INS_MAY/inspired_may.pdf
- [6] เดอะ คอฟฟี่ คลับ ประเทศไทย. (2563). *การเติบโตของตลาดเครื่องดื่ม ชา & กาแฟในประเทศไทย*. สืบค้นเมื่อ 14 ตุลาคม 2564, จาก <http://www.thaifranchisecenter.com/incredible/show.php?id=329>
- [7] Brand Buffet. (2020). *“Specialty Coffee” คลื่นลูกที่สามเขย่าอุตสาหกรรมกาแฟโลก พร้อมถอดกรณีศึกษา “กาแฟดอยช้าง”*. สืบค้นเมื่อ 26 สิงหาคม 2564, จาก <https://gather8.com>
- [8] ฐานเศรษฐกิจ. (2559). *สตาร์บัคส์ชูคุณภาพ/บริการสู่ร้านกาแฟแห่งเดียว*. สืบค้นเมื่อ 13 กรกฎาคม 2564, จาก <https://www.thansettakij.com/content/24906>
- [9] เกตุวดี สมบูรณ์ทวี. (2561). *ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางการตลาดกับความจงรักภักดีต่อร้านกาแฟสดในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารหาดใหญ่วิชาการ*. 16(1). สืบค้นเมื่อ 13 กรกฎาคม 2564, จาก <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/HatyaiAcademicJournal/article/view/88422/97881>
- [10] HakJunSonga, JunHuiWanga, HeesupHanb. (2019). *Effect of image, satisfaction, trust, love, and respect on loyalty formation for name-brand coffee shops*. 79, 51-52. Retrieved July 20, 2021, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278431918305267>

- [11] Heesup Han, Hong Ngoc Nguyen, Hakjun Song, Bee-Lia Chua, Sanghyeop Lee, & Wansoo Kim. (2018). *Drivers of brand loyalty in the chain coffee shop industry*. 72, 86-89. Retrieved July 20, 2021, from <https://www.sciencedirect.com/science/Article/abs/pii/S0278431917300646>
- [12] Yamane, T. (1967). *Statistics: An introductory analysis (2nd ed.)*. New York: Harper and Row.
- [13] เดือนเพชร วิชชุลดา. (2560). ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อกาแฟร้านอินทนิล ในสถานี่บริการน้ำมันบางจาก ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร. สืบค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2564, จาก <http://gscm.nida.ac.th/uploads/files/1591607563.pdf>

RANC15-012 การใช้บอร์ดเกมสร้างความสามัคคีในวิชาหน้าที่พลเมือง USING BOARD GAME TO CONTRIBUTES COOPERATIVE BEHAVIOR IN THE CITIZENSHIP LEARNING

พรรณทิพย์ เพ็ชรวิชิต*

Phanthip Petchvichit*

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
Faculty of Humanities and Social Sciences, Thepsatri Rajabhat University.

*Corresponding author, E-mail: p.petchvichit@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาบอร์ดเกมเพื่อการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ความสามัคคี ในรายวิชาหน้าที่พลเมือง ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมค่อนข้างสูง โดยปรับปรุงเครื่องมือในการเก็บข้อมูล คือ แบบวัดพฤติกรรมความสามัคคีและทำการหาคุณภาพของเครื่องมือ มีค่าดัชนีความสอดคล้องกับเนื้อหา (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1 และค่าความเที่ยงโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนนาคเท่ากับ 0.97 จากนั้นจึงนำเครื่องมือไปให้ผู้เรียนทดสอบก่อนจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกมชื่อว่า the Grizzled และทิ้งเวลาหลังการเรียนการสอนจึงให้ผู้เรียนทำแบบวัดพฤติกรรมอีกครั้งหนึ่ง พบว่ามีผลต่างค่าเฉลี่ย 0.055 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยที่มีนัยสำคัญทางสถิติ (0.05) ประกอบกับการใช้แบบสังเกตพฤติกรรมโดยครูผู้สอน 3 ท่าน เปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 17.71 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 18.76 ซึ่งมีค่ามากกว่าก่อนเรียน ผลจากการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนด้วยบอร์ดเกมช่วยเสริมสร้างพฤติกรรมความสามัคคีของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้ดีขึ้น

คำสำคัญ: บอร์ดเกม ความสามัคคี หน้าที่พลเมือง สื่อการเรียนรู้

Abstract

This research aims to study board games to improve cooperative behaviour in Citizenship learning, which content is highly abstract, through the pre/post-test and authentic assessment that the researcher developed from previous research. The questionnaire index of Item-Objective Congruence (IOC) is between 0.67-1, and the reliability (Cronbach's alpha) is 0.97. After the pre-test, the researcher teaches the students how to play the board game "the Grizzled" and then break off before the post-test. The significant result's mean is 0.055. Along with the cooperative behaviour observation by three teachers who teach the identifying population regularly, the result shows the difference between pre-test and post-test. The pre-test mean is 17.71 and the post-test mean is 18.76; so, the research findings found that using this board game in learning can increase the cooperative behaviour among the identifying population.

Keywords: Board Games, Harmony, Citizenships, Learning Media

บทนำ

การสอนนิทานพื้นบ้านที่พลเมืองซึ่งเป็นสาระหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ที่เนื้อหาส่วนใหญ่มีความเป็นนามธรรมค่อนข้างสูง ทั้งยังมีการวัดเชิงคุณค่า ทำให้ยากต่อการจัดการเรียนการสอน โดยส่วนใหญ่มักจะเป็นการจัดการเรียนการสอนตามหนังสือแบบเรียน โดยให้ผู้เรียนอ่านและท่องจำเช่นเดียวกับ สาระอื่น ๆ ในสังคมศึกษา เนื่องจากเป็นศาสตร์ที่ไม่สามารถจับต้องหรือทดลองได้อย่างวิทยาศาสตร์ และไม่มีสูตร คำนวณตายตัวอย่างคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นศาสตร์ที่ต้องอาศัยทั้งการตีความและการปลูกฝังทัศนคติ บางอย่างให้กับผู้เรียน จึงเป็นการยากต่อการจินตนาการถึงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่นอกเหนือจากการ บรรยายยกตัวอย่าง ตลอดจนการรับชมภาพยนตร์ การ์ตูน หรือนิทานที่สอดแทรกแง่คิดคุณลักษณะที่ต้องการ ปลูกฝังให้เกิดกับผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนไม่ได้รับประสบการณ์และมีความรู้สึกร่วมโดยตรง

การวิจัยนี้มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นสำคัญในการศึกษา ได้แก่ 1) การจัดการเรียนการสอนแบบ Game Based Learning 2) บอร์ดเกมกับการจัดการเรียนการสอน และ 3) พฤติกรรมความสามัคคี

1. การจัดการเรียนการสอนแบบ Game Based Learning เป็นกระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning ที่ผู้สอนจะต้องมีความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาวิธีการเพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งจะแตกต่างจากการถ่ายทอดความรู้โดยการบรรยายหรือสาธิตอย่างที่เคยชิน อาจกล่าวได้ว่า “ผู้สอนต้องออกจากเขตแดนของความสะดวกสบาย” ทั้งยังต้องเปิดกว้างในการรับฟังความคิดเห็น [1] กรณีตัวอย่างงานวิจัย เรื่อง การศึกษา เรื่องผลสัมฤทธิ์ของสื่อการเรียนรู้แบบ Game Based Learning (GBL) ไม่เพียงพบวาระระดับความรู้และความเข้าใจของกลุ่มทดลองการเรียนรู้แบบ GBL สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนแบบบรรยาย แต่ยังก่อให้เกิดความพึงพอใจแก่ผู้เรียนเพิ่มขึ้นด้วย

2. บอร์ดเกมกับการจัดการเรียนการสอน แนวทางการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันมีนักการศึกษา จำนวนไม่น้อยที่ศึกษาการใช้เกมเป็นนวัตกรรมในการจัดการเรียนการสอน วิทยานิพนธ์และงานวิจัยมีการศึกษา การใช้เกมทั้งกิจกรรมเกม บอร์ดเกม และเกมออนไลน์ในการจัดการเรียนการสอน ด้วยความเชื่อโดยพื้นฐานว่าจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานและสนใจบทเรียนมากขึ้น กรณีการศึกษาการใช้บอร์ดเกมประเภทวางแผนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 [2] และการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนเรื่องการแจกแจงแบบทวินามโดยใช้เกมกระดานเป็นสื่อช่วยสอนและวิธีการสอนแบบเน้นการบรรยาย [3] ที่แม้ผลการวิจัย จะไม่สามารถแสดงให้เห็นว่าบอร์ดเกมช่วยพัฒนาทักษะที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาได้ แต่บอร์ดเกมก็ช่วยให้การจัดการเรียนการสอนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เห็นได้จากผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนพบว่ามีความพึงพอใจ ต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกมมากกว่าการบรรยาย

3. พฤติกรรมความสามัคคี ตามพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 ให้ความหมายของ “ความสามัคคี” ว่า ความพร้อมเพรียงกัน ความปรองดอง [4] ในงานวิจัยนี้จำเป็นต้องถอดออกมาเป็น พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามัคคี ซึ่งพบว่าปิยะพร ทองสิงห์ได้ทำการศึกษาและรวบรวมไว้ดังนี้ 1) มีความรักใคร่ กลมเกลียว เห็นอกเห็นใจ ปรองดองกัน 2) ไม่ยุยงให้เกิดการแตกแยก ไม่ทะเลาะแก่งแย่งชิงดี 3) มีส่วนร่วมในการทำงาน 4) มีความรับผิดชอบในงานที่ทำและเสียสละ 5) ยอมรับและเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น และ 6) ความสำเร็จของงาน ถือว่าเป็นความสำเร็จร่วมกัน [5] นอกจากนี้ การศึกษาของเกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ ยังได้นำเสนอความหมายของความสามัคคีไว้โดยละเอียดว่า ความสามัคคีเป็นคุณธรรมพื้นฐานที่จะสร้างสรรค์สังคมที่ดีงาม ต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของความดี ความงาม และความจริง โดยยึดผลประโยชน์ของส่วนร่วมเป็นที่ตั้ง ประสานงานกันอย่างเป็นเอกภาพ มีจิตใจทุ่มเทเสียสละ ร่วมทุกข์ร่วมสุข ยึดมั่นในคุณธรรม และทุ่มเทกำลังเพื่อส่วนรวม [6] โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่า ความสามัคคีคือ ความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันในการประกอบกิจการ

ต่าง ๆ เพื่อผลประโยชน์ของส่วนรวม

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงต้องการจัดการเรียนการสอนวิชาหน้าที่พลเมืองโดยพยายามสร้างสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์และความรู้สึกร่วมอย่างแท้จริงผ่านการเล่นบอร์ดเกม และเกิดความสนุกสนานในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน [7] ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกประเด็น เรื่อง ความสามัคคี ซึ่งเป็นเนื้อหาสาระในวิชาหน้าที่พลเมืองของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เขียนได้เลือกใช้การจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกมที่ต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างผู้เล่นเพื่อพิชิตภารกิจให้สำเร็จ ซึ่งการจะทำเช่นนั้นได้จำเป็นต้องอาศัยทั้งความร่วมมือและความเสียสละของผู้เล่นทุกคนในเกม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาบอร์ดเกมให้เป็นที่สื่อการเรียนการสอนการสร้างสามัคคีในรายวิชาหน้าที่พลเมือง

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณโดยใช้วิธีการทดลองจัดการเรียนการสอนแบบ Game Based Learning มีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

1. การคัดเลือกและพัฒนาบอร์ดเกม โดยผู้วิจัยเลือกนำบอร์ดเกม The Grizzled มาแปลและจัดทำคู่มือภาษาไทย เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาหน้าที่พลเมืองในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความสามัคคี เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามัคคีของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนวัดเกาะหงษ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษา นครสวรรค์ เขต 1 โดยใช้แบบทดสอบวัดพฤติกรรมความสามัคคี ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกม

2. การกำหนดประชากร ประชากรและกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนวัดเกาะหงษ์ (นิโรธรธรรมรังสรรค์) จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 14 คน เนื่องจากวิชาหน้าที่พลเมืองระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีเนื้อหาเรื่องความสามัคคี และเป็นโรงเรียนที่ผู้วิจัยมีโอกาสได้ฝึกปฏิบัติการสอนแล้วพบว่าผู้เรียนกลุ่มชาติพันธุ์ ได้แก่ กะเหรี่ยงและมอญ เรียนร่วมชั้นเรียนเดียวกัน เมื่อผู้วิจัยมีโอกาสสอนเรื่อง ความหลากหลายทางกลุ่มชาติพันธุ์ในท้องถิ่นกลับพบว่ามีการล้อเลียนกันเกิดขึ้นทำให้เกิดการทะเลาะเบาะแว้งกันบ่อยครั้ง

3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

3.1 การพัฒนาแบบวัดพฤติกรรมความสามัคคี ผู้วิจัยได้นำแบบวัดพฤติกรรมของธวัชชัย เพ็ญสุริยะ [8] ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่เป็นผลงานการวิจัยเพื่อสร้างแบบวัดพฤติกรรมความสามัคคีมาปรับปรุง โดยพิจารณาปรับข้อคำถามในแบบวัดพฤติกรรมให้สอดคล้องกับประเด็นวิจัย จากนั้นจึงให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนกลุ่มสาระสังคมศึกษา จำนวน 3 คน พิจารณาเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดพฤติกรรมความสามัคคี จำนวน 44 ข้อ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+1	หมายถึง	เห็นด้วย
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วย

3.2 นำแบบวัดพฤติกรรมไปทดลองใช้กับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากนั้นหาค่าความเที่ยงด้วยวิธีของครอนบาค (Cronbach Method) ได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดพฤติกรรมความสามัคคีเท่ากับ 0.97 แปลความหมายได้ว่า แบบวัดพฤติกรรมฉบับนี้มีความเที่ยงสูง

4. การพัฒนาแบบสังเกตพฤติกรรมความสามัคคี มีรายละเอียด ดังนี้

เนื่องจากการสังเกตพฤติกรรมความสามัคคีในงานวิจัยนี้ เป็นการสังเกตแบบสุ่มเวลา โดยจะเลือกสังเกตในชั่วโมงเรียนที่ครูผู้สอนที่มีการจัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ วิชาอังกฤษ วิชาสังคมศึกษา และวิชาวิทยาศาสตร์ โดยจะให้ครูผู้มีส่วนร่วมทำการประเมินก่อนการจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกมและหลังการจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกม [9] มีขั้นตอน ดังนี้

4.1 กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดให้สอดคล้องกับลักษณะพฤติกรรมความสามัคคี

4.2 ร่างพฤติกรรมบ่งชี้และสร้างแบบสังเกต

4.3 ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาสังคมศึกษา จำนวน 3 คน พิจารณาเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่ามีค่าเท่ากับ 1 จึงคัดเลือกไว้ทั้งฉบับรายละเอียดดังตารางด้านล่างโดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+1	หมายถึง	เห็นด้วย
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วย

ตารางที่ 1 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสังเกตพฤติกรรมความสามัคคี

ข้อ	IOC	ผลการคัดเลือก
1. ช่วยเหลืองานกลุ่ม	1	คัดเลือกไว้
2. รับฟังความเห็นเพื่อน	1	คัดเลือกไว้
3. ไม่ทะเลาะ/แบ่งพวก	1	คัดเลือกไว้
4. ช่วยเหลือเพื่อน	1	คัดเลือกไว้
5. ไม่โยนความผิด	1	คัดเลือกไว้

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนธันวาคม 2563 – มกราคม 2564 โดยมีขั้นตอน ดังนี้

5.1 นำแบบวัดพฤติกรรมความสามัคคีที่ผ่านการทดสอบคุณภาพแล้วมาให้ผู้เรียนทำแบบวัดพฤติกรรมก่อนการเล่นเกม

5.2 สอนผู้เรียนเล่นเกม The Grizzled โดยผู้สอนอธิบายประกอบการให้ผู้เรียนรับชมวิดีโอทัศนคติการเล่นเกม

5.3 จัดให้ผู้เรียนเล่นเกมครั้งละ 4-5 คน โดยให้คนที่เหลือเป็นผู้รับชม ในแต่ละครั้ง

5.4 เมื่อผู้เรียนทุกคนได้ร่วมเล่นเกมจนครบแล้ว ให้นำกลับมาเล่นเกมให้ครบทุกคนอีก 1 ครั้ง

5.5 หลังการเล่นบอร์ดเกมแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบวัดพฤติกรรมอีกครั้ง

5.6 นำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดพฤติกรรมความสามัคคีมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บอร์ดเกมและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บอร์ดเกม

6. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดพฤติกรรมความสามัคคีของผู้เรียนที่เก็บข้อมูลครั้งแรกก่อนการจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกม เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดพฤติกรรมความสามัคคีหลังผู้เรียนได้ร่วมเล่นเกมจนครบทั้ง 14 คน แล้ว ข้อมูลที่ได้ดังกล่าว

วิเคราะห์ด้วยการแปรค่าโดยค่าเฉลี่ยเพื่อหาค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและนำมาวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ มีรายละเอียดข้อมูล การวิเคราะห์ ดังนี้

ข้อมูลที่ได้จากการให้ผู้เรียนทำแบบวัดพฤติกรรมความสามัคคีก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกม the Grizzled ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนวัดเกาะหงษ์ (นิโรชธรรมรังสรรค์) ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมาย มีจำนวนทั้งหมด 14 คน มีรายละเอียดดังด้านล่าง

ตารางที่ 2 แสดงผลการตอบแบบวัดพฤติกรรมความสามัคคีก่อนการจัดการเรียนการสอน

ข้อ/ระดับ	จริง (5)	ค่อนข้างจริง (4)	จริงปานกลาง (3)	ค่อนข้างไม่จริง (2)	ไม่จริง (1)	เฉลี่ย
1	2	9	3			3.928571
2	1	11		2		3.785714
3	1	12	1			4
4		9	5			3.642857
5	7	3	4			4.214286
6		13	1			3.928571
7	1	11	2			3.928571
8		10	3			3.5
9		12	2			3.857143
10				7	7	1.5
11		8	6			3.571429
12	1	11		2		3.785714
13	8	5	1			4.5
14	5	8	1			4.285714
15	5	7	2			4.214286
16	6	5	3			4.214286
17		12	2			3.857143
18		8	6			3.571429
19	1	11		2		3.785714
20	1	12	1			4
21	2	9	3			3.928571
22	2	5	5	2		3.5
23	1	12	1			4

ข้อ/ระดับ	จริง (5)	ค่อนข้างจริง (4)	จริงปาน กลาง (3)	ค่อนข้างไม่ จริง (2)	ไม่จริง (1)	เฉลี่ย
24	1	10	3			3.857143
25		12	2			3.857143
26		8	6			3.571429
27		9	5			3.642857
28	3	2	9			3.571429
29		13	1			3.928571
30	1	12	2			4.214286
31	2	10		2		3.857143
32	1	12	1			4
33	2	10	2			4
34	1	11		2		3.785714
35	1	12	1			4
36	1	10	3			3.857143
37	1	11		2		3.785714
38	1	12	1			4
39		13	1			3.928571
40	2	10	2			4
41	1	10	3			3.857143
42		11	3			3.785714
43		8	6			3.571429
44	2	8	4			3.857143
ค่าเฉลี่ย						3.828
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน						0.42

ตารางที่ 3 แสดงผลการตอบแบบวัดพฤติกรรมการความสามัคคีหลังการจัดการเรียนการสอน

ข้อ/ระดับ	จริง (5)	ค่อนข้าง จริง (4)	จริงปาน กลาง (3)	ค่อนข้างไม่ จริง (2)	ไม่จริง (1)	เฉลี่ย
1	2	9	3			3.928571
2	1	11		2		3.785714
3	1	12	1			4
4		9	5			3.642857
5	7	3	4			4.214286
6		13	1			3.928571

ข้อ/ระดับ	จริง (5)	ค่อนข้าง จริง (4)	จริงปาน กลาง (3)	ค่อนข้างไม่ จริง (2)	ไม่จริง (1)	เฉลี่ย
7	5	7	2			4.214286
8	5	5	3			3.857143
9		12	2			3.857143
10				7	7	1.5
11		8	6			3.571429
12	1	11		2		3.785714
13	8	5	1			4.5
14	5	8	1			4.285714
15	5	7	2			4.214286
16	6	5	3			4.214286
17		12	2			3.857143
18		8	6			3.571429
19	1	11		2		3.785714
20	1	12	1			4
21	2	9	3			3.928571
22	7	5		2		4.214286
23	1	12	1			4
24	1	10	3			3.857143
25		12	2			3.857143
26		8	6			3.571429
27		9	5			3.642857
28	3	7	4			3.928571
29		13	1			3.928571
30	5	7	2			4.214286
31	6	6		2		4.142857
32	1	12	1			4
33	2	9	3			3.928571
34	1	11		2		3.785714
35	1	12	1			4
36	1	10	3			3.857143
37	1	11		2		3.785714
38	1	12	1			4
39		13	1			3.928571
40	7	5	2			4.357143
41	1	10	3			3.857143
42		12	2			3.857143

ข้อ/ระดับ	จริง (5)	ค่อนข้างจริง (4)	จริงปานกลาง (3)	ค่อนข้างไม่จริง (2)	ไม่จริง (1)	เฉลี่ย
43		8	6			3.571429
44	2	9	3			3.928571
ค่าเฉลี่ย						3.883
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน						0.42

จากตารางที่ 2 และ 3 เมื่อนำข้อมูลจากการตอบแบบวัดพฤติกรรมความสามัคคีก่อนการจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกมมาหาค่าเฉลี่ย ได้เท่ากับ 3.828 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.42 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบวัดพฤติกรรมหลังการจัดการเรียนการสอนเท่ากับ 3.883 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.42 จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันอยู่ที่ 0.055 ซึ่งเป็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

เมื่อพิจารณาความแตกต่างจากผลการตอบแบบวัดพฤติกรรมความสามัคคีระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนเป็นรายข้อพบว่า พฤติกรรมความสามัคคีที่มีค่าเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนการสอนเพิ่มขึ้นได้แก่ 1) การเข้าร่วมกิจกรรมของโรงเรียนถึงแม้จะเป็นวันหยุด 2) การเข้าร่วมทุกกิจกรรมของโรงเรียนแม้จะมีภาระอื่น 3) การเห็นความสำคัญของเสียงส่วนใหญ่ในที่ประชุม 4) ยินดีร่วมพัฒนาโรงเรียนกับผู้อื่น 5) ทำงานร่วมกับเพื่อนใหม่ได้ดี 6) หากเพื่อนในกลุ่มต้องการความช่วยเหลือ จะอาสาช่วยทำด้วยความเต็มใจ 7) ไม่โกรธหรือต่อว่าเพื่อนในกลุ่มเมื่อทำผิดพลาด และ 8) ในการทำงานกลุ่มจะมีการแบ่งงานกันทำตามความเหมาะสมและช่วยกันปรับปรุงเมื่อมีปัญหา โดยข้อที่มีความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังเรียนมากที่สุดถึง 0.71 คือ การเห็นความสำคัญของเสียงส่วนใหญ่ในที่ประชุม

ในส่วนของข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมความสามัคคีของผู้เรียนโดยผู้สอน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมความสามัคคีของผู้เรียนแต่ละคนเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกมมีผลดังตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 4 แสดงผลแบบสังเกตพฤติกรรมความสามัคคีก่อนการจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกม

เลขที่	ครูท่านที่ 1 (25)	ครูท่านที่ 2 (25)	ครูท่านที่ 3 (25)	ค่าเฉลี่ย (25)
1	17	19	18	18
2	17	19	18	18
3	16	16	17	16.33
4	17	18	19	18
5	18	18	19	18.33
6	19	19	19	19
7	17	17	18	17.33
8	19	19	20	19.33
9	18	17	18	17.67
10	16	17	17	16.67
11	16	17	18	17
12	16	16	16	16

เลขที่	ครูท่านที่ 1 (25)	ครูท่านที่ 2 (25)	ครูท่านที่ 3 (25)	ค่าเฉลี่ย (25)
13	18	19	18	18.33
14	17	18	19	18
ค่าเฉลี่ย				17.71
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				0.92

ตารางที่ 5 แสดงผลแบบสังเกตพฤติกรรมความสามัคคีหลังการจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกม

เลขที่	ครูท่านที่ 1 (25)	ครูท่านที่ 2 (25)	ครูท่านที่ 3 (25)	ค่าเฉลี่ย (25)
1	18	21	16	18.33
2	18	19	17	18
3	17	15	16	19
4	16	16	15	18
5	18	17	17	17.33
6	20	20	20	20
7	17	16	17	21
8	20	20	17	19.67
9	19	18	18	18.33
10	17	17	18	17.33
11	16	15	18	20.67
12	16	18	16	16.67
13	19	17	18	18
14	22	20	19	20.33
ค่าเฉลี่ย				18.76
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				1.31

การเปรียบเทียบผลการสังเกตพฤติกรรมความสามัคคีระหว่างก่อนและหลังจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกม พบว่าค่าเฉลี่ยพฤติกรรมความสามัคคีก่อนเรียนของผู้เรียนมีค่าเท่ากับ 17.71 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.92 และหลังเรียนมีค่าสูงกว่าเท่ากับ 18.76 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 1.31 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณารายละเอียดจะพบว่าผู้เรียนที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 71.43 ผู้เรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับหลังเรียน จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 14.29 และที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 14.29

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการตอบแบบวัดพฤติกรรมความสามัคคีของผู้เรียนก่อนกับหลังการจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกม พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.055 แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีพฤติกรรมความสามัคคีเพิ่มมากขึ้นหลังจากการเรียนด้วยบอร์ดเกม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

จากการตอบแบบวัดพฤติกรรมของผู้เรียนเองและจากแบบสังเกตพฤติกรรมของครูผู้สอนบ่งชี้ว่า ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงเปลี่ยนพฤติกรรมที่สะท้อนถึงความสามัคคี ได้แก่ การเข้าร่วมกิจกรรมของโรงเรียนถึงแม้จะเป็นวันหยุด การเข้าร่วมทุกกิจกรรมของโรงเรียนแม้จะมีภาระอื่น การเห็นความสำคัญของเสียงส่วนใหญ่ในที่ประชุม การยินดีร่วมพัฒนาโรงเรียนกับผู้เรียนชั้นอื่น การทำงานร่วมกับเพื่อนใหม่ได้ดี กรณีหากเพื่อนในกลุ่มต้องการความช่วยเหลือ จะอาสาช่วยทำด้วยความเต็มใจ การไม่โกรธหรือต่อว่าเพื่อนในกลุ่มเมื่อทำผิดพลาด และในการทำงานกลุ่มจะมีการแบ่งงานกันทำตามความเหมาะสมและช่วยกันปรับปรุงเมื่อมีปัญหา เมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลจากแบบสังเกตพฤติกรรมของครูผู้สอนทั้ง 3 ท่าน พบว่าค่าเฉลี่ยพฤติกรรมความสามัคคีของผู้เรียน ได้แก่ การช่วยเหลืองานกลุ่ม การรับฟังความเห็นเพื่อน การไม่ทะเลาะ/แบ่งพวก การช่วยเหลือเพื่อน และการไม่โยนความผิด มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในผู้เรียนจำนวน 10 จาก 14 คน คิดเป็นร้อยละ 71.43 นั้นทำให้ตอบคำถามการวิจัยที่ผู้วิจัยตั้งไว้ได้ว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกมสามารถเสริมสร้างความสามัคคีให้กับผู้เรียนได้ ดังจะเห็นได้จากส่วนใหญ่มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงในทางบวก

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย เรื่อง การใช้บอร์ดเกมสร้างความสามัคคีในวิชาหน้าที่พลเมืองของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อธิบายได้ว่า การใช้บอร์ดเกมในการจัดการเรียนการสอนนอกจากจะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนเกี่ยวกับประเด็นเรื่องความสามัคคี ขณะเดียวกันอาจสร้างความท้าทายให้กับผู้เรียนว่าเพียงแต่การเล่นบอร์ดเกม จะช่วยให้พวกเขาเกิดความสามัคคีเพิ่มมากขึ้นได้อย่างไร จึงทำให้ทุกคนต่างก็ตั้งใจศึกษาวิธีการเล่นเกม the Grizzled ซึ่งมีเนื้อเรื่องเกี่ยวกับทหารร่วมรบในสงครามโลกครั้งที่ 1 ที่จะต้องช่วยกันประคับประคองเพื่อนร่วมทีมให้สามารถพิชิตสันติภาพได้สำเร็จ นั้นทำให้เกมนี้แตกต่างกับเกมส่วนใหญ่ที่เน้นการแข่งขัน ทว่าต้องเน้นความร่วมมือซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้เรียนในวัยนี้ไม่คุ้นเคย อีกทั้งในขณะที่เล่นผู้เรียนจะต้องคอยคำนึงถึงความอยู่รอดของหมู่คณะเป็นสำคัญ จึงได้เห็นความเสียสละและเห็นน้ำใจของเพื่อน ๆ ในทีม และสร้างค่านิยมที่ดีและปลูกฝังพฤติกรรมความสามัคคีไปโดยปริยาย ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า นอกจากการใช้เกมเป็นนวัตกรรมในการจัดการเรียนการสอนแล้ว ความน่าสนใจและลักษณะเฉพาะของเกมแต่ละเกมก็มีส่วนในการกระตุ้นความสนใจและท้าทายความใคร่รู้ทำให้ผู้เรียนกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น

เนื่องจากงานวิจัยนี้โดยภาพรวมมุ่งศึกษาการใช้นวัตกรรมประเภทบอร์ดเกมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนตั้งไว้ได้หรือไม่ ซึ่งผลจากการวิจัยครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบในการทบทวนวรรณกรรม ดังนั้น ย่อมทำให้เกิดคำถามถึงความแน่นอนและประสิทธิผลของการใช้บอร์ดเกม ซึ่งต้องการการศึกษาต่อไปในอนาคตเพื่อให้ได้ความชัดเจนมากขึ้น อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา สำหรับแนวทางในการศึกษาต่อไปสำหรับผู้สนใจการใช้บอร์ดเกมเพื่อการศึกษา อาจลองปรับใช้บอร์ดเกมกับการจัดการเรียนการสอนหรือใช้เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนในวิชาอื่น ๆ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] วรรัตน์ อินทสระ. (2562). เปลี่ยนห้องเรียนเป็นห้องเล่น. ใน *เอกสารประกอบการอบรมและปฏิบัติการ “เปลี่ยนห้องเรียนเป็นห้องเล่น”*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.

- [2] ชีรภาพ แซ่เซี่ย. (2560). การใช้บอร์ดเกมประเภทวางแผนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่สังกัดสำนักงานเขตการศึกษาชั้นพื้นฐานจังหวัดปทุมธานี. ปรินญาณิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาการการเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา). กรุงเทพฯ: คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [3] วราภรณ์ ลิ้มเปรมวัฒนา, และกัณตภณ ธรรมวัฒนา. (2560). พฤติกรรมการเล่นเกมกระดานและองค์ประกอบของปัจจัยทางด้านผลกระทบจากการเล่นเกมของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารวิจัยสังคม. 40(2), 107-132.
- [4] ราชบัณฑิตยสถาน. (2556). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2554. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- [5] ปิยะพร ทองสิงห์. (2552). ผลการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบเดินเรื่องที่มีต่อพฤติกรรมพื้นฐานความสามัคคีในเด็กปฐมวัย. กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [6] เกียรติศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2556). อารยสามัคคี: พลังสามัคคีบนฐานความดี ความงาม ความจริง. สถาบันพระปกเกล้า. หน้า 5-18.
- [7] นัท กุลวานิช, และอัครินทร์ ไพบูลย์พานิช. (2561). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของการใช้เกมกระดาน "Sue-hirokariSukoroko" ในการสอนการแจกแจงแบบทวินาม. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 46(3), 572-584.
- [8] ธวัชชัย เพ็ญสุริยะ. (2554). การสร้างแบบวัดพฤติกรรมความสามัคคี สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [9] จารุวรรณ ว่องไวลิขิต, และคณะ. (2559). ผลของการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนวตามแนวคิดพฤติกรรมนิยมที่มีต่อความสามัคคีของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชลรัฐชดากิเชก จังหวัดจันทบุรี. ใน การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

RANC15-013 ความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดของเรซินอะคริลิกที่เสริมแรง ด้วยนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่

FLEXURAL STRENGTH OF HEAT-CURED RESIN ACRYLIC REINFORCED BY NANOCELLULOSE FROM BAMBOO FIBER

พิชญา พงษ์สุขเจริญกุล* พรสวรรค์ ธนธรวงศ์

Pichaya Pongsukcharoenkul, Bhornsawan Thanathornwong*

ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Department of general dentistry, Faculty of dentistry, Srinakharinwirot University.

*Corresponding author, Email: Ppetepichaya@gmail.com

บทคัดย่อ

วัสดุทางทันตกรรมที่นิยมนำมาเป็นฐานของฟันเทียมแบบถอดได้ คือ พลาสติกพอลิเมทิลเมทาคริเลต (พีเอ็มเอ็มเอ; PMMA) แต่เนื่องจากวัสดุชนิดนี้มีคุณสมบัติการต้านทานการแตกหักทางคลินิกน้อย ในศตวรรษที่ 21 มนุษย์ได้ให้ความสำคัญกับการดูแลสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จึงได้มีการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรง ทั้งในรูปแบบเส้นใยและรูปแบบนาโนเซลลูโลส ซึ่งคุณสมบัติของนาโนเซลลูโลสนั้นมีค่าความแข็งแรงและความเหนียวที่สูง มีพื้นที่ผิวที่มาก ต้นทุนต่ำ จากคุณสมบัติที่ดีของสารสกัดจากธรรมชาติและความสนใจในการใช้สิ่งทดแทนจากธรรมชาติในการนำมาเสริมแรงเรซินอะคริลิกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงต่อความทนแรงอัด จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติความทนแรงอัดของเรซินอะคริลิกที่ใช้สร้างฐานฟันเทียมชนิดบ่มตัวด้วยความร้อนแบบที่ไม่เสริมด้วยอนุภาคเซลลูโลสนาโนคริสตัลจากเยื่อไผ่กับแบบที่ได้รับการเสริมด้วยอนุภาคเซลลูโลสนาโนคริสตัลจากเยื่อไผ่ในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยนำเยื่อไผ่ดลละเอียดมาสกัดโดยเบสและกรดอบแห้งและกรอง นำผงที่ได้ไปส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) เพื่อดูรูปร่างและขนาดของนาโนคริสตัลที่ได้ จากนั้นนำไปผสมในเรซินอะคริลิกตามสัดส่วนร้อยละ 0.25, 0.5, 1.0, และ 2.0 โดยน้ำหนัก (จำนวน 5 กลุ่ม กลุ่มละ 7 ชิ้นงาน) และนำชิ้นงานมาทดสอบความแข็งแรงต่อความทนแรงอัด

ผลการทดลอง พบว่า ค่าความแข็งแรงต่อความทนแรงอัด ของกลุ่มเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ร้อยละ 0.5 ต่างจากทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดมากที่สุด

คำสำคัญ: ฟันเทียม เรซินอะคริลิก นาโนเซลลูโลส

Abstract

Dental material that usually use as a denture plate is polymethylmethacrylate (PMMA), Nevertheless this material does not have the fracture resistance enough clinically. In 21st century, we are concern about

using eco-material in every industry. Natural resources are becoming more interest as a material than plastic. Natural extractions as a reinforcer are in fiber form and nanocellulose form. The nanocellulose has good strength, stiffness, high surface area, low cost, and biodegradable. This is aim of this research to use a nanocellulose as a reinforcer in dental material.

Flexural strength in PMMA while using nanocellulose from Bamboo pulp as a reinforcer are aim of this study. Nanocellulose extraction are extracted by acid and filtration then observe the particles under Scanning electron microscope (SEM). Mixed PMMA and nanocellulose percent by weight in ratio 0.25, 0.5, 1.0 and 2.0 (5 groups, each group, n= 7), Tested in 3-points-bedning test for flexural strength.

The result showed that the highest flexural strength is 0.5% w/w nanocellulose reinforce PMMA and compare to other groups flexural strength increase statistically significant.

Keywords: Denture, Resin Acrylic, Nano cellulose

บทนำ

คุณสมบัติที่ดีของฐานฟันเทียมคือ เข้ากับเนื้อเยื่อได้ดี มีความสวยงาม ยึดกับซี่ฟันเทียมได้ ทึบรังสี ง่ายต่อการซ่อมแซมและมีคุณสมบัติที่แข็งแรงเพียงพอต่อการใช้งานทั้งในการเคี้ยวในช่องปากและการตกกระแทกต่างๆ เนื่องจากเป็นฟันเทียมแบบถอดได้ [1]

วัสดุทางทันตกรรมที่นิยมนำมาเป็นฐานของฟันเทียมแบบถอดได้ ได้แก่ พลาสติกพอลิเมทิลเมทาคริเลต (พีเอ็มเอ็มเอ; PMMA) และโลหะที่มีส่วนผสมของโครบอลต์และโครเมียม ซึ่งวัสดุสองชนิดนี้มีคุณสมบัติและข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน พลาสติกพอลิเมทิลเมทาคริเลต มีการเริ่มใช้ตั้งแต่ ปีค.ศ. 1937 โดยมีส่วนประกอบเป็นส่วนผงและส่วนเหลว โดยส่วนผง ประกอบด้วย พอลิเมทิลเมทาคริเลต สารกระตุ้นปฏิกิริยาประเภทเปอร์ออกไซด์ และเมตัส ส่วนเหลวประกอบด้วย มอนอเมอร์ เมทิลเมทาคริเลต สารช่วยเสถียร และสารช่วยการเชื่อมขวาง โดยวัสดุนี้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ด้วยความร้อน [2] พอลิเมทิลเมทาคริเลตได้รับความนิยมในการขึ้นรูป เนื่องจากความง่ายของการขึ้นรูป การขัดเงา ราคาถูก สามารถเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อในช่องปาก น้ำหนักเบาและ สวยงาม ดังนั้น วัสดุพอลิเมทิลเมทาคริเลตจึงนิยมนำมาทำเป็นฐานฟันเทียม ซึ่งตรงกับคุณสมบัติที่ดีของฐานฟันเทียมคือ เข้ากับเนื้อเยื่อได้ดี มีความสวยงาม ยึดกับซี่ฟันเทียมได้ ทึบรังสี ง่ายต่อการซ่อมแซมและมีคุณสมบัติที่แข็งแรงเพียงพอ

แต่อย่างไรก็ตามวัสดุชนิดนี้ไม่มีคุณสมบัติการต้านทานแรงกระแทบ การต้านทานความล้าของวัสดุ การต้านทานการแตกหักทางคลินิก ซึ่งตามหลักการฐานฟันเทียมควรมีค่าความแข็งแรงที่สูงเพื่อป้องกันการแตกหักได้ [3-4] ปัญหาหลักของพลาสติกพอลิเมทิลเมทาคริเลต คือ เรื่องค่าความแข็งแรงทางกล โดยเฉพาะในเรื่องความเปราะบางต้านทานต่อความล้า โดยส่วนมากรอยแตกหักของฐานฟันเทียมพลาสติกจะเกิดขึ้นในบริเวณที่ฐานฟันเทียมบาง ซึ่งตามรูปร่างแล้วฟันเทียมมักจะมีบางบริเวณเนื้อยึด ซึ่งรอยแตกมักจะเริ่มเกิดขึ้นบริเวณนี้ สาเหตุของฟันเทียมแตกหักมักเกิดขึ้นใน 2 ลักษณะ คือ เหตุที่เกิดจากแรงบดเคี้ยวและแรงกระแทกที่เกิดจากการตกกระแทบโดยอุบัติเหตุ [5] จากการศึกษาของ Darbar และคณะ [6] พบว่า ร้อยละ 33 ของฟันเทียมที่ส่งมาซ่อมเกิดจากสาเหตุการหลุดหรือหายไปของซี่ฟันเทียม ร้อยละ 29 เกิดจากการแตกหักบริเวณกึ่งกลางของฟันเทียมในขากรรไกรบน

นอกจากนี้ยังพบว่า พันเทียมฐานพลาสติกพอลิเมทิลเมทาคริเลตจะแตกหักหรือเสียรูปร่างภายในไม่กี่ปี สาเหตุดังกล่าวจึงทำให้เห็นได้ว่าพันธเทียมฐานพลาสติกจำเป็นจะต้องมีค่าทนทานต่อการแตกหักที่ดีเพื่อป้องกันการเสียหาย

ในศตวรรษที่ 21 มนุษย์ได้ให้ความสำคัญกับการดูแลสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จึงได้มีการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรง ซึ่งมีทั้งในรูปแบบเส้นใยและรูปแบบนาโนเซลลูโลส นาโนเซลลูโลสเป็นวัสดุระดับนาโนเมตรจากธรรมชาติที่สามารถสกัดได้จากผนังเซลล์ของพืช โดยการนำนาโนเซลลูโลสมาเสริมในวัสดุอย่างเช่น อีพ็อกซีเรซิน โดยอีพ็อกซีเรซิน ได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆมากมาย เช่น เครื่องนุ่งห่ม สารยึดติด อุปกรณ์การกีฬา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมการบิน เป็นต้น นอกจากนี้อีพ็อกซีเรซินยังมีการนำไปผสมกับพอลิเมอร์อื่น ๆ อีกเช่น พอลิเอสเตอร์ พอลิเอทิลีน พอลิอะคริลิกเอซิด พอลิสไตรีน เป็นต้น [7] การผสมนาโนเซลลูโลสทำให้ได้คุณสมบัติของนาโนเซลลูโลสซึ่งมีค่าความแข็งแรงที่สูง มีความเหนียวที่สูงและพื้นที่ผิวที่มาก ต้นทุนต่ำ นอกจากนี้ยังมีพื้นผิวที่มีหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมากซึ่งเหมาะแก่การนำไปยึดเกาะกับกลุ่มที่มีขั้วของสาร ทำให้สารพอลิเมอร์มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้น กล่าวคือมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น มีความยืดหยุ่นมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีการนำนาโนเซลลูโลสมาใช้ในผลิตภัณฑ์มากมายในชีวิต เช่น ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ ผลิตภัณฑ์จากสิ่งทอ นาโนคอมโพสิตและอื่น ๆ อีกมากมาย [8]

จากคุณสมบัติที่ดีของสารสกัดจากธรรมชาติและความสนใจในการใช้สิ่งทดแทนจากธรรมชาติในการนำมาเสริมแรงเรซินอะคริลิกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงต่อความทนแรงอัด จึงเป็นที่มาของการศึกษา

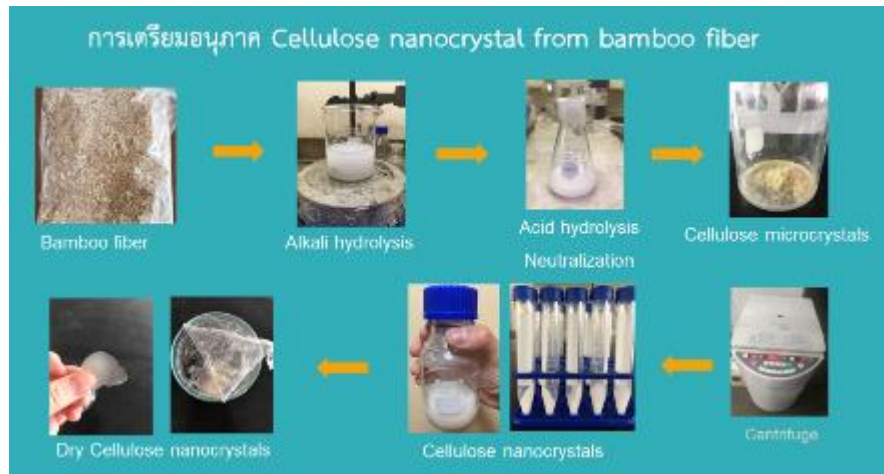
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความแตกต่างของค่าความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดของพอลิเมทิลเมทาคริเลต เมื่อทำการเติมนานาเซลลูโลสจากไม้ตามร้อยละน้ำหนักต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมนาโนเซลลูโลสจากไม้

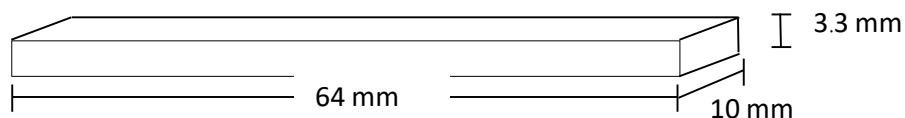
นำไม้สับและบดละเอียด มาต้มและตากแห้งเพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอม แล้วนำมาผ่านกระบวนการแยกสลายน้ำด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 17.5 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นทำสารละลายให้เป็นกลางด้วยตัวกรองสุญญากาศและน้ำกลั่น แล้วมาแยกสลายน้ำด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นร้อยละ 50 ทำการผสมเข้าไปกับสารละลาย คนให้เข้ากันเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นทำให้เป็นกลางด้วยน้ำกลั่นและเครื่องหมุนเหวี่ยง ทำซ้ำจนกว่าสารละลายจะมีค่าความเป็นกรดเบสเป็นกลาง ทำให้แห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง นำผงที่ได้ไปส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM) เพื่อดูรูปร่างและขนาดของนาโนคริสตัลที่ได้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมอนุภาคนาโนเซลลูโลสจากไผ่

การเตรียมชิ้นงาน

การเตรียมแม่พิมพ์สำหรับการขึ้นรูปชิ้นงาน โดยขึ้นแม่พิมพ์ในภาชนะแบบหล่อทองเหลือง (Hanau flask) โดยใช้ปูนปลาสเตอร์สำหรับงานทันตกรรม type II โดยช่องที่บริเวณปูนใช้แท่งเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีช่องตรงกลางขนาด $3.3 \times 10 \times 64 \text{ mm}^3$ (ภาพที่ 2) เพื่อเตรียมช่องสำหรับอะคริลิก ทาสารคั่นกลาง (Separating media) ที่แท่งเหล็กกล้าไร้สนิม จากนั้นเทปูนปลาสเตอร์ type II ลงในส่วนล่างของภาชนะแบบหล่อทองเหลือง กัดแท่งเหล็กกล้าไร้สนิมในปูนปลาสเตอร์ โดยวางแท่งเหล็กกล้าไร้สนิม 2 ชิ้น ให้ห่างกันประมาณ 10 มิลลิเมตร กัดไปพอดีขอบบนของแท่งเหล็กกล้าไร้สนิม



ภาพที่ 2 แท่งเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีรูตรงกลางขนาด $3.3 \times 10 \times 64 \text{ mm}^3$ สำหรับการเตรียมแม่พิมพ์สำหรับชิ้นงาน

จากนั้นรอนกว่าปูนปลาสเตอร์จะแข็งตัวอย่างสมบูรณ์ นำส่วนบนของภาชนะแบบหล่อทองเหลืองที่มีการใส่ปูนปลาสเตอร์เรียบร้อยแล้วมาประกบเข้ากับส่วนล่างที่มีแท่งเหล็กไร้สนิมวางอยู่ รอนกว่าปูนปลาสเตอร์จะแข็งตัวอย่างสมบูรณ์อีกครั้ง จะได้แม่พิมพ์สำหรับการเตรียมชิ้นงานอะคริลิก โดยกลุ่มควบคุมเตรียมชิ้นงานฐานฟันเทียมอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (Meliodent® , Kulzer Dental, Germany) ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตผสมจนถึงระยะโด (Dough stage) จากนั้นนำเข้าแม่พิมพ์ ทำการปิดภาชนะแบบหล่อทองเหลือง และกดอัดเป็นระยะเวลา 30 นาที เพื่อให้หมอนอเมอร์แทรกซึมเข้าไปในพอลิเมอร์อย่างสมบูรณ์ จากนั้นนำภาชนะแบบหล่อทองเหลือง ไปบ่มในเครื่องต้มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 90 นาที จากนั้นต้มที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที แล้วตั้ง

ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้เย็นลงและภาชนะแบบหล่อทองเหลืองออกจากนั้นนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ขัดด้วยกระดาษทรายความละเอียด 500, 1,000, และ 1,200 ตามลำดับเพื่อกำจัดครีบและส่วนเกิน

วัดชิ้นงานด้วยเครื่องวัดระยะแบบดิจิตอล (Digital Vernier caliper, Mitutoyo, Kanagawa, Japan) คัดแยกชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานออก กลุ่มทดลองอื่นอีก 4 กลุ่มการทดลองใช้อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนเตรียมชิ้นงานในรูปร่างลักษณะเดียวกันโดยนำนาโนเซลลูโลสจากใผ่มาผสมแบ่งออกเป็นร้อยละ 0.25, 0.5, 1, และ 2 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำมาผสมกับผงพอลิเมอร์ ทำการผสมมอนอเมอร์และพอลิเมอร์ที่ผสมสารนาโนเซลลูโลสจากใผ่ จนถึงระยะใด นำเข้าแม่พิมพ์ในภาชนะแบบหล่อทองเหลือง ทำลักษณะเดียวกันกับกลุ่มควบคุม เมื่อได้ชิ้นงานนำมาขัดด้วยกระดาษทรายเพื่อกำจัดครีบและส่วนเกิน โดยในแต่ละกลุ่มการทดลอง 4 กลุ่ม เตรียมชิ้นงานสำหรับการทดลองจำนวนกลุ่มละ 7 ชิ้นงานจากการคำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยโปรแกรม G*Power

การทดสอบชิ้นงาน

การทดสอบค่าความแข็งแรงต่อความทนแรงอัด

ชิ้นงานจะถูกนำมาทดสอบค่าความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดโดยใช้การทดสอบความทนแรงอัด แบบ 3 จุด (3-point bending test) โดย universal testing machine (Shimadzu Ez-L, Shimadzu, Japan) โดยใช้อัตราการกดที่ 2 มิลลิเมตรต่อนาที โดยแรงลงบริเวณกึ่งกลางของชิ้นงานจนกว่าชิ้นงานจะหักแล้วทำการบันทึกข้อมูลค่าแรงสุดท้ายก่อนที่จะเกิดการแตกหักของชิ้นงาน

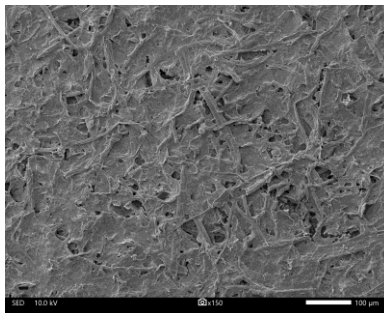
สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

การทดสอบค่าความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวนทางเดียว (One Way ANOVA) และใช้การทดสอบของสถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Scheffe ' ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

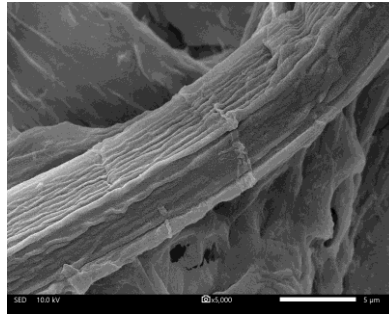
ผลการวิจัย

ลักษณะทางกายภาพของนาโนเซลลูโลส

การศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาคของสารนาโนเซลลูโลสจากใผ่ที่ได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (JEOL JSM-6610LV SEM, Tokyo, Japan) กำลังขยาย 150 เท่า (ภาพที่ 3) และ 5,000 เท่า (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 3 ภาพโครงสร้างระดับจุลภาคของสารนาโนเซลลูโลสจากใผ่ที่ได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดกำลังขยาย 150 เท่า



ภาพที่ 4 ภาพโครงสร้างระดับจุลภาคของสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไม้ที่ได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดกำลังขยาย 5,000 เท่า

จากภาพที่ 3 พบว่าลักษณะของเส้นใยนาโนเซลลูโลสอยู่กันอย่างเป็นแผ่น ลักษณะคล้ายฟิล์ม จับตัวกับเป็นแผ่น มีรูพรุนกระจายอยู่ทั่วไป จากภาพที่ 4 พบว่า ลักษณะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5,000 นาโนเมตร ลักษณะเป็นเส้นใย ยาว

ผลการทดสอบค่าความแข็งแรงต่อความทนแรงอัด

ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อความทนแรงอัด (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ในกลุ่มควบคุม กลุ่มเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไม้ร้อยละ 0.25 0.5 1 และ 2 โดยน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 60.11(2.40) 60.75(2.18) 66.50(5.08) 56.04(1.31) และ 48.05(2.61) เมกะปาสคาล ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดและค่าแรงสุดท้ายก่อนแตกหักในกลุ่มควบคุมและกลุ่มเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไม้ร้อยละ 0.25, 0.5, 1, และ 2 โดยน้ำหนัก

ร้อยละของสารนาโนเซลลูโลส	ค่าเฉลี่ยแรงสุดท้ายก่อนการแตกหัก (นิวตัน)	ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อความทนแรงอัด (เมกะปาสคาล)
0	109.10(4.35)	60.11(2.40)
0.25	110.27(3.96)	60.75(2.18)
0.5	120.70(9.23)*	66.50(5.08)*
1	101.72(2.39)	56.04(1.31)
2	87.21(4.74)*	48.05(2.61)*

จากการเปรียบเทียบรายคู่ตามวิธีการของ Scheffe' พบว่า ค่าความแข็งแรงต่อความทนแรงอัด มีค่าแตกต่างกันโดย

กลุ่มควบคุม ต่างจากกลุ่มเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ร้อยละ 0.5, และ 2 โดยน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ร้อยละ 0.25 ต่างจากกลุ่มเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ร้อยละ 0.5, และ 2 โดยน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ร้อยละ 0.5 มากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ร้อยละ 1 ต่างจากกลุ่มเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ร้อยละ 0.5, และ 2 โดยน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

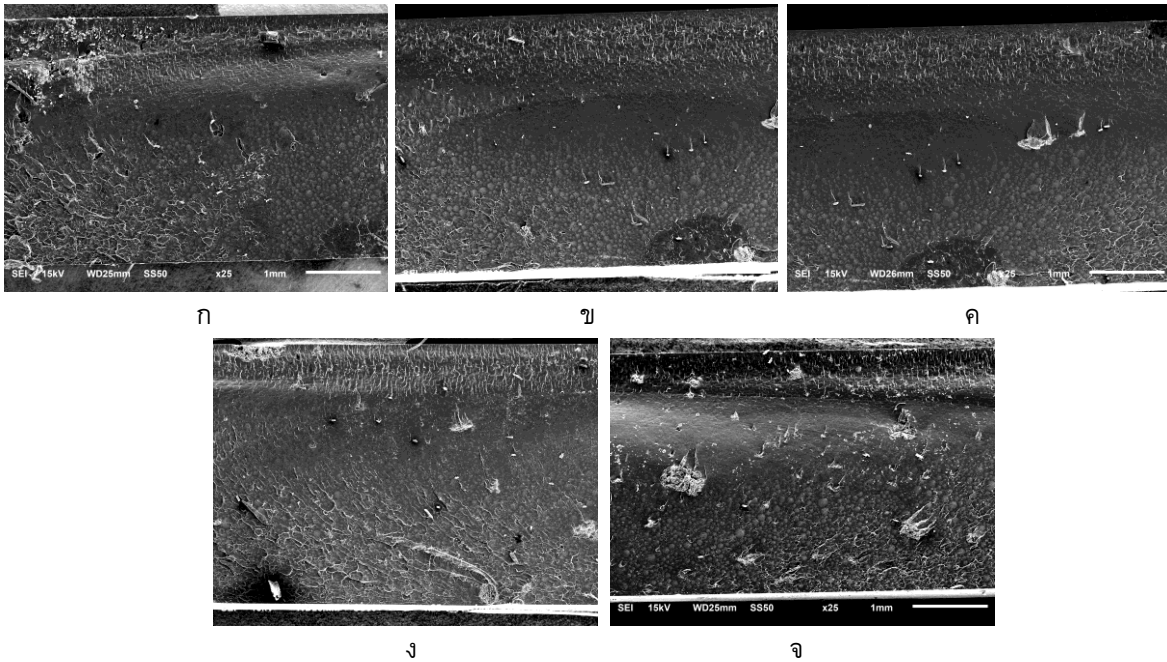
กลุ่มเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ร้อยละ 2 น้อยกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษาลักษณะของชิ้นตัวอย่างและการศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด



ภาพที่ 5 ชิ้นตัวอย่างภายหลังการทดสอบความแข็งแรงต่อความทนแรงอัด

เมื่อศึกษาลักษณะของชิ้นตัวอย่างภายหลังการทดสอบความแข็งแรงต่อความทนแรงอัด (ภาพที่ 5) ด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 25 เท่า จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่เติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ จะพบมีการกระจายของสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ ในลักษณะรวมกลุ่มกระจายตัวแทรกในเรซินแมทริกซ์ (ภาพที่ 6) ผลการศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาคของพื้นผิวภายหลังการทดสอบความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดเมื่อศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาคของพื้นผิวชิ้นงานภายหลังการทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดพบว่า เรซินอะคริลิกที่เติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่และที่ไม่ได้เติมมีลักษณะที่คล้ายกัน



ภาพที่ 6 ภาพจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด กำลังขยาย 25 เท่า ก. กลุ่มควบคุม ข. กลุ่มเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ร้อยละ 0.25 ค. ร้อยละ 0.5 ง. ร้อยละ 1 จ. ร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาผลของกลุ่มเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ตามปริมาณน้ำหนักที่มีต่อความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดของเรซินอะคริลิก ชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ใช้ในทางทันตกรรม โดยนำเรซินอะคริลิก ชนิดบ่มด้วยความร้อน ผสมกับสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ ตามเศษส่วนน้ำหนักร้อยละ 0 0.25, 0.5, 1, และ 2 โดยน้ำหนัก ผลการทดสอบพบว่า กลุ่มที่ไม่เติมนาโนเซลลูโลสมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดอยู่ที่ 60.11(2.40) เมกาปาสคาล

การเพิ่มขึ้นของเศษส่วนน้ำหนักของสาร มีผลต่อค่าความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดในกลุ่มเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ร้อยละ 0.25 และ 0.5 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยมีการเพิ่มขึ้นของค่าความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดเนื่องจากผงที่มีความยึดหยุ่นมากกว่าเมทริกซ์ ไปเพิ่มความแข็งแรงต่อความทนแรงอัด จากการทดลองนี้ พบว่า ชี้นงานที่ให้ค่าแรงมากที่สุด คือ เศษส่วนน้ำหนักที่ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักได้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดอยู่ที่ 66.50(5.08) เมกาปาสคาล นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดของกลุ่มที่มีการเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักมีค่ามากกว่ากลุ่มไม่เติมนาโนเซลลูโลสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คล้ายคลึงกับการศึกษาของมิงงานวิจัยของ Oleiwi JK และคณะ [9] นำพอลิเมทิลเมทาไครเลตที่ใช้สร้างฐานฟันเทียมชนิดบ่มด้วยความร้อน (Spofa Dental Company) เติมสารอัดแทรกด้วยผงใยไผ่ ร้อยละ 2, 4, 6, และ 8 โดยน้ำหนัก มาทดสอบความแข็งแรงต่อแรงอัด พบว่า อัตราส่วนที่มีผงเพิ่มขึ้นต่อน้ำหนัก จะให้ค่าความแข็งแรงต่อแรงอัด (Compressive strength) ที่มากขึ้นตามลำดับ ซึ่งมีความเหมือนกันที่ว่าหากมีการเติมสารเสริมแรงเข้าไปจะมีค่าความแข็งแรงที่เพิ่มมากขึ้น

ค่าความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดของกลุ่มที่มีการเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ร้อยละ 2 โดยน้ำหนักมีค่าน้อยกว่ากลุ่มไม่เติมนาโนเซลลูโลสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความแตกต่างกันที่หากเติมในปริมาณมาก การศึกษานี้พบว่าค่าแรงจะลดลง โดยเมื่อเติมสารนาโนเซลลูโลสจากเยื่อไผ่ร้อยละ 1 และ 2 โดยน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดจะลดลงตามลำดับ เนื่องจากจำนวนเส้นใยที่มากขึ้น มีส่วนที่เชื่อมต่อกันระหว่างเส้นใยกับเมทริกซ์ที่มากขึ้น จึงเกิดช่องว่างระหว่างเส้นใยกับเมทริกซ์มากขึ้น ซึ่งความแข็งแรงการยึดติดค่อนข้างต่ำ เมื่อแรงมากระทำที่ชิ้นงาน จึงทำให้เกิดความเสียหายบริเวณนี้ได้มากขึ้น ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Salman และคณะ [10] ศึกษาเปรียบเทียบผลของการใส่นาโนซิลิกาเป็นวัสดุอัดแทรกต่อคุณสมบัติด้านทานต่อแรงกระแทกและคุณสมบัติด้านทานต่อความทนแรงอัดของพอลิเมทิลเมทาคริลิต ปริมาณที่เติมวัสดุอัดแทรกคือ ร้อยละ 3, 5, และ 7 โดยน้ำหนัก โดยค่าความต้านทานต่อแรงกระแทกมีค่ามากสุดในกลุ่มทดลองที่ใส่นาโนซิลิกาแบบอสัณฐานปริมาณร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก โดยอธิบายไว้ว่ายิ่งเติมวัสดุอัดแทรกปริมาณมากค่าทดสอบจะน้อยลงตาม ส่วนค่าความต้านทานต่อความทนแรงอัดมีค่ามากสุดในกลุ่มทดลองที่ใส่นาโนซิลิกาแบบผลึกปริมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

ปัญหาที่พบในงานวิจัยคือ การสกัดนาโนเซลลูโลส ทำได้ค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากจำเป็นต้องกำจัดน้ำส่วนเกินด้วยกรดและเบสแก่ ล้างจนกว่าจะมีค่ากรดเบสเป็นกลาง เข้าเครื่องบดและปั่นเหวี่ยงจนกว่าจะได้นาโนเซลลูโลส ซึ่งขนาดที่นำมาทำงานวิจัยในครั้งนี้ ยังมีอนุภาคที่ไม่เล็กเพียงพอ ในการศึกษาในอนาคตอาจจะเป็นต้องมีการสกัดด้วยกรดและเบสจำนวนครั้งที่มากกว่านี้หรืออาจจะต้องมีการบดละเอียดเพิ่มเติม

อย่างไรก็ตามลักษณะของนาโนเซลลูโลสที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มสีขาว เมื่อผสมเข้ากับพอลิเมอร์แล้วยังคงลักษณะสีขาวไว้ ทำให้เห็นเป็นจุดสีขาวแทรกได้ ในการศึกษาในอนาคต หากจะนำนาโนเซลลูโลสมาเสริมแรงพอลิเมทิลเมทาคริลิตสำหรับฐานฟันเทียม อาจจะต้องมีการผสมโดยใช้เครื่องหมุนกวนแม่เหล็กไฟฟ้า การใช้สารยึดติดที่เหมาะสม หรือการย้อมสีนาโนเซลลูโลสก่อนนำมาใช้ในการศึกษาครั้งต่อไป

สรุปผลการวิจัย

เมื่อทำการเติมนาโนเซลลูโลสจากไผ่ตามร้อยละ 0.5 น้ำหนักในพอลิเมทิลเมทาคริลิตค่าความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดเพิ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุมเนื่องจากการที่นาโนเซลลูโลสแทรกซึมเข้าไป เป็นตัวช่วยเพิ่มความแข็งแรงต่อความทนแรงอัดได้ ดังนั้นการเสริมแรงของนาโนเซลลูโลสในพอลิเมทิลเมทาคริลิตโดยใช้นาโนเซลลูโลสสามารถทำให้ฐานฟันเทียมนั้นมาอายุการใช้งานที่นานมากขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Diwan R. (2004). Materials Prescribed in the Management of Edentulous Patients. In: Zarb G, Bolander CL. (ed): *Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients*. ed 12. St. Louis, C.V. Mosby, : 190-207. Retrieved December 5, 2021, from <https://www.elsevier.com/books/prosthodontic-treatment-for-edentulous-patients/zarb/978-0-323-07844-3>
- [2] Sakaguchi RL; and Powers JM. (2012). Craig's restorative dental materials. *United State: Elsevier Mosby*. 13th ed. Retrieved September 11, 2021, from <https://www.elsevier.com/books/craigs-restorative-dental-materials/sakaguchi/978-0-323-47821-2>

- [3] Anusavice KJ; Shen C; and Rawls HR. (2013). Phillips' science of dental materials. *St.Louis: Elsevier Health Sciences*. 12th ed. Retrieved September 11, 2021, from <https://www.elsevier.com/books/phillips-science-of-dental-materials/shen/978-0-323-69755-2>
- [4] Patel MB; and Bencharit S. (2009). A treatment protocol for restoring occlusal vertical dimension using an overlay removable partial denture as an alternative to extensive fixed restorations: a clinical report. *Open Dent J*. 3: 213-18.
- [5] Zappini G; Kammann A; and Wachter W. (2003). Comparison of fracture tests of denture base materials. *The journal of prosthetic dentistry*. 90(6): 578-85. Retrieved September 30, 2021, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391303006450>
- [6] Darbar U; Huggett R; and Harrison A. (1994). Denture fracture--a survey. *British dental journal*. 176(9): 342-5. Retrieved September 30, 2021, from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8024869>
- [7] Kargarzadeh H; Mariano M; Huang J; Lin N; Ahmad I; Dufresne A; and Thomas S. (2017, 6 December). Recent developments on nanocellulose reinforced polymer nanocomposites: A review. *Polymer*. 132: 368-93.
- [8] Phanthong P; Reubroycharoen P; Hao X; Xu G; Abudula A; and Guan G. (2018). Nanocellulose: Extraction and application. *Carbon Resources Conversion*. 1(1): 32-43.
- [9] Oleiwi JK; Hamad QA; and Abdul Rahman HJ. (2019). Studying the effect of natural bamboo and rice husk powders on compressive strength and hardness of acrylic resin. *The Iraqi Journal for Mechanical and Material Engineering*. 19(1): 105-113. Retrieved October 30, 2021, from https://www.researchgate.net/publication/331809150_STUDYING_THE_EFFECT_OF_NATURAL_BAMBOO_AND_RICE_HUSK_POWDERS_ON_COMPRESSIVE_STRENGTH_and_HARDNESS_OF_ACRYLIC_RESIN_STUDYING_THE_EFFECT_OF_NATURAL_BAMBOO_AND_RICE_Jawad_K_Oleiwi_HUSK_POWDERS_ON_COMPRESS
- [10] Salman AD; Jani GH; and Fatalla AA. (2017). Comparative Study of the Effect of Incorporating SiO₂ Nano-Particles on Properties of Poly methyl Methacrylate Denture Bases. *Biomedical and Pharmacology Journal*. 10(3): 1525-35. Retrieved December 5, 2021, from https://www.researchgate.net/publication/320105441_Comparative_Study_of_the_Effect_of_Incorporating_SiO2_Nano-Particles_on_Properties_of_Poly_methyl_Methacrylate_Denture_Bases

RANC15-015 การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางงอกต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

DEVELOPMENT OF GERMINATED HANG ARBOILED RICE COOKIE ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND SENSORY EVALUATION OF PRODUCT

จิระนันท์ วงศ์วัณณู^{1*}, อภิญญา ภูมิสายดอน², ปิยฉัตร ทองแพง³, ศุภศิษร มาแสวง⁴, จันจิรา ชาติมนต์รี⁵
Jeeranan Wonwatanyoo^{1}, Apinya Bhumsaidon², Piyachat Thongpaeng³,
Supuksorn Masavang⁴, Junjira Chatmontree⁵*

¹สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
¹Food Science and Technology Faculty of Arts and Sciences Sisaket Rajabhat University.

²สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
²Food Technology Faculty of Agro-Industry Technology Kalasin University.

³สาขาวิชาการบัญชี คณะบริหารธุรกิจและการบัญชี มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
³Accounting Faculty of Business Administration and Accounting Sisaket Rajabhat University.

⁴สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
*⁴Food Science and Technology Faculty of Home Economics Technology Rajamangala
University of Technology Phra Nakhon.*

⁵สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
⁵Research and Development Institute Sisaket Rajabhat University.

*Corresponding author, E-mail: Jeeranan.W@sskru.ac.th

บทคัดย่อ

จากการศึกษาวิจัยผลการทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ด้วยแป้งข้าวฮางงอกที่ร้อยละ 40 50 และ 60 พบว่าการเพิ่มปริมาณข้าวฮางงอกในสูตรคุกกี้ส่งผลให้ค่าสี L^* และ a^* มีค่าลดลง ในขณะที่ค่า b^* มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนคุกกี้ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวฮางงอกร้อยละ 60 มีค่าความแข็ง (Hardness) สูงที่สุด (1448.355 นิวตัน) และมีค่าใกล้เคียงกับคุกกี้สูตรควบคุม (1389.453 นิวตัน) จากผลการทดสอบชิมแสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบชิมให้ค่าคะแนนความชอบด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และการยอมรับโดยรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางงอกที่มีการทดแทนที่ร้อยละ 60 สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อนำมาวัดการออกฤทธิ์การเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี DPPH radical scavenging activity พบว่าการทดแทนร้อยละ 60 มีค่าเท่ากับ 5.59%

คำสำคัญ: แป้งข้าวฮางงอก คุกกี้ การออกฤทธิ์การเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The effects of wheat flour substitution with germinated hang rice flour at 40, 50 and 60% w/w in cookie's formulations were studied. Color, hardness, sensory evaluation and antioxidant were conducted for all cookies. The result showed the increasing in L^* and a^* , while b^* significantly decreased with an increase germinated brown flour in product recipes. Cookie which replaced wheat flour with germinated hang rice flour at 60% showed the highest hardness value (1448.355 newton) which was close to that of the control formulation (1389.453 newton) For sensory evaluation, cookie at 60% of substitution with germinated parboiled rice flour panelists showed the highest preference scores in color, odor, flavor, crispness and overall acceptance ($p \leq 0.05$). In addition, cookie at 60% of substitution with germinated hang rice flour contained 5.59% antioxidant activity.

Keyword: Germinated Hang Rice Flour, Cookies, Antioxidant Activity

บทนำ

ข้าวฮางเป็นผลผลิตทางภูมิปัญญามาตั้งแต่โบราณ กรรมวิธีกระบวนการผลิตข้าวเปลือกจะถูกแช่น้ำนาน 12 ชั่วโมง เพื่อให้เปลือกข้าวมีการอ่อนตัว จากนั้นนำมาบ่มเพื่อให้เกิดการงอก ก่อนนำมานึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือด ทำให้เย็น อบแห้ง และกะเทาะเปลือกออกโดยไม่ผ่านการขัดสีจะได้เป็นผลิตภัณฑ์ข้าวฮางงอก [1] ซึ่งข้อดี คือ มีสารอาหาร วิตามิน แร่ธาตุ ไฟเบอร์ และกลิ่นหอม จากเปลือกมาเคลือบที่เมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นจึงทำให้ข้าวฮางมีสารอาหารมากกว่าข้าวกล้องงอก และข้าวฮางมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าธัญพืชทั้งหลาย ช่วยให้สุขภาพแข็งแรงและสมดุล เพิ่มภูมิคุ้มกันเชื้อโรค หรือโรคที่ไม่ได้เกิดจากเชื้อโรคได้ดี [2] ข้าวฮางเป็นข้าวที่นุ่มมีระยะแ่กเกินกว่าจะทำข้าวเม่ แต่ยังไม่สุกพอในระยะเก็บเกี่ยว โดยนำข้าวเปลือกมาแช่น้ำและไปนึ่งก่อน นำมาสีเป็นข้าวกล้อง ซึ่งทำได้ทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้า จึงทำให้แตกต่างจากการทำข้าวกล้องงอก [3] การทำข้าวฮางงอกเป็นการเอาเปลือกหรือเกลือบออกโดยที่จุ่มข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดไม่แตกหัก ทำให้โปรตีนแร่ธาตุสารอาหารต่าง ๆ อยู่ครบถ้วน เมื่อหุงสุกเมล็ดก็ไม่เกิดการแตกร้าว เมื่อนำไปสีจึงทำให้มีสีเหลือง ซึ่งการนำข้าวไปแช่น้ำเพื่อกระตุ้นให้เกิดการงอกนี้ ทำให้มีปริมาณสารกาบาในเมล็ดมากขึ้นเป็น 10 เท่าของข้าวสารเพิ่มขึ้น 1-4 เท่า เมื่อเทียบกับข้าวกล้องที่ไม่ผ่านกระบวนการงอก [1] และยังมีแกมมาออริซานอล วิตามินอี สารฟิโนลิก โลซีน เป็นต้น [4] แป้งข้าวฮางงอก (Germinated parboiled rice flour) มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าธัญพืชทั้งหลาย เนื่องจากอุดมด้วย วิตามินบี 1 บี 2 ไนอะซิน ธาตุเหล็ก แคลเซียม GABA (Gamma Amino Butyric Acid) ช่วยลดความดันโลหิตและปริมาณคอเลสเตอรอล ข้าวฮางงอกยังมีค่าการเปลี่ยนเป็นน้ำตาลในกระแสเลือดต่ำ [5] และเป็นสารสื่อประสาทที่สำคัญใช้ในการควบคุมระบบประสาท รวมทั้งกล้ามเนื้อ แป้งข้าวฮางงอกจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภคที่รักสุขภาพโดยเฉพาะผู้ที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน ไขมันสูง

คุกกี้เป็นขนมอบที่มีลักษณะกรอบร่วน รสหวาน มีขนาด รูปร่าง กลิ่น รส แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของ คุกกี้แต่ละชนิด ส่วนผสมของคุกกี้จะประกอบด้วย แป้ง สาลี เนย น้ำตาล ไข่ นม และส่วนผสมอื่น ๆ เช่น ผลไม้ เชื่อมแห้ง เมล็ดผลไม้ เป็นต้น ซึ่งให้สารอาหารที่เป็น ประโยชน์ต่อร่างกาย [6] ปัจจุบันการบริโภคผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เพิ่มสูงขึ้นทำให้การนำเข้าข้าวสาลีเพื่อแปรรูปเป็นแป้งสาลีในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มีปริมาณสูง ดังนั้น รัฐบาลจึงให้การสนับสนุนงานวิจัยที่สามารถใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวเพื่อทดแทนข้าวสาลี ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาจากข้าวได้รับการยอมรับว่ามีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี เพราะข้าวประกอบด้วยโปรตีนที่ไม่ก่อให้เกิดอาการ

แพ้ง่ายและมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายเช่นเดียวกัน [7] การใช้แป้งข้าวในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มีมากมายหลายชนิด โดยการทำเป็นแป้งผสม และการใช้แป้งข้าวทั้งหมด เช่น ขนมปัง คุกกี้ และเค้ก เป็นต้น [5]

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

คณะผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ของการศึกษา คือ เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ อีกทั้งเพิ่มมูลค่าให้กับแป้งข้าวฮางงอก และเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจต่อสุขภาพ อีกทั้งยังเป็นการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวฮางงอก โดยจะศึกษาผลอัตราส่วนของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวฮางงอกต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพศึกษา และศึกษาคูณลักษณะทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้ทดสอบชิมต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางงอก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แป้งข้าวฮางงอกที่ได้การอนุเคราะห์จากกลุ่มข้าวกล้องงอกบ้านหัวตง หมู่ 10 ตำบลเค็งใหญ่ อำเภอบึงสามพัน จังหวัดอำนาจเจริญ ซึ่งกลุ่มฯ ได้ทำการเตรียมข้าวฮางงอก ซึ่งเป็นข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวเจ้าข้าวหอมมะลิ 105 มีการแช่น้ำอัตราส่วน ข้าวต่อน้ำ 1:3 โดยใช้น้ำกรอง แช่เป็นเวลานาน 36 ชั่วโมง นำมาเพาะเพื่องอก 16 ชั่วโมง และนำหนึ่งถ้วยโอนำร้อน 15 นาที

2. เตรียมแป้งข้าวฮางงอก นำมาด้วยวิธีโม่แห้ง (Dry milling) โดยใช้เครื่องบดนาแป้งที่ได้มาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 180 mesh แล้วจึงนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส โดยบรรจุในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงความชื้น

3. วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) เพื่อค่าวิเคราะห์ความแปรปรวน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทรีเทเมนต์โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS version 23

4. เตรียมตัวอย่างคุกกี้ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวฮางงอก ตัวอย่างคุกกี้มีส่วนผสม ได้แก่ แป้งสาลี (กรัม) ต่อ แป้งข้าวฮางงอก (กรัม) ในอัตราส่วน 250:0, 150:100, 125:125 และ 100:150 ซึ่งในบทความนี้คือสูตรการผลิตคุกกี้ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งข้าวฮางงอกที่ ตัวอย่างควบคุม (0%) 40% 50% และ 60% ตามลำดับ เนยสดจืด 150 กรัม น้ำตาลไอซิ่ง 120 กรัม ไข่ไก่ 1 ฟอง ผงฟู 4 กรัม เกลือ 2 กรัม และกลิ่นวานิลลา 8 กรัม การเตรียมเริ่มโดยชั่งส่วนผสมแป้ง ผงฟู และเกลือตามแผนการทดลอง ร่อนและพักไว้ จากนั้นตีเนยสด 3 นาที พร้อมกับค่อยๆ เติมน้ำตาลไอซิ่ง ตีต่อเมื่อครบเวลา 12 นาที ตอกไข่ไก่ใส่ลงไปและตีวนาน 1 นาที ตีพอให้ส่วนผสมเข้ากันเล็กน้อยจึงผสมแป้งที่ร่อนไว้ลงไปเรื่อยๆ จนเข้ากันดี จากนั้นตักใส่สก็ूपไอติมขนาดเล็ก แล้วชั่งน้ำหนักให้ได้ 14-15 กรัม วางลงบนถาดที่ทาเนยไว้และกดหน้าคุกกี้ลงให้ได้ 3.5-4 เซนติเมตร แล้วจึงนำไปอบด้วยเตาอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-20 นาที



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะแป้งข้าวฮางอกที่ได้การอนุเคราะห์จากจากกลุ่มข้าวกล้องงอกบ้านหัวดง เพื่อนำมาใช้สำหรับการศึกษาคูกี้



ภาพที่ 2 กระบวนการผลิตคูกี้จากแป้งข้าวฮางอก

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์คูกี้

1. วัดค่าสี แป้งข้าวฮางอกด้วยระบบ CIE L*, a*, b* ด้วยเครื่องวัดสี (MINOLTA CR400, Japan)
2. วัดเนื้อสัมผัสของคูกี้แป้งข้าวฮางอก โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer TA-XT2i, UK) โดยใช้หัวกด (compression probe) โดยใช้หัววัดเบอร์ P/ 0.25 s ตั้งโปรแกรมให้หัววัดตกลงไปในตัวอย่างด้วยความแรง (trigger force) 10 กรัม แรงกด (Load cell) 5 กิโลกรัม ความเร็วในการกด 1 มิลลิเมตรต่อวินาทีของระยะกด

3. การประเมินคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของตัวอย่างคูกี้ที่มีทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ที่ 40 50 และ 60% โดยใช้วิธี 9-Hedonic scaling point ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 50 คน เพื่อทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบและการยอมรับโดยรวม วางทดลองแบบแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) กดผิวคูกี้ 5 มิลลิเมตร รายงานผลลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยค่าความแข็ง (Hardness)

4. การศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ วิธี DPPH radical scavenging activity ตัดแปลงจาก [8] โดยใช้วิธีวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร เทียบกับกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐาน Trolox ในตัวอย่างคุกกี้ได้รับคะแนนความชอบโดยผู้ทดสอบชิมที่มีความชอบต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางอก จำนวน 1 สูตรการทดลอง

วิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ($p < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS



ภาพที่ 3 ลักษณะคุกกี้สูตรที่ 3 ที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวฮางอกที่ร้อยละ 60 ผู้บริโภคให้การยอมรับ และมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางอกในระดับที่สูงสุดในทุกด้านของการทดสอบ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาคงสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางอก

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางอก

% การทดแทน แป้งข้าวฮางอก	คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางอก			
	L*	a*	b*	Hardness
สูตรควบคุม	86.758±0.345 ^a	0.133±0.009 ^d	25.663±0.040 ^d	1389.453±120.676 ^a
40	78.947±0.257 ^b	6.070±0.010 ^a	27.003±0.136 ^c	1259.502±51.745 ^b
50	77.077±0.040 ^c	5.187±0.015 ^b	28.047±0.012 ^b	1143.148±42.211 ^b
60	76.673±0.257 ^d	4.697±0.012 ^c	28.967±0.021 ^a	1448.355±140.593 ^a

หมายเหตุ – ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งกลุ่มเดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test - สูตรควบคุม คือสูตรการทดลองที่มีการใช้แป้งสาลีในการทดลองที่ 100%

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

ตารางที่ 2 แสดงค่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางงอกทั้ง 3 สูตรการทดลอง

การประเมิน ความชอบ	สูตรควบคุม	% การทดแทน	% การทดแทน	% การทดแทน
		แป้งข้าวฮางงอก 40%	แป้งข้าวฮางงอก 50%	แป้งข้าวฮางงอก 60%
1. ด้านสี	6.770±0.774 ^b	6.680±0.792 ^b	7.100±0.712 ^{ab}	7.230±0.728 ^a
2. ด้านกลิ่น	6.830±0.648 ^b	6.780±0.743 ^b	6.470±0.571 ^c	7.300±0.750 ^a
3. ด้านรสชาติ	6.900±0.712 ^b	6.880±0.759 ^c	7.000±0.743 ^b	7.770±0.430 ^a
4. ด้านความกรอบ	7.400±0.563 ^b	6.960±0.880 ^c	7.900±0.712 ^a	7.900±0.662 ^a
5. ด้านการยอมรับ โดยรวม	6.200±0.664 ^b	6.210±0.790 ^b	7.100±0.759 ^a	7.400±0.621 ^a

หมายเหตุ – ค่าเฉลี่ยในแวนนอนกลุ่มเดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s New Multiple Range Test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s New Multiple Range Test

อภิปรายผลการวิจัย

จากตารางที่ 1 เมื่อนำแป้งข้าวฮางงอกมาทำการบดละเอียดที่ 180 mesh (ดังภาพที่ 1) และนำมาเตรียมตัวอย่างคุกกี้ตามแผนการทดลอง พบว่าค่าสีในตัวอย่างผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางงอกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีเขียวแดง (a^*) และค่าความเป็นสีน้ำเงินเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางงอกมีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยพบว่า เมื่อมีการทดแทนด้วยแป้งข้าวฮางงอกที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าสี L^* และ a^* เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า b^* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยในคุกกี้สูตรควบคุมจะมีสีน้ำตาลอ่อน แต่ในสูตรที่มีการทดแทนแป้งข้าวฮางงอกเพิ่มมากขึ้น คุกกี้มีสีน้ำตาลเข้มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากในแป้งข้าวฮางงอก อาจมีรงควัตถุสีเหลืองที่อยู่ส่วนผิวของเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวที่ยังขัดสีออกไม่หมดที่ปนอยู่ในแป้งข้าวฮาง ซึ่งประกอบด้วยแคโรทีนอยด์ เช่น ลูทีน เบต้าแคโรทีน และ/หรือ ไลโคพีน สารสีน้ำตาลของคุกกี้เกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยไม่ใช้เอนไซม์ (Maillard browning reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาของกรดอะมิโนและโปรตีนที่มีต่อน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีหมู่คาร์บอนิลอิสระ ซึ่งในคุกกี้มีองค์ประกอบของสารทั้งสองชนิดอยู่จึงทำให้คุกกี้มีสีน้ำตาล และส่งผลค่าเป็นสีเหลืองสูงขึ้น แต่ความสว่างของตัวอย่างคุกกี้ลดลงเมื่อมีการทดแทนแป้งข้าวฮางงอกในสูตรการผลิตเพิ่มขึ้น

สำหรับการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวฮางงอกนั้นพบว่ามีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อนำมาวัดค่าความแข็ง (Hardness) โดยการใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวัดเพื่อเลียนแบบการเคี้ยวที่เรียกว่า "Texture Profile Analysis" ซึ่งในผลิตภัณฑ์คุกกี้ ที่ทดสอบนั้นจะศึกษาค่าความแข็งกรอบของผลิตภัณฑ์ที่สามารถวัดได้จากค่า Hardness ที่ได้จากเครื่อง เมื่อมีการทดแทนแป้งข้าวฮางงอกที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ค่า Hardness มีค่าเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2 คือตัวอย่างผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางงอกที่มีการทดแทนที่ 60% จะมีค่า Hardness สูงกว่าสูตรการผลิตอื่น ($p \leq 0.05$) และไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่เป็นสูตรควบคุม (ไม่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวฮางงอก) ($p > 0.05$) เนื่องจากแป้งข้าวฮางอาจมีปริมาณอะไมโลสที่ใกล้เคียงกับแป้ง

สาธิต โดยเท่าตัวไปปริมาณอะไมโลสมีผลต่อค่าความเหนียวและคุณสมบัติการเกิดเจล และอาจส่งผลกระทบต่อสัมพัทธ์ของผลิตภัณฑ์คุกกี้ได้

จากตารางที่ 2 พบว่าการศึกษาผลการทดสอบคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ด้านความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางงอกทั้ง 3 สูตรการทดลอง พบว่าความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และการยอมรับโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบชิมสามารถแยกความแตกต่างของคุณสมบัติด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และการยอมรับโดยรวม ได้ ($p \leq 0.05$) และพบว่าการทดลองในสูตรที่ 3 ที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวฮางงอกที่ร้อยละ 60 ผู้บริโภคให้การยอมรับและมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางงอกในระดับที่สูงสุดในทุกด้านของการทดสอบ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม (ตารางที่ 2) เมื่อพิจารณาด้านการยอมรับโดยรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์พบว่าคุกกี้ที่ระดับการทดแทนแป้งข้าวฮางงอกร้อยละ 50 และ 60 ให้ค่าคะแนนการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางงอกมากที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวฮางงอกที่มีการทดแทนแป้งสาธิตด้วยแป้งข้าวฮางงอกที่ 60% ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดในด้านๆ ที่ทำการทดสอบ จึงถูกนำมาวิเคราะห์ค่าการออกฤทธิ์การเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) โดยใช้วิธี DPPH radical scavenging activity เพื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox (Trolox, 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchloran-2-carboxylic acid) พบว่ามีปริมาณสารต้านการออกฤทธิ์อนุมูลอิสระ DPPH ที่ 5.59% ซึ่งมีรายงานว่าปริมาณสารต้านการออกฤทธิ์อนุมูลอิสระ DPPH ในข้าวฮางงอกมะลิ 105 และ กข 6 สูงถึง 28-36% [9] และจากงานวิจัยของ [10] พบว่าข้าวฮางงอกระยะสุกเต็มที่ ข้าวฮางงอกระยะพลับพลึง และข้าวกล้องงอก มีความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ คือ มีค่า IC_{50} 8.2, 26 และ 10.2 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์พบว่าการวิเคราะห์สารต้านการออกฤทธิ์อนุมูลอิสระ DPPH ในตัวอย่างคุกกี้ที่ทำการศึกษามีปริมาณค่อนข้างต่ำ แสดงให้เห็นว่าอาจมีการสลายตัวสารต้านการออกฤทธิ์อนุมูลอิสระในการกระบวนการผลิตคุกกี้ เช่น ระหว่างการผสม และการอบ เป็นต้น ซึ่งการศึกษาความคงตัวของสารต้านการออกฤทธิ์อนุมูลอิสระในระหว่างการแปรรูปอาหารจึงเป็นสำคัญในการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ [8]

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยพบว่าเมื่อมีการทดแทนด้วยแป้งข้าวฮางงอกที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าสี โดยเพิ่มค่า L^* และ a^* แต่ลดค่า b^* นอกจากนี้แป้งข้าวฮางงอกทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็ง (Hardness) เพิ่มขึ้นและไม่แตกต่างสูตรที่ไม่มีการทดแทนแป้งสาธิตด้วยแป้งข้าวฮางงอก นอกจากนี้การผลิตคุกกี้โดยการทดแทนแป้งข้าวฮางงอกด้วยแป้งข้าวฮางงอกที่ร้อยละ 60 ให้คุณลักษณะทางกายภาพเป็นที่ยอมรับสูงสุดมากกว่าคุกกี้ที่ใช้แป้งสาธิตเพียงอย่างเดียว และเมื่อนำมาวัดการออกฤทธิ์การเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี DPPH radical scavenging activity พบว่าที่การทดแทนร้อยละ 60 มีค่าเท่ากับ 5.590% การวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวฮางงอกสามารถใช้ทดแทนแป้งสาธิตบางส่วนและสามารถเพิ่มคุณค่าทางสารอาหารในผลิตภัณฑ์คุกกี้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณงบประมาณวิจัยจากทุนอุดหนุนวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2563 และงบประมาณการเผยแพร่ผลงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2565 จากคณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Chienseng, C.; Phattayakorn, K.; and Prommakool, A. (2016). Effect of Germination Time on Total Phenol Content, Antioxidant Activity and GABA Content of Germinated Hang Rice. *International Food Research Journal*. 23(1): 406-409 19-24. (in Thai)
- [2] ชลิตา เนียมมัญญ์; สุขทิพย์ สุขใส; อนุกุล วัฒนสุข; กนกภรณ์ ครุฑภาพันธุ์; และ โสรยา เกิดพิบูลย์. (2555). สมบัติเชิงกายภาพบางประการของซูปที่ผลิตจากข้าวกล้องและข้าวฮาง. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. ปีที่ 43 ฉบับที่ 2 (พิเศษ) พฤษภาคม – สิงหาคม.: หน้า 237-240.
- [3] กรรณิการ์ ห้วยแสน; หนูเดือน สาระบุตร; พัฒนา ฟิ่งพันธ์; จิระพันธ์ ห้วยแสน; และ อ้อยทิพย์ สมานรส. (2555). *ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตข้าวฮางงอก (ข้าวหนึ่งงอก)*. นครราชสีมา: คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.
- [4] นฤมล ลอยแก้ว; เบ็ญจรัก วายุกาพ; และ วราพร ลักษณะม้าย. (2557). การศึกษาสภาวะในการแช่ข้าวฮางงอกเพื่อลดการเหม็นหืนของแป้งข้าวฮางงอกเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเบเกอรี่. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติประจำปี 2557*. หน้า 320-327.
- [5] Vansavang, V.; Utto, W.; Onsaard, E.; Boonyaputipong, W.; and Maweang, M. (2016). Effects of rough rice storage in different packages, storage temperature and periods on qualities of parboiled germinated rice. *King Mongkut's Agricultural Journal*. 34(3): 73-85. (in Thai)
- [6] อริสรา รอดมัญญ์; และ อรุมา จิตรวโรภาส. (2550). การผลิตคุกกี้โดยใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีบางส่วน. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*. ปีที่ 3 ฉบับที่ 1.: หน้า 37-43.
- [7] กล้าณรงค์ ศรีรอด; และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2550). *เทคโนโลยีแป้ง*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [8] Ratthanatham, P.; Laohakunjit, N.; and Kerdchoechuen, O. (2013). Phenolic Compound, Anthocyanin and Antioxidant Activity of Germinated Colored Rice. *Agricultural Science Journal*. 44(2) (Suppl.): 441-444. (in Thai)
- [9] ดุลย์จิรา สุขบุญสถิต; บุษยา เรืองศักดิ์; วาทีดิษฐ์ ศรีทอง; และ โสภิตา เชื้อชุดทด. (2560). รายงานการวิจัยเรื่องผลของการใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลีต่อคุณลักษณะของคุกกี้. *วารสารแก่นเกษตร*. ปีที่ 45 (ฉบับพิเศษ 1): หน้า 1060-1065.
- [10] จินดา จันดาเรือง; และ สุทธิเดช ปรีชารัมย์. (2559). ปริมาณสารกาบาและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวฮางงอกและข้าวกล้องงอกจังหวัดสกลนคร. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 13*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 8-9 ธันวาคม 2559. หน้า 1800-1808.

**RANC-016 ผลของสารสกัดหยาบจากกระชายแดง และกระชายเหลือง ต่อการยับยั้ง
การเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคผิวหนังบางชนิด**

**ANTI-BACTERIAL ACTIVITIES OF *BOESENBERGIA PANDURATA* AND
BOESENBERGIA ROTUNDA (L.) MANSF.) CRUDE EXTRACTS ON SOME SKIN
INFECTION BACTERIA**

วิมลรัตน์ พจนไตรทิพย์^{1*} วาสนา ประภาเลิศ² อ้อมหทัย ดีแท้¹
Wimonrat Phottraithip^{1*}, Wasana Prapaler², Aomhatai Deethae¹

¹ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

¹Department of Biology, Faculty of Science and technology, Chiang Mai Rajabhat University.

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

²Department of Chemistry, Faculty of Science and technology, Chiang Mai Rajabhat University.

*Corresponding author, E-mail: wimonrat_pho@cmru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคผิวหนัง 2 ชนิด คือ เชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Pseudomonas aeruginosa* โดยการสกัดด้วยวิธีการแช่หมัก (maceration) ด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% ได้สารสกัดหยาบที่มีลักษณะเป็นของเหลวขุ่นหนืด สีส้มอิฐ ให้ผลร้อยละผลผลิต (% yield) ของเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง เท่ากับ 8.48, 9.64, 6.29 ตามลำดับ และนำสารสกัดหยาบมาทดสอบหาประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Agar well diffusion method โดยใช้สารสกัดหยาบ ความเข้มข้นเท่ากับ 250, 125, 62.5, 31.25, 15.625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลการวิจัยพบว่า ค่าความเข้มข้นของสารสกัดจากเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง ที่ให้ผลค่าการยับยั้งเชื้อด้วยวิธี Agar well diffusion method ได้ดีที่สุดคือ 125, 250 และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และสารสกัดจากเหง้าและรากกระชายแดง สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* มีค่า MIC และ MBC เท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลจากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทางผิวหนัง ได้อย่างหลากหลายต่อไป

คำสำคัญ: การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย สารสกัดหยาบ กระชายแดง กระชายเหลือง

Abstract

The objective of this research was to study the efficacy of crude extracts from rhizome of *Boesenbergia pandurata*, root of *Boesenbergia pandurata* and root of *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. to inhibit the growth of bacteria that causing skin disease as *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. These plants were extracted by maceration using 95% ethanol solvent. The crude extract was viscous liquid, brick orange. The percentage of yield (% yield) of rhizome of *Boesenbergia pandurata*, root of *Boesenbergia pandurata* and root of *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. were 8.48, 9.64, 6.29, respectively. Anti-bacterial activities were tested the concentrations of crude extract as 250, 125, 62.5, 31.25, 15.625 mg/ml by using the Agar well diffusion method. The efficiency bacterial inhibition of rhizome and root of *Boesenbergia pandurata* and root of *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. crude extracts were 125, 250 and 250 mg/ml, respectively. Furthermore, the rhizome and root of *Boesenbergia pandurata* crude extracts were show the highest inhibition against *Staphylococcus aureus* with MIC and MBC values of 250 mg/ml. The results of this research can be used as information for the further development of antibacterial products against various skin pathogens.

Keyword: Anti-bacterial activities, Crude extract, *Boesenbergia pandurata*, *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf.

บทนำ

ในปัจจุบันผู้คนจำนวนมากให้ความสนใจต่อการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับพืชสมุนไพรมากขึ้น เนื่องจากสถานการณ์ในปัจจุบันที่มีการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) มีข้อมูลจากงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ บ่งชี้เกี่ยวกับการรักษาโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โดยใช้พืชสมุนไพร จึงทำให้เพิ่มความสนใจและตระหนักว่าพืชสมุนไพรใกล้ตัวมีประโยชน์เป็นอย่างมาก เนื่องจากมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่ใกล้เคียงกับสารสังเคราะห์ที่มักนำมาใช้ทำประโยชน์ในด้านเภสัชภัณฑ์ เช่น การใช้พืชสมุนไพรในการรักษาโรค ใช้ต้านเชื้อจุลินทรีย์ เป็นต้น การใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรยังถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจนำมาใช้ทดแทนยาที่ผลิตจากสารเคมีสังเคราะห์ โดยในปัจจุบันมีพืชสมุนไพรจำนวนมากได้ถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ เช่น ใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร และการใช้พืชสมุนไพรเป็นยารักษาโรคตามภูมิปัญญาพื้นบ้าน เป็นต้น [1] โดยมีการนำสารสกัดที่มีอยู่ในพืชสมุนไพรหรือที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพไปพัฒนาเพื่อใช้เป็นยาแผนปัจจุบันที่ใช้ในการรักษาโรค เช่น โรคมาลาเรีย โรคเบาหวาน และโรคติดเชื้ออื่น ๆ เนื่องจากผลิตภัณฑ์จากยาสังเคราะห์มีราคาแพงเพราะอาจจะต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศและมีผลข้างเคียงมาก อีกทั้งพืชสมุนไพรเหล่านั้นสามารถพบได้ทั่วไปตามพื้นที่ต่าง ๆ ของภูมิประเทศ [2]

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมอาจส่งผลในด้านสุขภาพต่อมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าเชื้อจุลินทรีย์เหล่านั้นสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ เช่น ติดต่อกับการหายใจ การติดเชื้อแบคทีเรียทางผิวหนังบริเวณที่มีบาดแผล การรับประทานอาหาร หรือการดื่มน้ำที่มีการปนเปื้อน เป็นต้น ซึ่งหากเชื้อเหล่านี้มีสารพิษ จะสามารถผลิตสารพิษต่อร่างกายผู้ติดเชื้อ อาจก่อความรุนแรงถึงเสียชีวิตได้ [3] ซึ่งการติดเชื้อแบคทีเรียที่บริเวณผิวหนัง ส่วนใหญ่พบบริเวณผิวหนังชั้นนอกและเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง มักพบได้บริเวณใบหน้า แขน ขา และสามารถมีอาการรุนแรงลุกลามไปยังบริเวณอื่นได้ โดยปกติผิวหนังจะสามารถต้านทานเชื้อก่อโรคได้ แต่การติดเชื้ออาจเกิดได้เนื่องจากการเสีย

สภาพของผิวหนัง เช่น ผิวหนังแห้ง หรือการเกิดบาดแผลที่บริเวณผิวหนัง และอาจรุนแรงมากกว่าปกติได้ ซึ่งแบคทีเรียที่มีรายงานว่า เป็นสาเหตุสำคัญในการก่อโรคผิวหนัง ได้แก่ *Streptococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus cereus* และ *Pseudomonas aeruginosa* เป็นต้น [4] ปัจจุบันการรักษาโรคติดเชื้อแบคทีเรียนิยมใช้ยาปฏิชีวนะ ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ ซึ่งมักทำให้เกิดปัญหาในการดื้อยา และปัญหาของผลข้างเคียงจากการใช้ยาปฏิชีวนะได้ ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีความสนใจในการใช้สารจากธรรมชาติในการนำมาผลิตเป็นยาต้านเชื้อ และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องสำอางหรือเวชสำอาง เป็นต้น

กระชาย (*Boesenbergia rotunda* (L.) mans.) เป็นพืชวงศ์ขิงชนิดหนึ่ง มีถิ่นกำเนิดในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียใต้ กระชายจำแนกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ กระชายดำ กระชายแดง และกระชายเหลือง ซึ่งการนำมาใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่นิยมใช้ส่วนเหง้าและรากของกระชาย [5-6] ซึ่งเป็นส่วนที่สามารถนำมาปรุงเป็นอาหารได้หลากหลายเมนู ทั้งสองส่วนนี้มักนำมาใช้เพื่อเป็นส่วนผสมของเครื่องแกงในอาหาร เช่น ขนมจีนน้ำยา เนื่องจากกลิ่นและรสขมของกระชายจะช่วยดับกลิ่นคาวได้ ในด้านภูมิปัญญาของหมอยาพื้นบ้านแถบเอเชียจะนำเหง้าและรากของกระชายมารักษาอาการเจ็บป่วย เช่น ท้องอืด ท้องเฟ้อ รักษาแผลในช่องปาก รักษาโรคกลาก เกื้อน และใช้เป็นยาบำรุงกำลัง เป็นต้น [7-9] ปัจจุบันงานวิจัยต่าง ๆ พบว่าสารสกัดจากน้ำมันหอมระเหยของกระชายมีสารแพนดูราทิน (pan-duratin) ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านไวรัส มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเชื้อไวรัสได้ เช่น เชื้อ HIV ไวรัสกลุ่ม Flaviviridae เป็นต้น [10] นอกจากนี้มีรายงานวิจัยที่ศึกษาประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารสกัดจากกระชาย ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Helicobacter pylori* ที่ก่อโรคกระเพาะอาหารอักเสบได้อย่างมีประสิทธิภาพ [11] และงานวิจัยสารสกัดจากกระชายในการออกฤทธิ์ในกลไกต่าง ๆ ภายในเซลล์ เช่น ฤทธิ์ต้านการอักเสบ (inflammatory activity) ฤทธิ์ต้านมะเร็ง (anti-cancer) เป็นต้น [12] ทั้งนี้ จากการสอบถามชาวบ้านที่อาศัยใกล้ป่าชุมชน บ้านหัวทุ่ง ต.เชียงดาว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ พบว่า กระชายในป่าส่วนใหญ่เป็นกระชายแดงและชาวบ้านได้นำเหง้าและรากมาใช้ประโยชน์ในการรักษาอาการตามภูมิปัญญาดั้งเดิมมาเป็นเวลานานแล้ว

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคผิวหนัง โดยการทดสอบด้วยสารสกัดหยาบจากตัวอย่างกระชายจากป่าชุมชน บ้านหัวทุ่ง ต.เชียงดาว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ เพื่อนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการแพทย์ และด้านเภสัชภัณฑ์ได้อย่างหลากหลายต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากกระชายแดง และกระชายเหลืองต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคผิวหนังบางชนิด

วิธีดำเนินการวิจัย

1) การเตรียมพืชตัวอย่าง

นำตัวอย่างพืชส่วนเหง้าของกระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง จากป่าชุมชนบ้านหัวทุ่ง ต.เชียงดาว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ นำมาล้างด้วยน้ำสะอาด และทิ้งไว้ให้หมาดในอุณหภูมิห้องประมาณ 2-3 ชั่วโมง นำตัวอย่างพืชทั้งหมดเข้าตู้อบความร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เมื่อได้ตัวอย่างพืชที่แห้งแล้ว นำมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปบดอย่างละเอียดด้วยเครื่องบด เมื่อได้ตัวอย่างพืชที่บดละเอียดแล้ว จึงนำไปซั่ง

นำหนักด้วยเครื่องชั่งสารพร้อมบันทึกผล บรรจุตัวอย่างพืชที่ได้ลงในถุงพลาสติกพร้อมทั้งมัดปากถุงให้สนิท เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องและไม่ให้โดนแสงจนกว่าจะนำไปสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

2) การสกัดสารออกฤทธิ์จากพืชตัวอย่าง ด้วยวิธีการแช่หมัก (maceration)

นำกระชายที่เตรียมในข้อ (1) ตัวอย่างละ 100 กรัม ใส่ในผ้าขาวบางแล้วมัดปากถุงด้วยเชือก จากนั้นนำไปใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 1000 มิลลิลิตร เติมหักทำละลายเอทานอล 95% โดยจะทำการแช่หมักเป็นเวลา 7 วัน (ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ) ในครั้งที่ 1 จะใช้ตัวอย่างพืช 100 กรัม ต่อเอทานอล 200 มิลลิลิตร เมื่อครบ 7 วันแรกให้กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองแบบพับ 32 จีบ ใส่ลงในขวดสีชาแล้วปิดฝาด้วยสำลี นำสารละลายที่ได้แช่ตู้เย็น ครั้งที่ 2 เติมหักทำละลาย 300 มิลลิลิตร และครั้งที่ 3 เติมหักทำละลาย 500 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างเดิม นำสารสกัดที่ได้ทั้งหมดไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยภายใต้สุญญากาศ (rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ความดัน 300 มิลลิบาร์ เมื่อระเหยตัวทำละลายเรียบร้อยแล้วจะได้สารสกัดหยาบ (Crude extract) นำไปชั่งน้ำหนักและจดบันทึกผล เพื่อนำมาคำนวณร้อยละของผลผลิต (% yield) นำสารสกัดหยาบที่ได้ เก็บใส่ในขวดสีชา ห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3) การเตรียมเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบ

ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนังที่ใช้ในการทดสอบ คือ เชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* และ *Pseudomonas aeruginosa* ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller Hinton Agar (MHA) [13] นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อเก็บเป็นเชื้อแบคทีเรียตั้งต้น (stock) ใช้ในการทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียต่อไป

4) การเตรียมสารสกัดหยาบของกระชายแดง และกระชายเหลือง

ชั่งสารสกัดหยาบของเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง ตัวอย่างละ 5 กรัม และเจือจางด้วยเอทานอล 50% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เพื่อเตรียมสารสกัดความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นทำการเจือจางสารสกัดเป็น 2 เท่าลำดับส่วน (two-fold serial dilution) ในเอทานอล 50% ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ให้ได้สารสกัดความเข้มข้นเท่ากับ 250, 125, 62.5, 31.25, 15.625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทดสอบต่อไป

5) การทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย ด้วยวิธี Agar well

diffusion method

นำเชื้อแบคทีเรียทดสอบที่เตรียม (stock) มาปรับปริมาณใน normal saline ให้ได้ค่าปริมาณแบคทีเรียประมาณ 3×10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยการปรับให้ได้ค่าความขุ่นเท่ากับ McFarland No. 0.5 จากนั้นเกลี่ย (Swab) ลงบนผิวหน้าอาหาร Mueller-Hinton Agar (MHA) เมื่อผิวหน้าอาหารแห้งแล้ว ใช้ที่เจาะจุกคอร์ก ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร เจาะรูลงบนผิวหน้าอาหาร MHA จำนวน 7 หลุม จากนั้นใส่สารสกัดในแต่ละความเจือจางลงในแต่ละหลุม หลุมละ 30 μ l โดยใส่ยา Tetracycline เป็นตัวควบคุมเชิงบวก (Positive Control) และใช้เอทานอล 50% เป็นตัวควบคุมเชิงลบ (Negative Control) ทำการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกผลการทดสอบโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณที่เกิดวงใส (inhibition zone) และนำมาหาค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง

6) การทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี **Broth Dilution**

method

- (1) การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (Minimum Inhibitory Concentration : MIC)

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ MHB ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง 5 หลอด จากนั้นเติมสารสกัดความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 1 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และผสมสารละลายให้เข้ากัน จากนั้นจึงใช้ปิเปตดูดสารละลายจากหลอดทดลองที่ 1 จำนวน 2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดที่ 2 และดูดสารละลายจากหลอดที่ 2 ใส่ลงในหลอดที่ 3 และทำการเจือจางแบบ 2 เท่าลำดับส่วนจนครบทั้ง 5 หลอด แล้วจึงเติมเชื้อแบคทีเรียที่เลี้ยงในอาหาร MHB หลอดละ 2 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 16-18 ชั่วโมง (ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ) เมื่อครบเวลา อ่านผลโดยการสังเกตหลอดทดลองที่ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์เจริญอยู่ หรือหลอดที่ใส บันทึกผลค่าความเข้มข้นของสารสกัด (ค่า MIC)

- (2) การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (Minimum Bactericidal Concentration : MBC)

จากการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (MIC) นำหลอดทดสอบที่ให้ผล MIC นำมาหาค่า MBC โดยนำหลอดที่ทำการทดสอบจากการหาค่า MIC ที่ใสไม่ขุ่นทุกหลอด ทำการทดสอบหาปริมาณแบคทีเรียด้วยวิธี Spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MHA จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาบันทึกผลโดยการตรวจสอบการไม่เจริญของแบคทีเรียทดสอบบนหน้าอาหาร MHA คือค่า MBC หรือค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ จึงไม่พบการเจริญของเชื้อบนผิวหน้าอาหาร MHA

7) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ One-way ANOVA โดยทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ความเชื่อมั่น 95%)

ผลการวิจัย

- (1) ร้อยละของผลผลิตที่ได้ของสารสกัดหยาบจากเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง

เมื่อนำตัวอย่างพืช 3 ชนิด คือ เหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง นำมาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% แล้วนำมาระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยภายใต้สุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ความดัน 180 mbar - 65 mbar ได้ผลสารสกัดหยาบที่มีลักษณะและร้อยละผลผลิตได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะและร้อยละของผลผลิตที่ได้ของสารสกัดหยาบของเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง

ตัวอย่างพืช	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำหนักสารสกัดหยาบ (g)	ร้อยละผลผลิต (% yield)	ลักษณะของ สารสกัดหยาบ
เหง้ากระชายแดง	158.81	13.4731	8.48	ของเหลวข้นหนืด สีส้มอิฐ
รากกระชายแดง	91.44	8.8153	9.64	ของเหลวข้นหนืด สีส้มอิฐ
รากกระชายเหลือง	156.79	9.8732	6.29	ของเหลวข้นหนืด สีส้มอิฐ

(2) ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดหยาบจากเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง

ผลการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคผิวหนัง 2 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Pseudomonas aeruginosa* ด้วยวิธี Agar well diffusion method โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ (triplicate) สามารถอ่านผลค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของวงใส (inhibition zone) พบว่าสารสกัดจากเหง้ากระชายแดงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ทดสอบได้เพียง 1 ชนิด คือ *S. aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ให้ผลความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุด คือ 125 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งผลความเข้มข้น 250, 62.5 และ 31.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ให้ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียลดลงตามการเจือจาง ส่วนสารสกัดความเข้มข้น 15.625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ไม่สามารถยับยั้งเชื้อดังกล่าวได้ และผลของสารสกัดหยาบจากเหง้ากระชายแดง พบว่าไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *P. aeruginosa* ได้ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์จากสารสกัดหยาบของเหง้า
กระชายแดง

ความเข้มข้นของสารสกัด (mg/ml)	เส้นผ่าศูนย์กลางวงใส (mm)	
	<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Tetracycline (Positive control)	43.00 ^a ±1.73	32.00 ^a ±1.00
Ethanol 50% (Negative control)	6.00 ^d ±0.00	6.00 ^b ±0.00
250	10.67 ^{bc} ±1.15	6.00 ^b ±0.00
125	12.00 ^b ±1.00	6.00 ^b ±0.00
62.5	8.33 ^{cd} ±2.08	6.00 ^b ±0.00
31.25	7.33 ^d ±2.31	6.00 ^b ±0.00
15.625	6.00 ^d ±0.00	6.00 ^b ±0.00

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดสอบสารสกัดจากรากกระชายแดง พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบได้เพียง 1 ชนิด คือ *S. aureus* ด้วยสารสกัดความเข้มข้นเท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งผลความเข้มข้น 31.25 และ 15.625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้ และสารสกัดหยาบจากรากกระชายแดงไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *P. aeruginosa* ได้ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์จากสารสกัดหยาบของราก
กระชายแดง

ความเข้มข้นของสารสกัด (mg/ml)	เส้นผ่าศูนย์กลางวงใส (mm)	
	<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Tetracycline (Positive control)	37.00 ^a ±2.83	37.00 ^a ±2.00
Ethanol 50% (Negative control)	6.00 ^b ±0.00	6.00 ^b ±0.00
250	8.50 ^b ±0.71	6.00 ^b ±0.00
125	7.50 ^b ±0.71	6.00 ^b ±0.00
62.5	6.50 ^b ±0.71	6.00 ^b ±0.00
31.25	6.00 ^b ±0.00	6.00 ^b ±0.00
15.625	6.00 ^b ±0.00	6.00 ^b ±0.00

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการทดสอบสารสกัดจากรากกระชายเหลือง ผลพบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* ได้ ด้วยความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุด คือ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่ความเข้มข้น 125, 62.5, 31.25 และ 15.625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าการยับยั้งจากเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียลดลงตามการเจือจาง ในขณะที่สารสกัดหยาบจากรากกระชายเหลืองทุกความเข้มข้นไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *P. aeruginosa* ได้ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์จากรากกระชายเหลือง

ความเข้มข้นของสารสกัด (mg/ml)	เส้นผ่าศูนย์กลางวงใส (mm)	
	<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Tetracycline (Positive control)	41.00 ^a ±2.65	32.33 ^a ±2.08
Ethanol 50% (Negative control)	6.00 ^c ±0.00	6.00 ^b ±0.00
250	12.00 ^b ±6.56	6.00 ^b ±0.00
125	7.00 ^{bc} ±1.00	6.00 ^b ±0.00
62.5	7.00 ^{bc} ±1.00	6.00 ^b ±0.00
31.25	6.67 ^c ±1.15	6.00 ^b ±0.00
15.625	6.33 ^c ±0.58	6.00 ^b ±0.00

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(3) ผลการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (Minimum Inhibitory Concentration : MIC) ของสารสกัดจากเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Pseudomonas aeruginosa*

จากการทดลองพบว่า สารสกัดจากเหง้ากระชายแดงและรากกระชายแดงให้ค่า MIC ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* เท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนการทดสอบหาค่า MIC ของสารสกัดจากเหง้ากระชายแดงและรากกระชายแดงในการยับยั้งเชื้อ *P. aeruginosa* พบว่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเชื้อได้มากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งผลเป็นเช่นเดียวกับการทดสอบสารสกัดจากรากกระชายเหลือง ที่มีผลค่า MIC ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และเชื้อ *P. aeruginosa* ด้วยความเข้มข้นมากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

(4) ผลการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (Minimum Bactericidal Concentration : MBC) ของสารสกัดจากเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง

จากผลค่า MIC ที่ได้จากรากกระชายแดง และสารสกัดจากรากกระชายแดง จึงนำมา

ทดสอบหาค่า MBC ผลปรากฏว่า สารสกัดจากเหง้ากระชายแดง ให้ผลค่า MBC ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* เท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และสารสกัดจากรากกระชายแดง ให้ผลค่า MBC ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* เท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลืองมาทำการสกัดสารออกฤทธิ์ทางธรรมชาติ และสารสกัดหยาบที่ได้มีลักษณะขุ่นหนืด สีส้มอิฐ ให้ผลร้อยละผลผลิต (% yield) ของเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง เท่ากับ 8.48, 9.64, 6.29 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มณฑล วิสิทธิ์ [14] ได้ทำการสกัดพืชด้วยเอทานอล 95% จากส่วนต่าง ๆ ของพืชจำนวน 58 ตัวอย่าง ให้ผลที่ได้จากการสกัดเหง้ากระชาย ได้ร้อยละผลผลิตของสารสกัดหยาบเท่ากับ 5.70 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลของงานวิจัยครั้งนี้ และผลของลักษณะสารสกัดหยาบที่ได้ให้ผลสอดคล้องกับงานของวาริรัตน์ หนูหืด [15] ให้ผลการสกัดสารจากส่วนเหง้าสด 4 ชนิดของพืชตระกูลขิง คือ ขิง (*Zingiber officinale*) ข่า (*Alpinia galangna*) กระชาย (*Boesebergia rotunda*) และขมิ้นขาว (*Curcuma mangga*) ทำการสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล ผลที่ได้ของการสกัดหยาบจากกระชายมีลักษณะเป็นของเหลวหนืด และมีสีน้ำตาล โดยมีร้อยละผลผลิตของสารสกัดหยาบเท่ากับ 7.68 ซึ่งค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของตัวอย่างพืช และชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสาร ทำให้ได้สารสำคัญแตกต่างกันได้

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย พบว่าความเข้มข้นของสารสกัดจากเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง ให้ผลการยับยั้ง (inhibition zone) มากที่สุด เท่ากับ 125, 250 และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และพบว่าทุกความเข้มข้นของสารสกัดหยาบจากเหง้ากระชายแดง รากกระชายแดง และรากกระชายเหลือง ไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *P. aeruginosa* ได้ เนื่องจากแบคทีเรียแกรมลบมีผนังเซลล์ 2 ชั้น ชั้นนอก (Outer membrane) ประกอบไปด้วยชั้นของ Murein ปริมาณมาก จึงทำให้สารสกัดเข้าสู่เซลล์ได้ยากขึ้น [16] อีกทั้งชั้นนอกของแบคทีเรียแกรมลบมีคุณสมบัติเป็นไฮโดรโฟบิก (Hydrophobic) สูง จึงสามารถป้องกันสารที่มีคุณสมบัติเป็นไฮโดรโฟบิกเข้าสู่เซลล์ได้ดี และชั้นในเป็นชั้นของ Lipopolysaccharide (LPS) ส่วนสารประกอบที่มีคุณสมบัติเป็นไฮโดรโฟบิกสามารถผ่านเข้าสู่ผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกได้ เพราะผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกมีเพียง 1 ชั้น คือชั้นของเปปติโดไกลแคน (Peptidoglycan) จึงไม่สามารถป้องกันการเข้าสู่เซลล์ของสารยับยั้งได้ดีเท่าแกรมลบ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ มณฑล วิสิทธิ์ [14] ในการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ATCC 25923 ในสารสกัดจากพืชจำนวน 58 ตัวอย่าง สกัดด้วยเอทานอล 95% และทดสอบด้วยวิธี disc diffusion method โดยทำการทดสอบที่ความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสารสกัดหยาบจากกระชายสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ATCC 25923 ได้ โดยมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลาง (mm) คือ 8.00 ± 0.00 มิลลิเมตร และงานวิจัยของ เกศินี และสุวิธญา [17] ได้ทำการศึกษาสารสกัดจากพืชสมุนไพร 9 ชนิด คือ ขมิ้นชัน โทงเทง พลู บอระเพ็ด กระชายดำ มะรุม ฝรั่ง แก้วก๋าย และเสลดพังพอนตัวเมีย สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% โดยนำมาทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* ด้วยวิธี Disc diffusion method พบว่าสารสกัดหยาบจากกระชายสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* โดยให้ผลค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลาง (mm) คือ 8.60 ± 0.05 มิลลิเมตร

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ให้ผลประสิทธิภาพของสารสกัดจากเหง้าและรากกระชายแดง พบว่าสารสกัดจากเหง้ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และ *P. aeruginosa* ได้ดีกว่าสารสกัดจากรากกระชายแดง เนื่องจากเหง้า คือ ส่วนที่ใช้สะสมสารอาหารประเภทแป้ง น้ำตาลหรือโปรตีน และยังเป็นแหล่งสะสมสารสำคัญต่าง ๆ ของพืช เช่น สาร

Panduratin A และ Pinostrobin ในขณะที่รากเป็นส่วนที่ใช้ในการลำเลียงน้ำ และแร่ธาตุจากดินสู่ลำต้น เป็นแหล่งสร้างฮอร์โมนพืชหลากหลายชนิด เช่น ไซโทไคนิน และจิบเบอเรลลิน ซึ่งจะนำไปใช้ในการเจริญส่วนลำต้นและยอด [18] ปกติของคณะอนุกรรมการจัดทำตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย [19] รายงานว่า กระจายมีสารโบเซนเบอร์จินเอ (boesenbergin A) โบเซนเบอร์จินบี (boesenbergin B) แพนดูราทินเอ (panduratin A) แพนดูราทินบี (panduratin B) คาร์ตามอนิน (cardamonin) 2',6'-ไดไฮดรอกซี-4'-เมทอกซีชัลโคน (2',6'-dihydroxy-4'-methoxychalcone) 5,7-ไดเมทอกซีเฟลโวน (5,7-dimethoxyflavone) ตลอดจนสารกลุ่มเฟลโวนอยด์ (flavonoids) และกระจายมีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียและเชื้อราได้

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากเหง้ากระจายแดง รากกระจายแดง และรากกระจายเหลือง ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนัง 2 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Pseudomonas aeruginosa* ด้วยวิธี Agar well diffusion method ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% ในระดับความเข้มข้นของสารสกัดทั้งหมด 5 ความเข้มข้น คือ 250, 125, 62.5, 31.25 และ 15.625 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลการวิจัยพบว่าสารสกัดจากเหง้ากระจายแดง รากกระจายแดง และรากกระจายเหลือง ได้สารสกัดหยาบที่มีลักษณะเป็นของเหลวสีส้มอิฐ มีความขุ่นหนืด และมีร้อยละผลผลิต (% yield) ของเหง้ากระจายแดง รากกระจายแดง และรากกระจายเหลือง เท่ากับ 8.48, 9.64, 6.29 ตามลำดับ

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าความเข้มข้นของสารสกัดจากเหง้ากระจายแดง รากกระจายแดง และรากกระจายเหลือง ให้ผลการยับยั้งด้วยค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสมากที่สุด (inhibition zone) เท่ากับ 125, 250 และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และพบว่าทุกความเข้มข้นของสารสกัดหยาบจากเหง้ากระจายแดง รากกระจายแดง และรากกระจายเหลือง ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *P. aeruginosa* ได้

จากการทดสอบหาค่า MIC โดยวิธี Broth Dilution method ผลวิจัยพบว่าค่า MIC ของสารสกัดจากเหง้ากระจายแดง และรากกระจายแดง ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* เท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนสารสกัดจากรากกระจายเหลือง ให้ผลการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* มีค่า MIC มากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่สารสกัดจากเหง้ากระจายแดง รากกระจายแดงและรากกระจายเหลือง ในการยับยั้งเชื้อ *P. aeruginosa* ให้ผลค่า MIC มากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลการทดสอบหาค่า MBC ของเชื้อแบคทีเรียทดสอบ พบว่าสารสกัดจากเหง้ากระจายแดง และสารสกัดจากรากกระจายแดง ให้ผลค่า MBC ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* เท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งจากผลการวิจัยข้างต้น ชาวบ้านชุมชนบ้านหัวทุ่ง ต.เชียงดาว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชุมชนรวมถึงการบริหารจัดการและอนุรักษ์พันธุ์พืชในป่าชุมชนอย่างเหมาะสมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] นิตยา. (2015). โรคติดเชื้อในโรงพยาบาลและสถานการณ์การดื้อยา. *Journal of Medicine and Health Science*. 22(1): 81-92.
- [2] ทักษพร ปนสุวรรณ; และ ธนยพันธ์ ศรีพันธ์ม. (2013). การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในอาหาร. ใน *The 5th NPRU National Academic Conference*. หน้า 220-224.
นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- [3] ประภาวดี ดิษยาธิคม. (ม.ป.ป). (2564). โรคอาหารเป็นพิษสาเหตุจากเชื้อ *Staphylococcus aureus*. สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2564, จาก http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/a_nih_1_001c.asp?info_id=210
- [4] สปริงนิวส์. (2561). 6 อาการบ่งชี้ "โรค 4S" โรคผิวหนังที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย. สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2564, จาก <https://www.springnews.co.th>
- [5] MedThai. (2560). *กระชาย สรรพคุณและประโยชน์ของกระชายเหลือง 49 ข้อ*. สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2564, จาก <https://medthai.com>
- [6] MedThai. (2560). *กระชายแดง สรรพคุณและประโยชน์ของกระชายแดง 26 ข้อ*. สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2564, จาก <https://medthai.com>
- [7] พรทิพย์ กันภัย. (2558). *การศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิงบางชนิด ในเขตจังหวัดกาญจนบุรี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา). กาญจนบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.
- [8] Oranun, Ongwisepaiboon; and Wannee, Jiraungkoorskul. (2017). Fingerroot, *Boesenbergia rotunda* and its Aphrodisiac Activity. *Pharmacognosy Reviews*. 11: 27-30.
- [9] Tan, Eng-Chong., et al. (2012). *Boesenbergia rotunda*: From Ethnomedicine to Drug Discovery. สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2564, จาก <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2012/473637/>
- [10] โรงพยาบาลเปาโลพระประแดง. (2564). *กระชายขาวช่วยต้าน COVID-19 ได้หรือไม่*. สืบค้นเมื่อ 4 พฤษภาคม 2564, จาก <https://www.paolohospital.com>
- [11] Sutatip, Bhamarapravati.; Siriyaporn, Juthapruth.; Warocha, Mahachai.; and Gail, Mahady. (2006). Antibacterial Activity of *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. and *Myristica fragrans* Houtt. Against *Helicobacter pylori*. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 28(1): 157-163.
- [12] Aziiz, Mardanarian R.; Irma, Melyani P.; Ronny, Lesmana.; and Jutti, Levita. (2020). Bioactive Compounds of *Boesenbergia* sp. and Their Anti-inflammatory Mechanism: A review. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 10(7): 116-126.
- [13] เนียรวรรณ มีเจริญ. (2560). *อาหารเลี้ยงเชื้อและการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์*. สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2564, จาก <https://www.scimath.org/lesson-biology/item/7439-2017-08-11-04-33-12>
- [14] มณฑล วิสุทธิ. (2560). *ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียกลุ่ม Staphylococci ของสารสกัดจากพืชท้องถิ่นบางชนิดในจังหวัดนครราชสีมา*. ว.วิทย.มช. 45(4): 805-816.
- [15] วาริรัตน์ หนูหืด. (2557). *การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบนพื้นผิวสัมผัสโดยใช้สารสกัดจากพืชตระกูลขิง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต (สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- [16] Martin, G. (1995). *Ethnobotany: A Methods Manual*. Chapman & Hall, London.
- [17] เกตุณี พันธุ์ภูมิ; และ สุวิชญา รอดท่าเหน็ด. (2557). ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus*. ใน “นเรศวรวิจัย” ครั้งที่ 10: เครือข่ายวิจัย สร้างความรู้สู่อาเซียน. หน้า 897-903.
- [18] พรประภา ขำเรืองวงศ์. (2557). โครงสร้างภายนอกของพืช. สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2564, จาก <https://sites.google.com/site/kruscifun/home>
- [19] คณะอนุกรรมการจัดทำตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย. (2563). การระชวย (KRA CHAI). *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*. 18(2): 433-437.

RANC15-017 การพัฒนาโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจในการรักษาทางทันตกรรม สำหรับผู้ป่วยสูงอายุ โดยใช้เทคนิคเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก

DEVELOPMENT OF A DENTAL DECISION SUPPORT PROGRAM FOR ELDERLY PATIENTS USING BAYESIAN NETWORK TECHNIQUES

ณัฐดา หงสวินิกุล^{1*} พรสวรรค์ ธนธรวงศ์²

Nasuda Hongsavinitkul^{1}, Bhomsawan Thanathornwong²*

¹นิสิตปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

¹Master's degree student, Department of General Dentistry,

Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University

²ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

²Department of General Dentistry, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University

*Corresponding author, E-mail: nasuda.hong@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันสังคมเรากำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ โดยแนวคิดทางทันตกรรมในการดูแลผู้ป่วยสูงอายุมีหลายปัจจัย มาเกี่ยวข้องกับการวางแผนการรักษาที่เหมาะสม การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจในการรักษาทางทันตกรรมสำหรับผู้ป่วยสูงอายุ โดยใช้เทคนิคเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก

วิธีการดำเนินการวิจัยผู้วิจัยกำหนดกรอบของตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้เป็นเกณฑ์การวินิจฉัยสุขภาพช่องปาก ในผู้ป่วยสูงอายุโดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทันตสุขภาพของผู้ป่วยสูงอายุจากแฟ้มประวัติผู้ป่วยภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 400 แฟ้ม จากนั้นทำการสุ่มแฟ้มประวัติผู้ป่วย ร้อยละ 80 ของกลุ่มตัวอย่างมาทำเป็นฐานข้อมูลการเรียนรู้ของโปรแกรม และอีกร้อยละ 20 ของกลุ่มตัวอย่างนำมาเป็นกลุ่มทดสอบความแม่นยำของโปรแกรม เริ่มพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยมีการกำหนดกรอบของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง กรอบหลักของโรค กรอบของการให้การรักษา เพื่อใช้สร้างโมเดลเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก งานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโปรแกรมเพื่อปรับค่าพารามิเตอร์ให้เกิดความแม่นยำ โดยใช้วิธีการตรวจสอบไขว้ 5 ชุด ค่าตัวชี้วัดที่นำมาวิเคราะห์ คือ ค่าเฉลี่ยการตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นทำการทดสอบความแม่นยำของโปรแกรม โดยการนำโมเดลมาทดสอบกับข้อมูลคนละชุดที่เตรียมไว้เพื่อการทดสอบเพื่อหาค่าเฉลี่ยความแม่นยำของชุดทดสอบ

ผลการวิจัยพบว่าค่าการตรวจสอบความถูกต้องจากการตรวจสอบไขว้ 5 ชุด ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 71.9 และทำยสุดเมื่อนำโมเดลนี้มาทดสอบกับชุดข้อมูลทดสอบ ได้ผลค่าเฉลี่ยความแม่นยำของชุดทดสอบที่ร้อยละ 71.4

คำสำคัญ: เบย์เซียนเน็ตเวิร์ก ผู้ป่วยสูงอายุ ทันตกรรมผู้สูงอายุ

Abstract

At present, our society has stepped into an aging society. The concept of dentistry in caring for elderly patients has many factors involved in proper treatment planning. This research aims to create a dental treatment decision support program for elderly patients, using Bayesian network techniques.

Methods for conducting the research. The investigator set a framework for various variables used as diagnostic criteria for oral health in elderly patients by collecting data on dental health of elderly patients from patient profiles in the Department of General Dentistry. Faculty of Dentistry Srinakharinwirot University, 400 files. After that, 80 percent of the sample files were randomly used as a learning database of the program. Another 20 percent of the sample was the program's accuracy testing group. The development of a computer program was initiated by establishing a framework of relevant factors, the main framework of the disease and frame of treatment to use to create a Bayesian network model. This research analyzes the efficiency of the program to adjust the parameters for accuracy. Five sets of cross-validation methods were used. The metric values used for analysis were the validation average. The program's accuracy was then tested by testing the model against a different set of data prepared for testing to determine the mean accuracy of the test set.

The results showed that the validation values from the five cross-validations were averaged at 71.9%. The mean accuracy of the test set was 71.4%.

Keyword: Bayesian network, Elderly patients, Geriatric dentistry

บทนำ

ในปัจจุบันสังคมเราก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุมากขึ้น โดยมีอัตราส่วนของผู้มีอายุ 60 ปีขึ้นไปเกินกว่าร้อยละ 10 หรือมีผู้มีอายุ 65 ปีขึ้นไปเกินกว่าร้อยละ 7 ปัญหาสุขภาพช่องปากเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญอย่างหนึ่งในผู้สูงอายุ จากผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ประเทศไทย พ.ศ. 2560 รวบรวมโดยสำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย พบว่าร้อยละ 52.6 มีโรคฟันผุ ร้อยละ 36.3 มีโรคปริทันต์ที่ยังไม่ได้รับการรักษา [1] ซึ่งโรคเหล่านี้มีผลทำให้ประสิทธิภาพการบดเคี้ยวลดลง บางครั้งอาจนำมาซึ่งอาการเสียวหรือปวดฟันได้ อีกทั้งยังเป็นสาเหตุสำคัญของการติดเชื้อในผู้สูงอายุ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่มักมีโรคเรื้อรังร่วมด้วย ซึ่งมีผลทำให้ผู้สูงอายุจำเป็นต้องได้รับยาหลายชนิด ซึ่งยาบางชนิดส่งผลต่อสุขภาพในช่องปากโดยตรง เช่น ทำให้ปริมาณน้ำลายลดลง เนื้อเยื่อในช่องปากขาดความชุ่มชื้น ผลที่ตามมาคือ เกิดฟันผุง่าย ปวดแสบปวดร้อนในปาก เป็นต้น

การดูแลผู้ป่วยสูงอายุในทางทันตกรรมมีความซับซ้อน แนวคิดทางทันตกรรมในผู้สูงอายุจึงเป็นเรื่องใหม่และท้าทายสำหรับทันตแพทย์ทั่วไป ก่อนการให้การรักษานี้จำเป็นต้องมีการประเมินสุขภาพร่างกาย โรคทางระบบยาที่ได้รับ อาการปากแห้งใช้เกณฑ์อัตราการใช้ของน้ำลาย การช่วยเหลือตนเองใช้เกณฑ์ ADL, IADL ประเภทของอาหารที่ชอบรับประทาน การดูแลความสะอาดช่องปากใช้เกณฑ์ลักษณะของแปรงสีฟันและยาสีฟัน วิธีการแปรง ความถี่ในการแปรงรวมถึงการใช้อุปกรณ์เสริม เป็นต้น [2] เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการรักษาที่เหมาะสมให้ผู้สูงอายุสามารถดูแลสุขภาพช่องปากตนเองได้มากที่สุด

ปัจจุบันปัญญาประดิษฐ์เป็นสิ่งที่ทั่วโลกกำลังจับตามองอย่างมาก ด้วยความฉลาดที่สามารถคิดและวิเคราะห์ รวมไปถึงการแยกแยะวิธีการจัดการในหลาย ๆ เรื่อง โดยปัญญาประดิษฐ์นั้นเริ่มมีบทบาทสำคัญต่อ

หลากหลายสาขาอาชีพ ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือ สาขาทันตแพทยศาสตร์ โดยมีการใช้เทคนิค Weighted linear pattern recognition มาช่วยในการวินิจฉัยเกี่ยวกับอาการปวดที่ใบหน้า [3] เทคนิค Classification And Regression Tree (CART) techniques เพื่อใช้คัดกรองการเกิดฟันผุ [4] และเทคนิค Neural network เพื่อใช้คัดกรองความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งในช่องปากโดยวิเคราะห์จากประวัติการเจ็บป่วย [5] เป็นต้น

ระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยการตัดสินใจ เบย์เซียนเน็ตเวิร์ก คือ โมเดลความน่าจะเป็นในลักษณะไดอะแกรมที่แสดงกลุ่มของตัวแปรและค่าความน่าจะเป็นของแต่ละตัวแปรอย่างเป็นอิสระต่อกัน มีข้อดีอย่างเด่นชัด คือ เหมาะสำหรับการพยากรณ์โรคที่มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องซับซ้อน และปัจจัยดังกล่าวอาจมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันที่สามารถอธิบายได้ด้วยความน่าจะเป็น ซึ่งสามารถคำนวณความสัมพันธ์และความน่าจะเป็นได้จากฐานข้อมูลผู้ป่วย [6] การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเบย์เซียนเน็ตเวิร์กมีค่าความแม่นยำ อยู่ระหว่างร้อยละ 70 ถึง 97.8 [7-9] เมื่อนำมาใช้วินิจฉัยทางการแพทย์ เพื่อการวินิจฉัยโรคและการเลือกวิธีการรักษาที่เหมาะสม

ทั้งนี้ยังไม่เคยมีการศึกษาโดยใช้เทคนิคของเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก ในการพยากรณ์สุขภาพช่องปากในผู้ป่วยสูงอายุแบบสหสาขา และแนวทางในการรักษาเพื่อคงสภาพเฉพาะบุคคล การศึกษานี้เป็นการนำร่องครั้งแรกที่นำเทคนิคของเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก มาช่วยจัดการแก้ไขปัญหาในการวางแผนการรักษา เพื่อการคงสภาพของสุขภาพช่องปากที่ดีในผู้ป่วยสูงอายุให้กับทันตแพทย์ทั่วไปและผู้เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้เป็นระบบช่วยตัดสินใจ เพื่อเป็นแนวทางให้ทันตแพทย์รักษาผู้ป่วยสูงอายุได้ต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจในการรักษาทางทันตกรรมสำหรับผู้ป่วยสูงอายุ โดยใช้เทคนิคเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก

วิธีดำเนินการวิจัย

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลแฟ้มประวัติผู้ป่วยสูงอายุทั้งหมดที่มารับบริการทางทันตกรรมที่ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 400 แฟ้ม (พ.ศ. 2553 - พ.ศ. 2560)

การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือก คือ ผู้ป่วยมีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปและข้อมูลที่น่ามาได้ผ่านการประชุมร่วมกันแบบสหสาขา จากทันตแพทย์ทั่วไปและทันตแพทย์เฉพาะทาง เพื่อหาแนวทางการรักษาทางทันตกรรมในผู้ป่วยสูงอายุร่วมกัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำความเข้าใจปัญหาสุขภาพช่องปากในผู้ป่วยสูงอายุผ่านการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ทั้งการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปาก [1] และปัจจัยที่ก่อให้เกิดความยุ่งยากในการดูแลสุขภาพช่องปากในผู้สูงอายุ [2] เพื่อใช้ในการกำหนดขอบเขต กำหนดกรอบหลักของโรคต่าง ๆ ให้ครอบคลุมในการวินิจฉัยแยกโรคที่มีความเกี่ยวข้องกับสุขภาพช่องปากผู้สูงอายุ หาค่าความชุกของโรคต่าง ๆ ที่อยู่ในกรอบ

2. กำหนดกรอบการวางแผนการรักษาทางทันตกรรมในผู้ป่วยสูงอายุ โดยแบ่งเป็น กรอบของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เพศ (gender) อายุ (age) เศรษฐฐานะ (socio-economic) การช่วยเหลือตนเอง (functional status) การสูบบุหรี่ (smoking) การดื่มแอลกอฮอล์ (drinking) โรคทางระบบ (medical history) ยาที่รับประทานเป็นประจำ (medication) อาการนำ (chief complaint) การดูแลสุขภาพสะอาดช่องปาก (oral hygiene) อาหาร (diet) อาการปากแห้ง (dry mouth) กรอบหลักของโรค คือ โรคฟันผุ (caries) โรคฟันผุทะลุโพรงประสาทฟัน (caries exposed pulp) รากฟันค้ำ (retained root) โรคเหงือกอักเสบ (periodontal) การสบฟันไม่เพียงพอ (reduce posterior support)

(ฟันหลัง สบน้อยกว่า 4 ยูนิต) กรอบของการให้การรักษา คือ ทันตกรรมป้องกัน (prevention) ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคทางระบบ (systemic disease treatment) การรักษาอาการนำ (chief complaint treatment) การศัลยกรรมช่องปากหรือถอนฟัน (surgery or extraction) การรักษาด้วยการบูรณะฟัน (operative treatment) การรักษาโรคปริทันต์ (periodontal treatment) การรักษาด้วยทันตกรรมประดิษฐ์ (prosthodontic treatment)

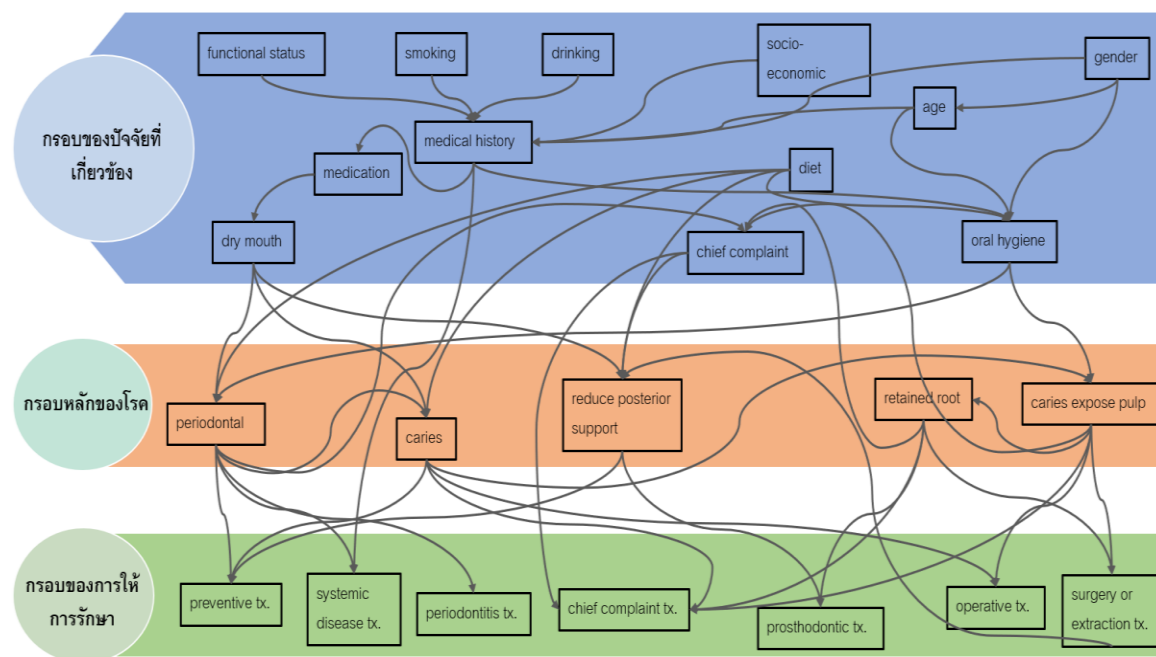
3. การเตรียมข้อมูลทำระบบฐานข้อมูลด้านการให้บริการทางทันตกรรมในผู้ป่วยสูงอายุ ซึ่งได้มาจากการเก็บข้อมูลทันตสุขภาพของผู้ป่วยสูงอายุ จากแฟ้มประวัติผู้ป่วยภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 400 แฟ้ม (พ.ศ. 2553 - พ.ศ. 2560)

4. ทำระบบการเชื่อมโยงข้อมูลผู้ป่วยสูงอายุ

5. นำข้อมูลที่ถูกคัดเลือกแล้วนำมาบันทึกในตารางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Excel เพื่อเตรียมสำหรับการใช้ในการสร้างโมเดลการพยากรณ์โรค ข้อมูลผู้ป่วยจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกใช้ในการสร้างอัลกอริทึมสำหรับการวางแผนการรักษา และอีกส่วนใช้เพื่อทดสอบอัลกอริทึมที่ถูกสร้างขึ้น

การพัฒนาโปรแกรม

1. ในการสร้างโมเดลการพยากรณ์โรค ตัวแปรในที่นี้คือ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคจะถูกแทนที่ด้วยโหนด และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างปัจจัยถูกแทนด้วยลูกศรแสดงความสัมพันธ์ หากค่าทางสถิติของความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ละคู่ ลูกศรจะถูกกำหนดขึ้นระหว่างตัวแปรสองตัวที่มีความเกี่ยวเนื่องอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรจะถูกเรียนรู้ด้วย Expectation-Maximization [10] ดังภาพที่ 1 ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการสร้างโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปากในผู้ป่วยสูงอายุ

1.1 ทำการสุ่มร้อยละ 80 ของกลุ่มตัวอย่างมาทำเป็นฐานข้อมูลการเรียนรู้ของโปรแกรม และอีกร้อยละ 20 ของกลุ่มตัวอย่างนำมาเป็นกลุ่มทดสอบความแม่นยำของโปรแกรม หรือสามารถกล่าวได้ว่า กลุ่มตัวอย่างมาทำเป็นฐานข้อมูลการเรียนรู้ของโปรแกรมร้อยละ 80 โดยนำมาฝึกสอน (training set) ร้อยละ 60 อีกร้อยละ 20 นำมา

ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (validation set) ที่เหลือร้อยละ 20 นำมาเป็นกลุ่มทดสอบความแม่นยำของโปรแกรม (test set)

1.2 ทำการพัฒนาโมเดลเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก ในการเรียนรู้ของโปรแกรม มีการแบ่งชุดข้อมูลสำหรับนำไปฝึกให้เกิดการเรียนรู้ของโปรแกรมและเพื่อการปรับค่าพารามิเตอร์ให้เกิดความแม่นยำ จะใช้วิธีการตรวจสอบไขว้ 5 ชุด (5-fold cross-validation) ซึ่งการตรวจสอบไขว้ มักใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล ผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้โมเดลมีความน่าเชื่อถือ โดยมีการแบ่งข้อมูลออกเป็นหลายส่วน (มักจะแสดงด้วยค่า k) ในการศึกษาที่ใช้การตรวจสอบไขว้ 5 ชุด คือ ข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ซึ่งแต่ละส่วนมีจำนวนของข้อมูลเท่ากัน แบ่งเป็นชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ และอีกชุด คือ ข้อมูลสำหรับการทดสอบ ในแต่ละรอบของการทดสอบแต่ละส่วนจะมี validation set รวมอยู่ด้วย ซึ่งการแบ่งข้อมูลของแต่ละส่วนจะทำให้เกิดการกระจายของข้อมูล ส่งผลให้การประเมินได้ค่าประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน และเมื่อนำไปทดสอบกับข้อมูลส่วนที่เป็นข้อมูลทดสอบ ก็จะทำให้ได้โปรแกรมที่มีค่าความแม่นยำที่สุดไปใช้เรียนรู้กับชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ทั้งหมด ตัวอย่างเช่น รอบที่ 1 นำข้อมูลส่วนที่ 2, 3, 4 และ 5 มาสร้างโมเดล แล้วนำข้อมูลส่วนที่ 1 มาทำการทดสอบ ในรอบที่ 2 นำข้อมูลส่วนที่ 1, 3, 4 และ 5 มาสร้างโมเดล แล้วนำข้อมูลส่วนที่ 2 มาทำการทดสอบ ทำเช่นเดิมจนครบ 5 รอบ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโปรแกรมโดยค่าตัวชี้วัดที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ คือ ค่าที่ใช้วัดความไว (sensitivity) ในการตรวจจับวัตถุของโปรแกรม หรือค่าเฉลี่ยการตรวจสอบความถูกต้อง (average cross valid score)

2. การทดสอบความแม่นยำของโปรแกรม คือ ความสามารถของการวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปาก โดยการนำโมเดลมาทดสอบกับข้อมูลคนละชุดที่เตรียมไว้เพื่อการทดสอบ เพื่อให้การประเมินมีความเข้มข้นดียิ่งขึ้น คือ ค่าเฉลี่ยความแม่นยำของชุดทดสอบ (validation precision)

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยนำร่อง เพื่อสร้างฐานข้อมูลในการวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปากในผู้ป่วยสูงอายุโดยใช้เทคนิคเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (DENTSWU-EC 16/2561) ข้อมูลผู้ป่วยจะถูกแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกใช้ในการสร้างอัลกอริทึม สำหรับการวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปาก และอีกส่วนใช้เพื่อทดสอบอัลกอริทึมที่ถูกสร้างขึ้น

กลุ่มข้อมูล

เพิ่มประวัติผู้ป่วยภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 400 แพ้ม แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปแนวทางการเก็บรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์

ID	1, 2, 3,...
กรอบของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	
เพศ (gender)	1=ชาย, 2=หญิง
อายุ (age)	1=60-69 ปี, 2=70-79 ปี, 3=80 ขึ้นไป
เศรษฐกิจฐานะ (socio-economic)	1=poor, 2=fair, 3=good
การช่วยเหลือตนเอง (functional status)	1=independent, 2=semi-dependent, 3=dependent
การสูบบุหรี่ (smoking)	1=no, 2=yes
การดื่มแอลกอฮอล์ (drinking)	1=no, 2=yes
โรคทางระบบ (medical history)	1=no, 2=yes
ยาที่รับประทานเป็นประจำ (medication)	1=no, 2=yes
การดูแลความสะอาดช่องปาก (oral hygiene)	1=good, 2=fair, 3=poor
อาหาร (diet)	1=normal, 2=hard or sour
อาการปากแห้ง (dry mouth)	1=no, 2=yes
อาการนำ (chief complaint)	1=no, 2=yes
กรอบหลักของโรค	
โรคฟันผุ (caries)	1=no, 2=yes
โรคฟันผุทะลุโพรงประสาทฟัน (caries exposed pulp)	1=no, 2=yes
รากฟันค้าง (retained root)	1=no, 2=yes
โรคเหงือกอักเสบ (periodontal)	1=ปกติ (WNL), 2=แดง (gingivitis), 3=บวมแดง (periodontitis)
การสบฟันไม่เพียงพอ (reduce posterior support) (ฟันหลัง สบน้อยกว่า 4 ยูนิต)	1=no, 2=yes
กรอบของการให้การรักษา	
ทันตกรรมป้องกัน (prevention)	1=no, 2=yes
ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคทางระบบ (systemic disease treatment)	1=no, 2=yes
การรักษาอาการนำ (chief complaint treatment)	1=no, 2=yes
การศัลยกรรมช่องปากหรือถอนฟัน (surgery or extraction)	1=no, 2=yes
การรักษาด้วยการบูรณะฟัน (operative treatment)	1=no, 2=yes
การรักษาโรคปริทันต์ (periodontal treatment)	1=no, 2=yes
การรักษาด้วยทันตกรรมประดิษฐ์ (prosthodontic treatment) (ไม่มีจำนวนฟันที่เหมาะสม)	1=no, 2=yes

นำข้อมูลที่ถูกคัดเลือกแล้วมาบันทึกในตารางในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Excel เพื่อเตรียมสำหรับการใช้
การสร้างโมเดลการวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปาก แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 แพ้ม

ตัวแปร	สถานะ	ร้อยละ
เพศ (gender)	ชาย	35.6
	หญิง	64.4
อายุ (age)	60-69 ปี	75.1
	70-79 ปี	21.5
	มากกว่า 80 ปี ขึ้นไป	3.4
เศรษฐกิจ (socio-economic)	poor	42.9
	fair	37.3
	good	19.8
การช่วยเหลือตนเอง (functional status)	independent	70.1
	semi-dependent	29.9
	dependent	0
การสูบบุหรี่ (smoking)	no	70.1
	yes	29.9
การดื่มแอลกอฮอล์ (drinking)	no	70.1
	yes	29.9
โรคทางระบบ (medical history)	no	59.9
	yes	39.5
	missing	0.6
ยาที่รับประทานเป็นประจำ (medication)	no	58.2
	yes	41.2
	missing	0.6
การดูแลความสะอาดช่องปาก (oral hygiene)	good	3.4
	fair	75.7
	poor	20.3
	missing	0.6
อาหาร (diet)	normal	40.7
	hard or sour	58.8
	missing	0.6
อาการปากแห้ง (dry mouth)	no	75.7
	yes	24.3
อาการนำ (chief complaint)	no	78.5
	yes	19.9

	missing	0.6
โรคฟันผุ (caries)	no	41.8
	yes	58.2
โรคฟันผุทะลุโพรงประสาทฟัน (caries exposed pulp)	no	76.3
	yes	23.7
รากฟันคั่ง (retained root)	no	83.3
ตัวแปร	สถานะ	ร้อยละ
	yes	14.7
โรคเหงือกอักเสบ (periodontal)	no	0
	yes	100
การสบฟันไม่เพียงพอ (reduce posterior support) (ฟันหลัง สบน้อยกว่า 4 ยูนิต)	no	40.7
	yes	59.3
ทันตกรรมป้องกัน (prevention)	no	0
	yes	100
ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคทางระบบ (systemic disease treatment)	no	59.9
	yes	40.1
การรักษาอาการนำ (chief complaint treatment)	no	78.5
	yes	20.9
	missing	0.6
การศัลยกรรมช่องปากหรือถอนฟัน (surgery or extraction)	no	85.3
	yes	14.7
การรักษาด้วยการบูรณะฟัน (operative treatment)	no	39
	yes	61
การรักษาโรคปริทันต์ (periodontal treatment)	no	0
	yes	100
การรักษาด้วยทันตกรรมประดิษฐ์ (prosthodontic treatment) (ไม่มีจำนวนฟันที่เหมาะสม)	no	40.7
	yes	59.3

การพัฒนาโมเดลเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก

จากการทำความเข้าใจและกำหนดกรอบที่มีผลต่อการวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปากในผู้ป่วยสูงอายุ และจากการทบทวนวรรณกรรม พบว่าการวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปากในผู้ป่วยสูงอายุ ขึ้นอยู่กับกรอบของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เพศ อายุ เศรษฐฐานะ การช่วยเหลือตนเอง การสูบบุหรี่ การดื่มแอลกอฮอล์ โรคทางระบบยาที่รับประทานเป็นประจำ อาการนำ การดูแลความสะอาดช่องปาก อาหาร อาการปากแห้ง กรอบหลักของโรค ได้แก่ โรคฟันผุ โรคฟันผุทะลุโพรงประสาทฟัน รากฟันคั่ง โรคเหงือกอักเสบ การสบฟันไม่เพียงพอ (ฟันหลังสบน้อยกว่า 4 ยูนิต) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากแฟ้มประวัติของผู้ป่วย จากนั้นปรับข้อมูลทั้งหมดให้อยู่ในรูปของโครงสร้างเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก โดยการกำหนดให้ตัวแปรต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุเป็นโหนดทั้งหมดในโมเดลเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก มีการเชื่อมความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรด้วยลูกศรระหว่างคู่โหนด ทิศทางของหัวลูกศรหมายถึง โหนดพ่อแม่ ปลายลูกศร หมายถึง โหนดลูก โดยแต่ละโหนดจะมีเงื่อนไขการกระจายความน่าจะเป็น ซึ่งส่งผลต่อโหนดพ่อแม่ของแต่ละโหนดเป็นการนำปัจจัยอื่น ๆ มาคิดในการประเมินโอกาส (probability) ในการวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปากในผู้ป่วยสูงอายุ

การตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก

ตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลเบย์เซียนเน็ตเวิร์กทั้ง 5 แบบ

5-fold cross-validation	ค่า sensitivity (true positive rate)
Iteration 1	0.875
Iteration 2	0.533
Iteration 3	0.786
Iteration 4	0.867
Iteration 5	0.533

จากตารางที่ 3 แสดงโมเดลแบบที่ 1 ให้ค่าการตรวจสอบความถูกต้องของการเทรนนิ่งสูงสุด (validation) อยู่ที่ร้อยละ 87.5 ค่าเฉลี่ยการตรวจสอบความถูกต้อง (average cross validation score) ของโมเดลแบบที่ 1-5 มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 71.9 และท้ายสุดเมื่อนำโมเดลแบบที่ 1 นี้มาทดสอบกับชุดข้อมูลทดสอบด้วยการตรวจสอบไขว้ 5 ชุด ได้ผลค่าเฉลี่ยความแม่นยำของชุดทดสอบที่ร้อยละ 71.4

การใช้โปรแกรม

การนำโปรแกรมมาใช้เข้า <http://122.248.207.50:8000/bn/> จะปรากฏหน้า user interface สำหรับผู้ใช้งาน จากนั้นกรอกข้อมูลต่าง ๆ ให้ครบเรียบร้อย แล้วกดปุ่ม process ระบบจะคำนวณการประเมินโอกาสในการวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปากในผู้ป่วยสูงอายุ แสดงดังภาพที่ 2

Clinical Decision Support System for Geriatric Dental Treatment Bayesian Network Input

Gender	Male	Diet	Hard or Sour
Age	70-79 ปี	Oral Hygiene	Poor
Socio-Economic	Fair	Chief Complaint	No
Functional Status	Independent	Dry Mouth	Yes
Medical History	Yes	Caries	Yes
Medication	Yes	Caries Exposed Pulp	Yes
Drinking	No	Retained Root	No
Smoking	No	Reduce Posterior Support	Yes

[Process](#)

Outcome

Systematic Disease Tx	0.395
Chief Complaint Tx	0.000
Periodontal Tx	0.994
Operative Tx	1.000
Prosthodontic Tx	1.000
Preventive Tx	1.000
State Surgery or Extraction	0.000

ภาพที่ 2 หน้า user interface สำหรับผู้ใช้งานแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินโอกาสในการวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปากในผู้ป่วยสูงอายุ

จากภาพที่ 2 แสดงกรณีตัวอย่างเป็นผู้ป่วยชายไทย อายุ 75 ปี มีโรคทางระบบและมียาที่รับประทานเป็นประจำ โอกาสในการวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปากในผู้ป่วยรายนี้ เป็นดังนี้ ทันตกรรมป้องกัน (prevention) เท่ากับ 1.0 ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคทางระบบ (systemic disease treatment) เท่ากับ 0.395 การรักษาอาการนำ (chief complaint treatment) และการตัดลยกรรมช่องปากหรือถอนฟัน (surgery or extraction) เท่ากับ 0.0 การรักษาด้วยการบูรณะฟัน (operative treatment) เท่ากับ 1.0 การรักษาโรคปริทันต์ (periodontal treatment) เท่ากับ 0.994 การรักษาด้วยทันตกรรมประดิษฐ์ (prosthodontic treatment) เท่ากับ 1.0

อภิปรายผลการวิจัย

ปัจจุบันมีแนวโน้มแสดงให้เห็นว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในทางทันตกรรมเพิ่มขึ้น ซึ่งการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในทางทันตกรรม มีข้อดี คือ สามารถช่วยเหลือนักทันตแพทย์ให้เลือกการดูแลทันตกรรมที่มีคุณภาพสูงแก่ผู้ป่วย โดยทันตแพทย์สามารถใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือเสริมเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัย การวางแผนการรักษา และการทำนายผลการรักษา ซึ่งในบางครั้งทันตแพทย์อาจมีความรู้ไม่เพียงพอที่จะวินิจฉัยโรคได้อย่างถูกต้องในระยะเวลาจำกัด การใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ สามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อช่วยในการวินิจฉัยได้ดียิ่งขึ้นและทำงานได้ดียิ่งขึ้น ส่วนทันตแพทย์ที่ยังไม่เชี่ยวชาญก็สามารถใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการวินิจฉัยได้ ช่วยให้ประหยัดเวลาได้มาก นอกจากนี้ปัญญาประดิษฐ์ยังจัดเป็นความเห็นที่สอง (second opinion) เพื่อช่วยให้การวินิจฉัยมีความถูกต้องแม่นยำขึ้น [11]

แนวคิดในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้การสร้างโมเดลเบย์เซียนเน็ตเวิร์กมาช่วยในการวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปากในผู้ป่วยสูงอายุ ทั้งนี้เนื่องจากการวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปากในผู้ป่วยสูงอายุนั้นมีสาเหตุมาจากหลาย ๆ ปัจจัยด้วยกัน แต่ละปัจจัยเป็นเหตุและผลไปยังอีกปัจจัยหนึ่งได้ งานวิจัยนี้ได้มีการรวบรวมปัจจัยสำคัญทั้งหมดที่มีความเกี่ยวข้องกับการวางแผนการรักษาทางทันตกรรมในผู้สูงอายุ ซึ่งอ้างอิงตามหลักสูตรมาตรฐานการเรียนการสอนของคณะทันตแพทยศาสตร์ โดยเบย์เซียนเน็ตเวิร์กเป็นการหาค่าความน่าจะเป็นแบบมี

เงื่อนไข อาศัยหลักการของการคำนวณความน่าจะเป็นของแต่ละตัวแปร เพื่อที่จะคาดการณ์ถึงความสำเร็จจากการรักษานั้น ๆ ข้อดีอีกอย่างคือ ในการเก็บข้อมูลถึงแม้ข้อมูลที่ได้อาจจะไม่สมบูรณ์ก็สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ ไม่จำเป็นต้องตัดทิ้งไป [12] ซึ่งการเรียนรู้แบบเบย์นี้เป็นการเรียนรู้ที่เพิ่มได้ เนื่องจากตัวอย่างใหม่ที่ได้มาสามารถนำมาปรับเปลี่ยนการแจกแจงซึ่งมีผลต่อการเพิ่ม หรือลดความน่าจะเป็น ดังนั้นถึงฐานข้อมูลในปัจจุบันจะน้อย แต่สามารถเพิ่มเติมได้เรื่อย ๆ วิธีการนี้โมเดลจะถูกปรับเปลี่ยนไปตามตัวอย่างใหม่ที่ได้โดยผนวกกับความรู้เดิมที่มี ซึ่งส่งผลให้ค่าที่ได้จากการพยากรณ์การวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปากในผู้ป่วยสูงอายุนั้นมีค่าเข้าใกล้ความเป็นจริงมากที่สุด

ส่วนข้อจำกัดในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ข้อมูลที่นำมาใช้สร้างโมเดลเบย์เซียนเน็ตเวิร์กนั้น ผู้วิจัยได้มาจากแฟ้มผู้ป่วยที่มารับการรักษาทางทันตกรรม ที่คลินิกทันตกรรมพร้อมมูล ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันต-แพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒเพียงคลินิกเดียว ทำให้ความหลากหลายของผู้ป่วยอาจยังไม่มากพอ เพราะผู้ป่วยส่วนใหญ่ที่มารับการรักษาจะเป็นกลุ่มข้าราชการบำนาญ หรือแม่บ้าน ซึ่งมีความใส่ใจในสุขภาพเป็นพื้นฐานอยู่แล้ว พฤติกรรมเสี่ยงต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นต่อสุขภาพร่างกาย หรือสุขภาพช่องปาก อาจแตกต่างจากผู้ป่วยในพื้นที่อื่น ๆ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นปัญหาความไม่หลากหลายของกลุ่มตัวอย่างนี้แต่แรกแล้ว และได้วางแผนที่จะเก็บข้อมูลผู้ป่วยที่มารับการรักษาทางทันตกรรมที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลร่วมด้วย แต่จากสถานการณ์โควิด-19 ทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการสร้างโมเดลเบย์-เซียนเน็ตเวิร์กได้ ด้วยสาเหตุนี้อาจทำให้ระบบคาดการณ์สุขภาพช่องปากและแนวทางในการรักษาทางทันตกรรมในผู้ป่วยสูงอายุที่ได้ในงานวิจัยนี้ ยังไม่สามารถเป็นตัวแทนของผู้สูงอายุส่วนใหญ่หรือผู้สูงอายุในประเทศได้ การนำโมเดลนี้ไปใช้จึงยังมีข้อจำกัดอยู่

จากการศึกษา Peng และคณะ [13] พบว่าทฤษฎีของเบย์ให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแม่นยำเมื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจในการรักษาทางการแพทย์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการสร้างโมเดลในการพยากรณ์ความจำเป็นในการรับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันโดยใช้เทคนิคเบย์เซียนเน็ตเวิร์กซึ่งทำการศึกษาในประเทศไทย เนื่องจากยังไม่มี การคิดค้นดัชนีเพื่อประเมินความจำเป็นในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันขึ้นมาใช้เฉพาะ คงมีเพียงการอ้างอิงใช้ ดัชนีจากประเทศอื่น ในการออกแบบในการสร้างโมเดลนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลจากแบบจำลองฟันในแต่ละตัวแปรที่สำคัญซึ่งมีผลต่อการสบฟัน นำข้อมูลที่ได้อ้างอิงมาวิเคราะห์เพื่อประเมินโอกาสที่จำเป็นในการรับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน พบว่าโมเดลดังกล่าวได้ผลค่าความไว ร้อยละ 95 และค่าความจำเพาะเจาะจง ร้อยละ 100 [14]

จากกรณีตัวอย่างการประเมินโอกาสในการวางแผนการรักษาสุขภาพช่องปากในผู้ป่วยสูงอายุ พบว่ามีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Ettinger [15] ที่กล่าวว่า การวางแผนการรักษาทางทันตกรรม จะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยซึ่งต้องนำมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อให้เกิดการรักษาที่เหมาะสมที่สุดกับแต่ละบุคคล

ผลของการนำเบย์เซียนเน็ตเวิร์กไปใช้ ทำให้สามารถวางแผนการรักษาให้เหมาะสมกับผู้ป่วยสูงอายุได้ โดยในอนาคตเบย์เซียนเน็ตเวิร์กที่จะใช้สำหรับตัดสินใจวางแผนการรักษานั้น ควรจัดมีให้บริการสำหรับทันตแพทย์และผู้ป่วย เพื่อแนะนำวิธีการรักษาที่เหมาะสม ซึ่งมีทั้งรูปแบบจัดทำออนไลน์สำหรับทันตแพทย์ทั่วไปและสำหรับประชาชนทั่วไป เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงการกรอกข้อมูลของตนเอง จากนั้นระบบจะประมวลผลออกมา เพื่อจะได้วางแผนการรักษาที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด

ทั้งนี้ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา การรับรู้และความคาดหวังของสังคมต่อสุขภาพช่องปากมีเพิ่มขึ้นอย่างมากซึ่งสิ่งนี้มีผลส่งเสริมให้ผู้ให้บริการด้านสุขภาพยึดหลักในการปรับปรุงคุณภาพของการดูแลสุขภาพและการลดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงาน และหากจะบรรลุเป้าหมายเหล่านี้ จำเป็นต้องมีความเข้าใจที่ดีเกี่ยวกับกระบวนการดำเนินการของโรครวมทั้งประสิทธิผลของแนวทางการรักษาในปัจจุบัน การวิเคราะห์โดยใช้เบย์เซียนเน็ตเวิร์กถือ

เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญ เนื่องจากช่วยทำให้รู้จักมิติใหม่ของความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการการดำเนินของโรคและการทำเช่นนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิผลการรักษาได้

สรุปผลการวิจัย

จากผลการสร้างโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจในการรักษาทางทันตกรรมสำหรับผู้ป่วยสูงอายุโดยใช้เทคนิคเบย์เซียนเน็ตเวิร์ก ให้ค่าความไว ร้อยละ 71.9 ความถูกต้องแม่นยำอยู่ที่ร้อยละ 71.4

เอกสารอ้างอิง

- [1] จิราพร ชีตดี; สุรัตน์ มงคลชัยอรุณญา; นพวรรณ โพชนุกูล; พงศธร จินตกานนท์; และ พัชรวรรณ สุขมาลินท์. (2561). รายงานผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากแห่งชาติ ครั้งที่ 8. ใน *รายงานรายงานผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ประเทศไทย พ.ศ. 2560*. หน้า 14-36. นนทบุรี: สำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- [2] Friedman, P. K. (2014). *Geriatric dentistry: caring for our aging population*. Ames, IA: Wiley.
- [3] Leonard, M. S.; Roberts, S. D.; Fast, T. B., and Mahan, P. E. (1973, November-December). Automated Diagnosis of Craniofacial Pain. *Journal of Dental Research*. 52(6): 1297-1302.
- [4] Stewart, P. W.; and Stamm, J. W. (1991 Sep). Classification tree prediction models for dental caries from clinical, microbiological, and interview data. *Journal of Dental Research*. 70(9): 1239-1251.
- [5] Speight, P. M.; Farthing, P. M.; and Bouquot, J. E. (1996 Sep). The pathology of oral cancer and precancer. *Current Diagnostic Pathology*. 3(3): 165-176.
- [6] Lucas P. J. F.; van der Gaag L. C.; and Abu-Hanna A. (2004). Bayesian networks in biomedicine and health-care. *Artificial Intelligence in Medicine*. 30: 201-214.
- [7] White, S. C. (1989 May). Computer-aided differential diagnosis of oral radiographic lesions. *Dentomaxillofacial Radiology*. 18(2): 53-59.
- [8] Hyman, J. J.; and Doblecki, W. (1983 Nov). Computerized Endodontic Diagnosis. *The Journal of the American Dental Association*. 107(5): 755-758.
- [9] Suebnukarn, S.; Rungcharoenporn, N.; and Sangsuratham, S. (2008 May). A Bayesian decision support model for assessment of endodontic treatment outcome. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. 106: e48-58.
- [10] Lauritzen, S. L. (1995 Jul). The EM algorithm for graphical association models with missing data. *Computational Statistics & Data Analysis*. 19(2): 191-201.
- [11] Khanagar, S. B.; Al-Ehaideb, A.; Maganur, P. C.; Vishwanathaiah, S.; Patil, S.; Baeshen, H. A.; et al. Bhandi, S. (2021). Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry-A systematic review. *Journal of dental sciences*. 16(1): 508-522.
- [12] Pearl, J. (1988). *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- [13] Peng, C.; Xiao, S.; Nie, Z.; Wang, Z.; and Wang, F. (1996 May-June). Applying Bayes' theorem in medical expert systems. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*. 15(3): 76-79.
- [14] Thanathornwong, B. (2018). Bayesian-Based Decision Support System for Assessing the Needs for Orthodontic Treatment. *Healthcare Informatics Research*. 24(1): 22-28.

- [15] Ettinger, RL. (2015). Treatment planning concepts for the ageing patient. *Australian Dental Journal* 60(1): 71-85.

**RANC15-018 ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด โดยสารสกัดหยาบ
ของขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) และข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) จากอำเภอฟาง
จังหวัดเชียงใหม่**

**IN VITRO ANTIMICROBIAL ACTIVITIES BY CRUDE EXTRACTS OF *CURCUMA
LONGA* L. AND *ALPINIA GALANGA* (L.) WILLD. FROM FANG DISTRICT, CHIANG MAI
PROVINCE AGAINST SOME INFECTIOUS BACTERIA**

อ้อมหทัย ดีแท้* ทนงศักดิ์ ปารมีศรี นุสรินทร์ อินคำ
*Aomhatai Deethae**, *Thanongsak Paramisri*, *Nusarin Income*

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Department of Biology, Faculty of Science and technology, Chiang Mai Rajabhat University.

*Corresponding author, E-mail: aomhatai_dee@cmru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) และข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) เก็บตัวอย่างพืชจากอำเภอฟาง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่สำคัญในปัจจุบัน คือ *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Bacillus subtilis* สกัดสารสกัดหยาบด้วยน้ำกลั่น เอทานอล (95%) และเมทานอล (95%) และใช้เครื่องกลั่นระเหยภายใต้สูญญากาศ สารสกัดหยาบที่ได้มีลักษณะเป็นสารเหนียวสีน้ำตาลอ่อนถึงเหลืองส้มเข้ม ซึ่งสารสกัดเอทานอลจากขมิ้นชันได้ร้อยละผลผลิตมากที่สุด คือ 10.307 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (% yield) ทำการทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ด้วยวิธี agar well diffusion และ broth dilution method ผลการวิจัยพบว่า สารสกัดเอทานอลจากข่าให้ผลการยับยั้งและฆ่าเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด มีค่า MBC ต่อเชื้อ *S. aureus*, *P. aeruginosa* และ *B. subtilis* เท่ากับ 62.50, 125.00 และ 250.00 mg/ml ตามลำดับ และสารสกัดเอทานอลจากข่าให้ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน ผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถใช้รายงานเป็นข้อมูลประสิทธิภาพของสารสกัดเอทานอลของข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรท้องถิ่นของ อ.ฟาง จ.เชียงใหม่ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ด้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่สำคัญ ตลอดจนสามารถส่งเสริมและแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพหลากหลายชนิดจากสารสกัดข่าได้อย่างยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ: สารสกัดหยาบ ขมิ้นชัน ข่า แบคทีเรียก่อโรค

Abstract

This research aims to evaluate the *in vitro* antimicrobial activities of crude extracts from *Curcuma longa* L. and *Alpinia galanga* (L.) Willd., which were collected from Fang district, Chiang Mai province. The efficacy of crude extracts on infectious bacteria as *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Bacillus subtilis* was investigated. These plants were extracted with distilled water, ethanol (95%) and methanol (95%) by using the rotary evaporator. The crude extracts were viscous appearance with light brown to dark orange-yellow. The ethanolic extract of *Curcuma longa* L. had the highest percentage of yield, which was 10.307 % yield. Furthermore, the antibacterial activities were determined by agar well diffusion and broth dilution method. The results showed that the ethanolic extract of *Alpinia galanga* (L.) Willd had the highest effective inhibition of tested bacteria, which the MBC values of *S. aureus*, *P. aeruginosa* and *B. subtilis* were 62.50, 125.00 and 250.00 mg/ml, respectively. Therefore, the ethanolic extract of *Alpinia galanga* (L.) Willd was more effective antimicrobial activities than crude extracts of *Curcuma longa* L. In this research, can be used as a report on the effective crude extract of *Alpinia galanga* (L.) Willd., which is a prominently use herbal plants in Fang District, Chiang Mai Province, to be applied and developed as the new antibacterial products and sustainable various health supplements from *Alpinia galanga* (L.) Willd. extracts.

Keyword: Crude extract, *Curcuma longa* L., *Alpinia galanga* (L.) Willd., Infectious bacteria

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีพื้นที่อุดมสมบูรณ์ด้วยพืชสมุนไพรหลากหลายชนิด จึงมีรายงานเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรในด้านต่าง ๆ มาตั้งแต่ยุคอดีตจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะของป่าไม้ในภาคเหนือของประเทศไทยที่มีความหลากหลายทางชีวภาพของพันธุ์พืชนานาชนิด ส่งผลให้มีการศึกษาประโยชน์ของพืชสมุนไพรพื้นบ้านในภาคเหนือเป็นอย่างมาก เช่น การพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชสมุนไพรพื้นบ้าน ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ เครื่องดื่มสมุนไพร และผลิตภัณฑ์แปรรูปของชุมชนต่าง ๆ เพื่อเป็นการส่งเสริมสุขภาพที่ดี และช่วยเพิ่มมูลค่าของพืชท้องถิ่น รวมทั้งทำให้เศรษฐกิจหมุนเวียนในชุมชนท้องถิ่นเป็นอย่างมาก [1-3]

จากสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ประชาชนให้ความสำคัญกับการดูแลสุขภาพ เสริมภูมิคุ้มกันของร่างกาย ป้องกันการติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 และการติดเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคต่าง ๆ นำไปสู่การเลือกบริโภคหรือใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากสารธรรมชาติมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารเคมี [4] เนื่องจากสารจากธรรมชาติให้ผลประสิทธิภาพที่ดีและไม่ก่อให้เกิดการแพ้ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของภูมิคุ้มกันของร่างกายได้ หากภูมิคุ้มกันต่ำจะมีผลทำให้เกิดการติดเชื้อแบคทีเรียฉวยโอกาส (opportunistic bacteria) ได้ เช่น เชื้อ *Bacillus subtilis*, *Stenotrophomonas maltophilia* เป็นต้น [4-5] เป็นสาเหตุให้เกิดการติดเชื้อเรื้อรังและมีอาการรุนแรง ซึ่งหากมีการติดเชื้อเรื้อรังส่งผลให้เกิดการติดเชื้อแทรกซ้อน อันเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตได้ [5]

แบคทีเรียก่อโรคมักกลไกการติดเชื้อโดยการรุกราน (invasive mechanism) โดยใช้เอนไซม์ของแบคทีเรียที่สามารถทำลายเนื้อเยื่อในบริเวณที่ติดเชื้อ หรือแบคทีเรียก่อโรคบางชนิดสามารถสร้างสารพิษได้ (toxigenic

mechanism) ทำให้เกิดการทำลายอวัยวะที่ติดเชื้อได้อย่างจำเพาะและมีความรุนแรงสูง ขึ้นอยู่กับชนิดของสารพิษ มีรายงานการติดเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง เช่น การติดเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* มีสถิติการติดเชื้อในทุกพื้นที่ทั่วโลก เชื้อ *S. aureus* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ก่อโรคโดยการสร้างเอนไซม์ extracellular enzymes ย่อยผิวหนัง epidermis ก่อโรคผิวหนังรุนแรงได้ และสามารถสร้างสารพิษ exotoxins ชนิด Staphylococcus food-poisoning toxin ซึ่งออกฤทธิ์ทำลายเนื้อเยื่อในระบบทางเดินอาหาร และมีสารพิษ Toxic shock syndrome toxin เป็นสารพิษที่ทำให้เกิดภาวะช็อคได้ [5] นอกจากนี้มีรายงานการติดเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ เช่น เชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* มีอัตราการติดเชื้อสูงในประเทศไทย เนื่องจากบริเวณผนังเซลล์ของเชื้อชนิดนี้ มีสารพิษ endotoxin หรือ Lipid A และ Leukocidin ทำให้ยับยั้งการทำงานของเม็ดเลือดขาวได้ จึงเป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุหลักของการติดเชื้อในโรงพยาบาล (nosocomial infection) เป็นสาเหตุให้ผู้ป่วยมีความรุนแรงขึ้นหรือต้องอยู่ในโรงพยาบาลนานขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นเชื้อที่มีรายงานการดื้อยาสูงในปัจจุบัน [5-6]

จากงานวิจัยที่ผ่านมา ขมิ้นชันและข่ามีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สามารถควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้หลายชนิด ได้แก่ สารในกลุ่มของน้ำมันหอมระเหยและสารประกอบฟีนอล ที่พบปริมาณมาก เช่น termerone, zingiberene, sabinene, borneol, cineol, eugenol, caryophyllene และ β -bisabolene มีการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดข่าและขิงที่เก็บตัวอย่างจากจังหวัดนครราชสีมา พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ [1] จึงมีงานวิจัยด้านสมุนไพรที่ให้ความสนใจทดสอบฤทธิ์การยับยั้งของสารสกัดจากพืชตระกูลข่าและขมิ้นชันอย่างมาก ซึ่งเป็นกลุ่มไม้ล้มลุก มีลำต้นใต้ดินเรียกว่าเหง้า เป็นสมุนไพรที่มีฤทธิ์ทางยา จึงนิยมใช้ในการรักษาโรค เช่น น้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันมีลักษณะเป็นน้ำสีเหลือง ช่วยรักษาฝี แผลพุพอง และลดอาการแพ้ ลดการอักเสบจากแมลงสัตว์กัดต่อยได้ ส่วนสารเคอร์คิวมิน (Curcumin) ในขมิ้นชัน มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย และช่วยลดการอักเสบได้ [7] ส่วนข่าเป็นสมุนไพรที่มีฤทธิ์ช่วยในการย่อยอาหาร เนื่องจากมีสารยูจินอล (eugenol) ช่วยในการขับน้ำดี ช่วยแก้ลมพิษ รักษาอาการปวดเมื่อย บรรเทาอาการในระบบทางเดินหายใจ บรรเทาอาการปวดบวม และสามารถรักษาโรคเก๊าต์ได้ [8-9]

ด้วยเหตุผลนี้จึงเป็นแนวคิดให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) และข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรจากชุมชนตำบลท่าตอน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ นำมาทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่สำคัญในยุคปัจจุบัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประยุกต์ใช้และพัฒนาสารสกัดจากขมิ้นชันและข่า ต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการดูแลสุขภาพได้อย่างหลากหลายต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) และข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด
2. เพื่อตรวจสอบหาค่า Minimal Inhibitory Concentration (MIC) และ Minimal Bactericidal Concentration (MBC) ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Bacillus subtilis* จากสารสกัดขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) และข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.)

วิธีดำเนินการวิจัย

1) การเตรียมตัวอย่างพืชสมุนไพร

งานวิจัยนี้ได้ใช้ตัวอย่างขมิ้นชันและข่า จากชุมชนตำบลท่าตอน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ล้างให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปผึ่งลมจนแห้ง และนำมาอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดบดบด เก็บในที่สะอาด ไม่โดนแสง เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการสกัดสารสำคัญทางชีวภาพจากผงสมุนไพรที่เตรียมนี้ต่อไป

2) การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากขมิ้นชัน และข่า ด้วยวิธีมาเซอเรชัน (maceration)

นำผงขมิ้นชันและข่า อย่างละ 200 กรัม ห่อด้วยผ้าขาวบางที่ปราศจากเชื้อ ใส่ลงไปในภาชนะที่บดแสงที่มีฝาปิด ใช้ตัวทำละลายคือ น้ำกลั่น เอทานอล (95 %) และเมทานอล (95 %) โดยใช้อัตราส่วนน้ำหนักแห้งของผงสมุนไพร ต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1:10 การหมักแช่ (maceration) ด้วยน้ำกลั่นใช้อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส โดยใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ส่วนเอทานอล (95 %) และเมทานอล (95 %) ทำการหมักแช่ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง และเขย่งระหว่างทำการสกัดสารเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง หลังจากนั้นกรองสารสกัดด้วยกระดาษกรอง (Whatman Number 1) แล้วนำไปสกัดซ้ำ 2 ครั้ง โดยใช้ตัวทำละลายอัตราส่วนเท่าเดิม จากนั้นนำสารละลายที่ผ่านการกรองแล้ว ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยภายใต้สุญญากาศ (Rotary evaporator) จะได้สารสกัดหยาบ (crude extract) และคำนวณหาปริมาณของผลผลิตที่ได้ (% yield) จากสูตร ดังนี้

$$\text{ผลผลิต (\%)} = (\text{น้ำหนักของสารสกัดหยาบ (กรัม)}) / (\text{น้ำหนักสมุนไพรที่ใช้ (กรัม)}) \times 100$$

จากนั้นนำสารสกัดหยาบที่ได้จากแต่ละตัวทำละลาย เก็บใส่ขวดสีชาที่ปราศจากเชื้อ นำไปเก็บไว้ในโถดูดความชื้น (desiccator) ที่อุณหภูมิห้อง

3) การเตรียมเชื้อแบคทีเรียทดสอบ

ในงานวิจัยนี้ ใช้เชื้อแบคทีเรียที่สำคัญในการทดสอบ 3 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *P. aeruginosa* และ *B. subtilis* โดยทำการเพาะเลี้ยงเชื้อด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar (NA) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาตรวจดูผลการเจริญของเชื้อ ให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ (purify) เพื่อใช้เป็นเชื้อตั้งต้น (stock) ในการศึกษาวิจัยต่อไป

4) การเตรียมสารสกัดหยาบเพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย

ซังสารสกัดหยาบ (crude extract) จากขมิ้นชันและข่า ที่สกัดด้วยตัวทำละลายน้ำกลั่น เอทานอล (95 %) และเมทานอล (95 %) ปริมาณ 5 กรัม ละลายด้วย Dimethyl sulfoxide (DMSO) 10 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้สารสกัดความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (Stock) เก็บไว้ในขวดสีชา เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียขั้นต่อไป

5) การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย ด้วยวิธี

Agar well diffusion

ทำการเขี่ยโคโลนีเชื้อจาก stock นำมาปรับปริมาณแบคทีเรียด้วยน้ำเกลือ (0.85% Normal saline) ที่ปราศจากเชื้อ ให้ได้ค่าเทียบเท่ากับ McFarland standard Number 0.5 (1.5×10^8 CFU/ml) เพื่อเป็นการควบคุมปริมาณเชื้อให้เท่ากันในทุกครั้งที่ทำการทดสอบ ใช้ไม้พันสำลี (swab) ที่ปลอดเชื้อ เกลี่ยเชื้อให้ทั่วผิวหน้าอาหาร Mueller Hinton Agar (MHA) จากนั้นเจาะหลุมอาหารเลี้ยงเชื้อ (MHA) ด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร เติมน้ำสกัดที่เจือจางแบบสองเท่าลำดับส่วน (Two-fold serial dilution) ให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 500, 250,

125, 62.5, 31.25 และ 15.62 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร หลุมละ 30 ไมโครลิตร โดยใช้สารละลาย 10% DMSO เป็นตัวควบคุมลบ (negative control) และยาปฏิชีวนะเตตราซัยคลิน (Tetracycline) 10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เป็นตัวควบคุมบวก (positive control) และนำไปเพาะเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลายับยั้งผลการทดลอง โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (Inhibition zone) และเลือกสารสกัดที่ให้ผลยับยั้งเชื้อนำไปทดสอบหาค่า Minimal Inhibitory Concentration (MIC) และ Minimal Bactericidal Concentration (MBC) ต่อไป

6) การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย ด้วยวิธี

Broth dilution method โดยการหาค่า Minimum Inhibitory Concentration (MIC)

เพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ ด้วยอาหาร Mueller Hinton Broth (MHB) ปริมาตร 90 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ปรับปริมาณแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบให้มีค่าเท่ากับ McFarland standard Number 0.5 จากนั้นทำการเจือจางสารสกัดหยาบแต่ละชนิด แบบสองเท่าลำดับส่วน (Two-fold serial dilution) ให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 500, 250, 125, 62.5, 31.25 และ 15.62 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และใช้ยาปฏิชีวนะ Tetracycline (10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) เป็นตัวควบคุมบวก และหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ MHB เป็นตัวควบคุมลบ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 - 24 ชั่วโมง ตรวจสอบความขุ่นของหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ (MHB) ของเชื้อทดสอบ เทียบกับหลอดควบคุม

7) การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย ด้วยวิธี

Broth dilution method โดยการหาค่า Minimal Bactericidal Concentration (MBC)

จากการอ่านผลค่า MIC นำหลอดทดลองที่ไม่เห็นการเจริญของเชื้อทดสอบ (เฉพาะหลอดใส ไม่ขุ่น) นำมาหาปริมาณแบคทีเรีย โดยวิธี Spread plate method ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อด้วยอาหาร MHA นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ครบเวลาย่านผลการทดสอบโดยการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย ค่า MBC คือค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถฆ่าเชื้อทดสอบได้ จึงไม่พบโคโลนีหรือการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย

8) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลวิจัยในครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์แบบ One-way ANOVA ซึ่งทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 ด้วยวิธี Duncan test (ความเชื่อมั่น 95%)

ผลการวิจัย

(1) ปริมาณและลักษณะทางกายภาพของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน และข่า

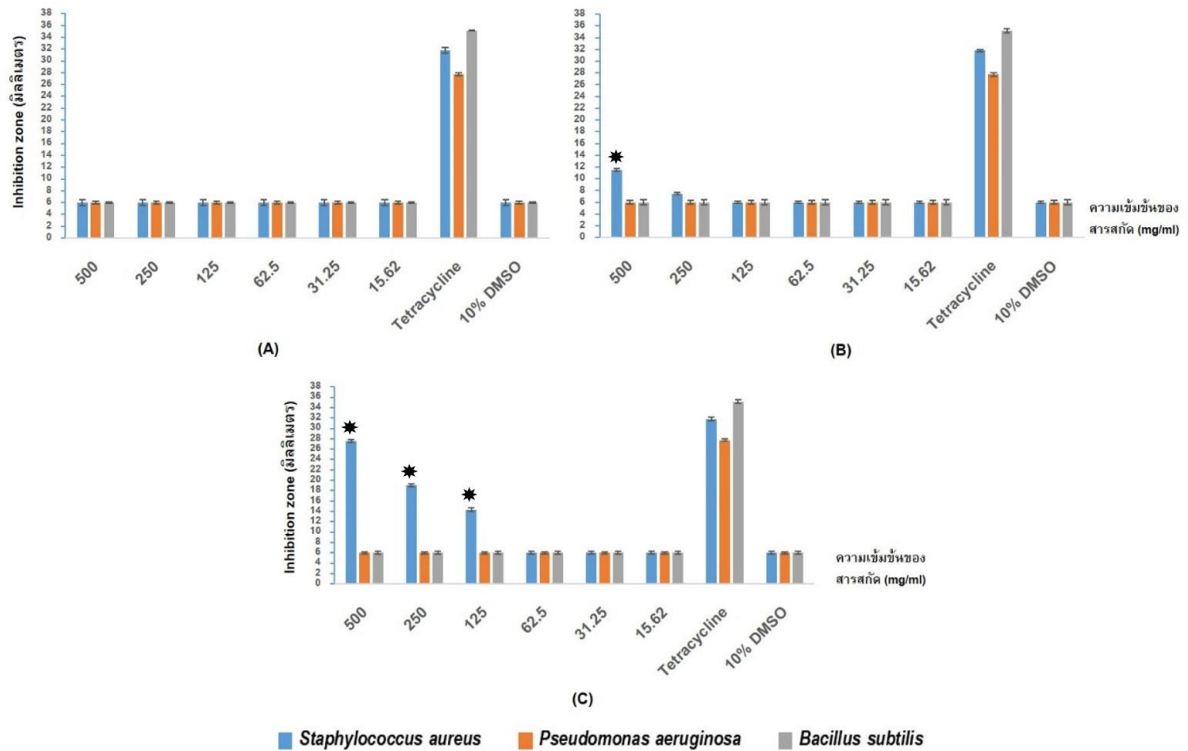
เมื่อสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากขมิ้นชันและข่า ด้วยวิธีมาเชอเรน (maceration) โดยใช้ตัวทำละลาย ได้แก่ น้ำกลั่น เอทานอล (95%) และเมทานอล (95%) ได้สารสกัดหยาบที่ให้ผลค่าปริมาณร้อยละของผลผลิต (%yield) 3.155-10.307 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งร้อยละของผลผลิตของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล (95%) ให้ผลปริมาณมากที่สุด คือ 10.307 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (%yield) สารสกัดหยาบมีลักษณะเป็นสารเหนียวสีน้ำตาลเหลือง และสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันที่สกัดด้วยน้ำกลั่นให้ผลผลิตน้อยที่สุด คือ 3.155 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (%yield) สารสกัดหยาบมีลักษณะเป็นสารเหนียวสีน้ำตาลอ่อน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ร้อยละผลผลิต (%yield) และลักษณะทางกายภาพของสารสกัดหยาบที่ได้จากการสกัดขมิ้นชันและข่าด้วยตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ

สมุนไพร	ตัวทำละลาย	ร้อยละผลผลิต (% yield)	ลักษณะทางกายภาพของสารสกัดหยาบ
ขมิ้นชัน	น้ำกลั่น	3.155	สารเหนียว สีน้ำตาลอ่อน
	เอทานอล (95%)	10.307	สารเหนียว สีน้ำตาลเหลือง
	เมทานอล (95%)	8.957	สารเหนียวมาก สีน้ำตาลเหลือง
ข่า	น้ำกลั่น	4.711	สารเหนียว สีครีมขุ่น
	เอทานอล (95%)	5.025	สารเหนียว สีเหลืองส้มอ่อน
	เมทานอล (95%)	8.070	สารเหนียว สีเหลืองส้มเข้ม

(2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียด้วยสารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) ด้วยวิธี agar well diffusion

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคที่สำคัญ ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Bacillus subtilis* ด้วยวิธี agar well diffusion method ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ (triplicate) โดยใช้ยาปฏิชีวนะ Tetracycline และ 10% DMSO เป็นตัวควบคุม พบว่า สารสกัดน้ำของขมิ้นชันไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้ และสารสกัดเมทานอลของขมิ้นชันสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุด โดยให้ผลบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) เท่ากับ 27.55 ± 1.88 มิลลิเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือมีค่าความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในภาพที่ 1

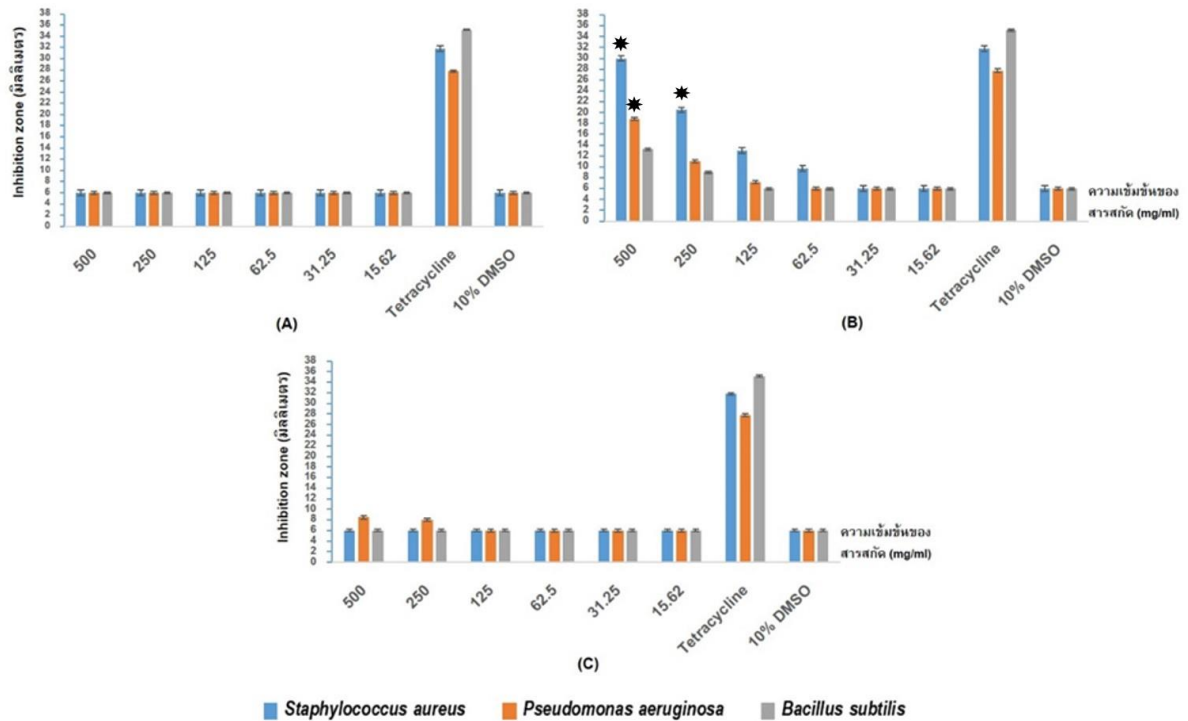


ภาพที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียจากสกัดหยาบของขมิ้นชัน ด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ ด้วยวิธี agar well diffusion ; (A) คือ สารสกัดน้ำ, (B) คือ สารสกัดเอทานอล, (C) คือ สารสกัดเมทานอล

* แสดงถึง ผลการทดสอบมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

(3) ผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย ด้วยสารสกัดหยาบจากข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) ด้วยวิธี agar well diffusion

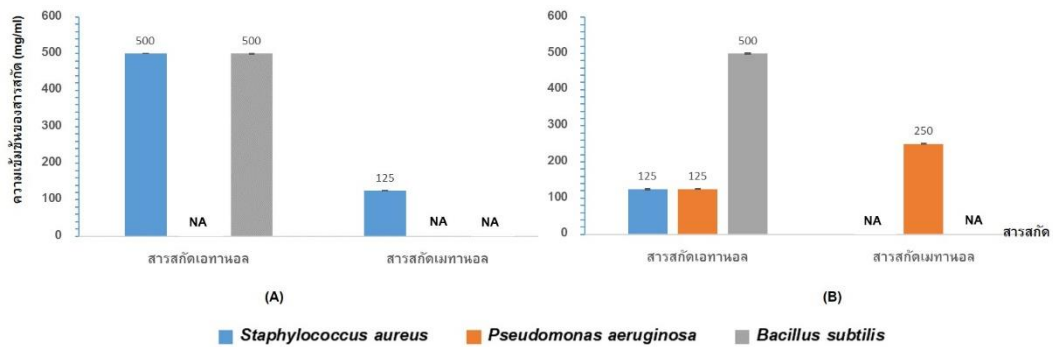
ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd) ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ ด้วยวิธี agar well diffusion method ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ (triplicate) โดยใช้ยาปฏิชีวนะ Tetracycline และ 10% DMSO เป็นตัวควบคุม ผลวิจัยพบว่า สารสกัดน้ำของข่าไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้ และสารสกัดเอทานอลของข่าสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุด โดยให้ผลบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) เท่ากับ 30.00 ± 1.83 มิลลิเมตร และสามารถยับยั้งเชื้อ *P. aeruginosa* และ *B. subtilis* ให้ผลบริเวณยับยั้งเท่ากับ 18.85 ± 1.20 และ 13.25 ± 0.8 มิลลิเมตร ตามลำดับ ผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือมีค่าความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียจากสกัดหยาบของชา ด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ ด้วยวิธี agar well diffusion ; (A) คือ สารสกัดน้ำ, (B) คือ สารสกัดเอทานอล, (C) คือ สารสกัดเมทานอล
* แสดงถึง ผลการทดสอบมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

(4) ผลค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดหยาบจากขม้นชัน และชา ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้ (Minimal Inhibitory Concentration ; MIC)

จากการทดสอบหาค่า MIC ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ (triplicate) พบว่า สารสกัดเมทานอลจากขม้นชันให้ผลค่า MIC เท่ากับ 125 mg/ml ในการออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุด และผลรองลงมา คือ สารสกัดเอทานอลจากขม้นชันมีค่า MIC เท่ากับ 500 mg/ml ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และ *Bacillus subtilis* ได้ ส่วนผลของสารสกัดหยาบจากชา พบว่า สารสกัดเอทานอลของชาให้ผลค่า MIC เท่ากับ 125 mg/ml สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* และ *P. aeruginosa* ได้ดีที่สุด ส่วนผลรองลงมาคือ สารสกัดเมทานอลของชาให้ผลค่า MIC เท่ากับ 250 mg/ml ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. aeruginosa* ได้ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 (A) ผลค่า MIC ของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน, (B) ผลค่า MIC ของสารสกัดหยาบจากข่า

หมายเหตุ: NA : No activity หมายถึง ไม่มีความเข้มข้นใดสามารถฆ่าเชื้อได้

(5) ผลค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันและข่า ที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ (Minimal Inhibitory Concentration ; MBC)

จากการตรวจสอบหาค่าความเข้มข้นของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันและข่า ที่ออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียทดสอบ (ค่า MBC) ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ (triplicate) พบว่า สารสกัดเอทานอลของข่าให้ผลค่า MBC ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทดสอบ *S. aureus*, *P. aeruginosa* และ *B. subtilis* โดยให้ผลค่า MBC เท่ากับ 62.50, 125.00 และ 250.00 mg/ml ตามลำดับ ส่วนค่า MBC ของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน พบว่า สารสกัดเมทานอลของขมิ้นชันให้ผลการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุดใน โดยให้ผลค่า MBC เท่ากับ 125.00 mg/ml ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบหาค่า MBC ของสกัดหยาบจากขมิ้นชันและข่า ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบ ด้วยวิธี broth dilution method

ตัวอย่างพืช	สารสกัด	ค่า MBC (mg/ml)		
		<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>B. subtilis</i>
ขมิ้นชัน	สารสกัดเอทานอล	500.00 ^a ±0.00	NA	500.00 ^a ±0.00
	สารสกัดเมทานอล	125.00 ^b ±0.00	NA	NA
ข่า	สารสกัดเอทานอล	62.50 ^b ±0.00	125.00 ^b ±0.00	250.00 ^b ±0.00
	สารสกัดเมทานอล	NA	250.00 ^b ±0.00	NA

*หมายเหตุ: NA : No activity หมายถึง ไม่มีความเข้มข้นใดสามารถฆ่าเชื้อได้ และตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือมีค่าความเชื่อมั่น 95%

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ได้ทดสอบสารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) และข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) เป็นพืชตัวอย่างจากชุมชนบ้านท่าตอน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยเลือกใช้ตัวทำละลายที่มีขั้วต่างกัน ซึ่งทำให้ได้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากพืชตัวอย่าง มีสภาพขั้วโมเลกุล (chemical bonding) ต่างกัน [10] ดังนั้นผลของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันและข่าออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิดได้แตกต่างกัน จึงขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและสมบัติการมีขั้วของตัวทำละลายมีผลต่อสารสกัดที่ได้ ซึ่งเอทานอลและเมทานอลสามารถละลายสารสีออกมาได้มากกว่าการสกัดด้วยน้ำกลั่น เนื่องจากเอทานอลเป็นตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพการละลายได้กว้าง จึงมีรายงานสารสกัดจากเอทานอลของขมิ้นชันมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการยับยั้งเชื้อ *Aeromonas hydrophila* ที่ก่อโรคติดเชื้อในปลา [11] ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีมาเซอเรชัน (maceration) หรือการแช่หมัก และใช้เครื่องกลั่นระเหยภายใต้สูญญากาศ (rotary evaporator) จึงทำให้ไม่เหลือตัวทำละลายเอทานอลในสารสกัดหยาบที่ได้ ซึ่งพบว่าร้อยละผลผลิตมากที่สุดคือสารสกัดเอทานอลจากขมิ้นชันได้ 10.307 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (%yield) ซึ่งเป็นปริมาณที่มากกว่าผลจากงานวิจัยของ Zaibunnisa ซึ่งใช้วิธี ultrasonic assisted extraction (USE) ได้สารสกัดเอทานอลของขมิ้นชัน 6.40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก [12]

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย พบว่าสารสกัดเอทานอลและเมทานอลจากขมิ้นชันออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ ที่เป็นเชื้อกลุ่มแบคทีเรียแกรมบวก คือ *S. aureus* และ *B. subtilis* ได้ แต่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบ *P. aeruginosa* ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mohammad Zubair ซึ่งรายงานผลสารพิษเคมีของขมิ้นชัน ที่สกัดด้วยเมทานอล และใช้วิธีการแยกสาร (fraction) ให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยนี้คือ ยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุด เนื่องจากพบสารออกฤทธิ์กลุ่มอัลคาลอยด์ (alkaloid) แทนนิน (tannin) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ปริมาณมาก และเป็นสารกลุ่มที่มีโครงสร้างทำลายเซลล์แบคทีเรียได้เป็นอย่างดี [6] และสอดคล้องกับผลของสารสกัดจากเหง้าของขมิ้นชัน สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการสร้างสารไบโอฟิล์ม (biofilm) ของเชื้อ *S. aureus* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [13]

ผลการออกฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากข่า พบว่าสารสกัดเอทานอลจากข่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้ดีที่สุด โดยให้ผลค่า MIC ประสิทธิภาพสูงที่สุดในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และ *P. aeruginosa* ได้ ซึ่งสารสกัดนำจากข่าไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบทั้ง 3 ชนิดได้ ผลวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pooja Gupta ได้รายงานผลสารสกัดเอทานอลและอะซีโตนจากข่า สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรควัณโรค *M. tuberculosis* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่สารสกัดนำจากข่าไม่สามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรควัณโรค *M. tuberculosis* ได้ [14] และผลงานวิจัยในครั้งนี้พบว่าสารสกัดเมทานอลจากข่าให้ผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *P. aeruginosa* ได้ประสิทธิภาพปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Debasis Bhunia ได้ใช้ข่าจากประเทศอินเดีย ทำการสกัดด้วยเมทานอล และทดสอบด้วยวิธี agar well diffusion พบว่าออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *Escherichia coli* ได้ปานกลาง [15] และจากรายงานผลวิจัย GC/MS analysis ให้ผลสารออกฤทธิ์ที่สำคัญจากสารสกัดจากข่า คือ benzyl alcohol และ 5-hydroymethyl furfural ซึ่งเป็นสารประกอบหลักในกลไกการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย [13] โดยสารสามารถผ่านเข้าสู่ผนังเซลล์แบคทีเรีย ทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ และทำให้โปรตีนภายในไซโทพลาสซึมตกตะกอน ส่งผลให้เกิดการทำลายปฏิกิริยาชีวเคมีภายในเซลล์แบคทีเรีย [2, 5]

จากผลค่า MIC และ MBC พบว่าสารสกัดหยาบขมิ้นชันและข่าให้ผลการยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ เนื่องจากโครงสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกประกอบด้วยเพปทิโดไกลัยแคน

(peptidoglycan) ในขณะที่โครงสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบมีความซับซ้อนกว่าโดยประกอบด้วยสารหลักคือเนื้อเยื่อชั้นนอก (outer membrane) ประมาณ 80% ซึ่งเป็นชั้นไขมันชนิด Lipopolysaccharide (LPS) และมีเพปทิโดไกลัยแคนประมาณ 20% [2, 5] โดยทั่วไปพืชสมุนไพรประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ คือ 1'- Acetoxychavicol acetate, alkaloid, tannin, flavonoids, eugenol และ geraniol สารเหล่านี้จะเข้าไปควบคุมการทำงานภายในเซลล์แบคทีเรีย และทำลายชั้นไขมันใน cytoplasmic membrane รวมทั้งยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ในไซโทพลาสซึม ทำให้ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคได้ [5, 8]

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้สนใจศึกษาประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสารสกัดหยาบของขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) และข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) เป็นตัวอย่างพืชจากชุมชนบ้านท่าตอน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในระบบต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ *S. aureus*, *P. aeruginosa* และ *B. subtilis* โดยใช้วิธีการหมักแช่ (maceration) พืชด้วยสภาวะที่เหมาะสม ในตัวทำละลายต่าง ๆ คือ น้ำกลั่น เอทานอล (95%) และเมทานอล (95%) พบว่าสารสกัดเอทานอลจากขมิ้นชัน ได้ร้อยละผลผลิต (%yield) มากที่สุด คือ 10.307 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (%yield)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันและข่า ด้วยวิธี agar well diffusion method พบว่า สารสกัดเอทานอลของข่าสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้ดีที่สุด โดยให้ผลบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) เชื้อ *S. aureus*, *P. aeruginosa* และ *B. subtilis* เท่ากับ 30.00 ± 1.83 , 18.85 ± 1.20 และ 13.25 ± 0.80 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนสารสกัดน้ำของขมิ้นชันและข่าไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันและข่า ด้วยวิธี Dilution method ผลพบว่าสารสกัดเอทานอลของข่าให้ผลค่า MIC ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และ *P. aeruginosa* ค่า MIC เท่ากับ 125.00 mg/ml และมีค่า MBC ที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus*, *P. aeruginosa* และ *B. subtilis* เท่ากับ 62.50, 125.00 และ 250.00 mg/ml ตามลำดับ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลประสิทธิภาพของสารสกัดเอทานอลของข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรท้องถิ่นของอ.ฝาง จ.เชียงใหม่ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ด้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่สำคัญ ตลอดจนสามารถส่งเสริมแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพหลากหลายชนิดจากสารสกัดข่าได้อย่างยั่งยืนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] มณฑล วิสุทธิ. (2560). ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียกลุ่ม Staphylococci ของสารสกัดจากพืชท้องถิ่นบางชนิดในจังหวัดนครราชสีมา. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 45(4): 805-816.
- [2] วชิรินทร์ รัชฎีภาณรัตน์; พัชรีย์ กัมมารเจษฎากุล; และ อธิยา จันทรวิทยานุชิต. (2559). ฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพร 10 ชนิด ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus* และ *Escherichia coli* ATCC 25922. วารสาร มจร.วิชาการ. 19(38): 35-48.

- [3] อลีนา มาแสง; สิริดาภัทร์ ไกรภัสสรพงษ์; ภารดี สุวรรณแก้ว; ธัญรัตน์ ดำเกาะ; รัชฎา บุญเต็ม; และ อรวรรณ ปิยะบุญ. (2561). การพัฒนาแผ่นปิดแผลจากสารสกัดใบชะพลูที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* สาเหตุของการอักเสบของแผล. *วารสารวิชาการสาธารณสุข*. 27(1): 157-161.
- [4] พินิจ กล้าคลองตัน. (2554). การแพร่กระจายเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ในสถานพยาบาล: กรณีศึกษา โรงพยาบาลนภลัย จังหวัดสมุทรสงคราม. ใน *การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาศิลปากรระดับชาติ ครั้งที่ 1* หน้า 1393. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [5] Shalina, Mahajan-Miklos; Laurence, G. Rahme; and Frederick, M. Ausubel. (2000). Elucidating the molecular mechanisms of bacterial virulence using non-mammalian hosts. *Molecular Microbiology*. 37(5): 981-988.
- [6] Mohammad, Zubair. (2020). Antimicrobial and anti-biofilm activities of *Citrus sinensis* and *Moringa oleifera* against the Pathogenic *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*. *Cureus*. 12(12): e12337.
- [7] Ankur, Gupta; Surabhi, Mahajan; and Rajendra, Sharma. (2015). Evaluation of antimicrobial activity of *Curcuma longa* rhizome extract against *Staphylococcus aureus*. *Biotechnology Reports*. 6: 51-55.
- [8] Hassan, A. Hemeg; et al. (2020). Antimicrobial effect of different herbal plant extracts against different microbial population. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 27: 3221-3227.
- [9] Shokoh, Parham; et al. (2020). Antioxidant, antimicrobial and antiviral properties of herbal materials. *Antioxidants*. 9(1309): 1-36.
- [10] Kiranmayee, Rao; Bhuvanewari, Ch; Lakshmi, M. Narasu; and Archana, Giri. (2010). Antibacterial activity of *Alpinia galanga* (L) Willd crude extracts. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 162: 871–884.
- [11] ทศนีย์ นลวชัย; และ จิตรา ดวงแก้ว. (2559). ผลของสารสกัดสมุนไพรไทยต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Aeromonas hydrophila*. *แก่นเกษตร*. 44 ฉบับพิเศษ 1: 124-129.
- [12] Zaibunnisa, A. Haiyee; Siti, H.M. Shah; Khudzir, Ismail; Nooraain, Hashim; and Wan, I.W. Ismail. (2016). Quality parameters of *Curcuma longa* L. extracts by supercritical fluid extraction (SFE) and ultrasonic assisted extraction (UAE). *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 20(3): 626-632.
- [13] Newton, Suwal; et al. (2021). Antimicrobial and antibiofilm potential of *Curcuma longa* Linn. rhizome extract against biofilm producing *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* isolates. *Cellular and molecular biology (Noisy-le-Grand, France)*. 67(1): 17-23.
- [14] Pooja, Gupta; Purva, Bhattar; Desiree, D'souza; Monica, Tolani; Poonam, Daswani; Pundarikakshudu, Tetali; and Tannaz, Birdi. (2014). Evaluating the anti *Mycobacterium tuberculosis* activity of *Alpinia galanga* (L.) Willd. axenically under reducing oxygen conditions and in intracellular assays. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 14(84): 1-8.
- [15] Debasis, Bhunia; and Amal, K. Mondal. (2012). Antibacterial activity of *Alpinia* L. (Zingiberaceae) from Santal and Lodha tribal areas of Paschim Medinipur District in Eastern India. *Advances in Bioresearch*. 3(1): 54-63.

RANC15-019 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เมอแรงค์น้ำตาลต่ำเสริมมัลเบอร์รี่ผงเพื่อสุขภาพ PRODUCT DEVELOPMENT OF LOW SUGAR MERINGUE ADDED WITH MULBERRY POWDER FOR HEALTH BENEFIT.

ครองจิต วรณวงศ์*¹, ศีลวัตร สาทร², จิราภรณ์ ต่ายลีลาศ¹, เอรีน่า โทบิตะ¹
Krongjit Wannawong¹, Sillawat Sathom², Jiraporn Taileelart¹, Erina Tobita¹

¹ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

¹ *Department of Home Economics, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University.*

² ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

² *Department of Industrial Technology, Faculty of Science and Technology,
Chiang Mai Rajabhat University.*

*Corresponding author, E-mail: krongjit_wan@cmru.ac.th, krongjit_wa@hotmail.com

บทคัดย่อ

เมอแรงค์เป็นขนมหวานทำจากไข่ขาวตีกับน้ำตาลจนขึ้นฟู มีลักษณะเบาฟู มีรสหวาน และมัลเบอร์รี่เป็นผลไม้ตระกูลเบอร์รี่ที่อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยปรับปรุงการทำงานของหลอดเลือด ช่วยขยายหลอดเลือด ช่วยในการไหลเวียนของเลือดไปยังส่วนอื่นๆ ของร่างกาย และควบคุมความดันโลหิตได้ดี มัลเบอร์รี่อุดมไปด้วยธาตุเหล็ก ที่ช่วยกระตุ้นการผลิตเซลล์เม็ดเลือดแดง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อคุณภาพของเมอแรงค์ โดยใช้อัตราส่วนน้ำตาลต่อไข่ขาวที่แตกต่างกัน 3 สูตร คือ 2:1 1:1 และ 0.5:1 จากนั้นศึกษาความเข้มข้นของมัลเบอร์รี่ผง ดังนี้ 0%, 3%, 6% และ 9% (w/w) ที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ และศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผง ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาวเท่ากับ 1:1 เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผง ซึ่งปริมาณน้ำตาลลดลง 50% จากสูตรพื้นฐาน เมื่อเพิ่มปริมาณผงมัลเบอร์รี่ในผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ พบว่าผลการวิเคราะห์ค่าสี L* และ b* ลดลง (p<0.05) ค่า a* เพิ่มขึ้น (p<0.05) ส่วนค่า a_w ลดลง (p<0.05) และค่าความกรอบของเมอแรงค์เพิ่มขึ้น (p<0.05) ซึ่งผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนความชอบด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผง อยู่ในระดับชอบปานกลาง โดยคะแนนความชอบด้านความกรอบเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณผงมัลเบอร์รี่ (p<0.05) แตกต่างกับผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในคุณลักษณะด้านรสชาติ สี กลิ่น และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

คำสำคัญ: เมอแรงค์ มัลเบอร์รี่ผง เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ ลดน้ำตาล

Abstract

Meringue is a light and sweet dessert made from whipped egg white with sugar, and Mulberry is a fruit which contains variety of antioxidants properties such as dilation of blood vessel function and improve controlling of blood pressure. Mulberries are rich in iron that can improve the production of red blood cells. The objective of this research was to study the concentration of sugar on meringue products quality by the different ratio of sugar : egg white as 3 treatments (2:1, 1:1 and 0.5:1). Then, studied on the concentration of mulberry powder as 4 levels; 0%, 3%, 6% and 9% (w/w) that affect to the quality of meringue product, and the sensory acceptance to mulberry meringue. The results showed that the ratio of sugar : egg white as 1:1 is suitable condition for making low-sugar meringues (the sugar content was reduced by 50% from the basic formula). The physical results when increase mulberry powder in meringue product indicated that the value of L^* , b^* was decreased ($p < 0.05$), a^* was increased ($p < 0.05$), while the water activity (a_w) value was decreased ($p < 0.05$), and the crispness value was increased ($p < 0.05$). The result of sensory evaluation revealed that the crispness is moderate level and increase when the mulberry powder was increased ($p < 0.05$). However, the score for flavor, color, smell and overall favor in mulberry meringue product had not significance difference ($p > 0.05$).

Keywords: Meringue, Mulberry Powder, Mulberry Meringue, Reduced Sugar

บทนำ

จากการสำรวจพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากร โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติพบว่า ประชาชนส่วนใหญ่มีการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่มีพลังงานสูงเป็นประจำ การที่อาหารและเครื่องดื่มมีปริมาณไขมันและน้ำตาลสูง จึงเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมวิกฤตภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในสังคมไทย เมื่อพิจารณาการบริโภคอาหารจำแนกตามกลุ่มอายุ พบว่า กลุ่มเด็กและเยาวชนมีการบริโภคอาหารที่มีไขมันสูง ขนมหวานเล่นหรือขนมกรุบกรอบมากกว่ากลุ่มวัยทำงานและวัยสูงอายุ แต่บริโภคผักและผลไม้ไม่น้อยกว่า โดยพฤติกรรมเหล่านี้ส่งผลทำให้เด็กและเยาวชนมีแนวโน้มมีน้ำหนักตัวเกินมาตรฐานและอ้วนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาว เพราะภาวะอ้วนเหล่านี้เป็นปัจจัยของการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ หลายโรค เช่น โรคเบาหวาน ภาวะความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น [1] สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ระบุว่า การบริโภคน้ำตาลปริมาณมากจากเครื่องดื่ม ขนมหวาน หรือจากน้ำตาลโดยตรงเป็นประจำ จะกลายเป็นพลังงานส่วนเกินที่ร่างกายเก็บสะสมไว้ในรูปแบบไขมัน ส่งผลให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นและอ้วนในที่สุด [2] เป็นที่ทราบกันดีว่า “ลดหวาน=ลดโรค” ซึ่งน้ำตาลจัดเป็นสารอาหารที่อยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต โดยน้ำตาล 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี และโดยทั่วไปอาหารเกือบทุกชนิดจะมีน้ำตาลธรรมชาติเป็นส่วนประกอบอยู่แล้ว เราจึงควรควบคุมการได้รับน้ำตาลที่เพิ่มเติมให้เหมาะสมตามที่องค์การอนามัยโลกแนะนำว่า ผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพปกติ ที่ต้องการพลังงาน 2,000 กิโลแคลอรี ปริมาณที่ได้จากการบริโภคน้ำตาลที่เพิ่มเติมในแต่ละวัน ไม่ควรเกิน 6 ช้อน หรือ 24 กรัม และสำหรับเด็กควรจำกัดไม่เกิน 4 ช้อนชา หรือ 16 กรัม [3] นอกจากนี้พบว่าในช่วง 10 กว่าปีมานี้มีงานวิจัยหลายชิ้นชี้ชัดว่า การลดแป้ง (ลดคาร์โบไฮเดรต) หรืออาหาร low-carb มีผลดีต่อการลดความอ้วน และลดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจได้อย่างมาก นอกจากนี้ข้อมูลจาก Google Trends ยังแสดงให้เห็นถึงการค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับ “healthy food” (อาหารสุขภาพ) และ “low carb” (การทานอาหารแบบที่มีการลดปริมาณคาร์โบไฮเดรตลง) มีอัตราค้นหาเพิ่มขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา รวมไปถึงกระแสการรับประทานอาหารที่ปราศจากน้ำตาลหรือมีปริมาณน้ำตาลน้อย

ปัจจุบันกำลังได้รับความสนใจในโซเซียลมีเดีย [4] ผู้บริโภคเริ่มมองหาอาหารที่ “หวานน้อย, ไม่มีน้ำตาล” เป็นเทรนด์รักสุขภาพที่น่าจับตา [3]

เมอแรงค์ (meringue) เป็นขนมหวานที่ทำจากไข่ขาวตีกับน้ำตาลจนขึ้นฟู และเติมตัวช่วยขึ้นรูป เช่น ครีมออฟทาร์ทาร์ แป้งข้าวโพด เป็นต้น เมื่อนำไปอบด้วยความร้อน จะได้เป็นขนมขบเคี้ยวแบบคุกกี้กรอบ มีลักษณะเบาฟูและหวานมาก เมอแรงค์เป็นผลิตภัณฑ์ที่อาศัยคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของไข่ขาวในการเกิดโฟม (Foaming Agent) โปรตีนไข่ขาวมีบทบาทสำคัญในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ (Bakery) การตีไข่ขาวทำให้โปรตีนไข่ขาวสูญเสียสภาพธรรมชาติ (Protein Denaturation) เนื่องจากแรงกล ทำให้โปรตีนเกิดการคลายตัว และกักอากาศไว้ ภายในมีลักษณะเป็นโฟมโปร่งฟู [5] เมอแรงค์สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทตามลักษณะและกระบวนการทำ คือ เฟรนช์เมอแรงค์ สวิสเมอแรงค์ และ อิตาลีเมอแรงค์ โดยสวิสเมอแรงค์ เป็นโฟมไข่ขาวที่จะมีการนำไข่ขาวไปให้ความร้อนอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะนำมาตีกับน้ำตาลจนเป็นโฟม โฟมที่ได้จะมีความคงตัวมากกว่าโฟมของเฟรนช์เมอแรงค์ ขนมเมอแรงค์เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีผู้บริโภคจำนวนหนึ่งให้ความสนใจ แต่เป็นขนมที่มีรสหวาน มีปริมาณน้ำตาลเป็นส่วนประกอบสูง หากลดปริมาณน้ำตาลในขนมเมอแรงค์ลง ก็จะส่งผลดีต่อผู้บริโภค

มัลเบอร์รี่ (Mulberry) เป็นผลจากต้นหม่อนที่เป็นไม้พุ่มขนาดย่อม หรือ ที่นิยมเรียกว่า ผลหม่อน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Morus alba* Linn. โดยส่วนมากพบทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อใช้ใบสำหรับเลี้ยงหนอนไหมในการผลิตเส้นไหม [6] มัลเบอร์รี่ผลดิบมีสีเขียวยาวและมีรสเปรี้ยว ส่วนผลสุกจะมีสีแดงเข้มถึงม่วงดำ และมีรสหวาน เป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยพบว่าผลมัลเบอร์รี่สุกอุดมไปด้วยสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) สารโพลีฟีนอล (Polyphenols) และแอนโทไซยานิน (Anthocyanins) ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าในผลแบลคเบอร์รี่ บลูเบอร์รี่ ราสเบอร์รี่ และสตอเบอร์รี่ [7] สารเหล่านี้มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากนี้ยังมีกรดโพลีค วิตามินเอ วิตามินบี 6 และวิตามินซี ที่มีประโยชน์ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง โรคหัวใจ บำรุงสายตา บำรุงผิว เป็นประโยชน์ต่อการทำงานของตับและไต ช่วยผ่อนคลายความเครียด และช่วยให้เซลล์เม็ดเลือดแดงเจริญเต็มที่ [6] งานวิจัยของ Xu *et al.* (2020) พบว่า สารประกอบฟีนอลิกที่อยู่ในผลมัลเบอร์รี่สุกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง ช่วยป้องกันการเกิดโรคเบาหวานได้ จากผลงานวิจัยชี้ให้เห็นว่าการบริโภคผลมัลเบอร์รี่อย่างเหมาะสมอาจช่วยป้องกันและลดการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบของระบบประสาท [8] นอกจากนี้ Chen *et al.* (2017) ยังพบว่าสารประกอบฟีนอลิก สารโพลีฟีนอล และแอนโทไซยานิน ที่พบในผลมัลเบอร์รี่สุกมีฤทธิ์ช่วยในการป้องกันการอักเสบของเซลล์ตับได้อีกด้วย สอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบันที่ผู้บริโภคมีความตระหนักถึงบทบาทสำคัญของอาหารเพื่อสุขภาพ และยอมรับแนวความคิดอาหารที่มีคุณค่าในเชิงการบำบัดโรคมากขึ้น [7]

จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยเห็นแนวทางในการต่อยอดเกี่ยวกับเทรนด์อาหารที่ได้รับความนิยมในหัวข้อ “ลดน้ำตาล” และสนใจศึกษาการลดปริมาณน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมเมอแรงค์ลงจากสูตรปกติทั่วไปที่มีในท้องตลาด ซึ่งพบว่าสูตรพื้นฐานที่ทำเมอแรงค์ส่วนใหญ่จะใช้น้ำตาลในปริมาณ 2 เท่าของน้ำหนักไข่ขาวที่ใช้ [9] ซึ่งทำให้เมอแรงค์มีรสหวานมากเกินไป ดังนั้นจึงสนใจศึกษาการลดปริมาณน้ำตาลและเสริมคุณค่าทางโภชนาการด้วยมัลเบอร์รี่ผง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ หวานน้อย เพิ่มรสชาติให้มีความหลากหลาย เพื่อเป็นขนมทานเล่นที่ดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณอัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาวที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์
2. เพื่อศึกษาปริมาณของมัลเบอร์รี่ผงที่มีผลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์

3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริม
มัลเบอร์รี่ผงเพื่อสุขภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณอัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาวที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์

1.1 การเตรียมผงมัลเบอร์รี่ : ใช้ผลมัลเบอร์รี่พันธุ์เชียงใหม่ (*Morus alba* var. Chiangmai) คัดเลือกผลสุก
ที่มีสีม่วงเข้มทั้งผล นำมาล้างให้สะอาด ปั่นผลมัลเบอร์รี่กับน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:1 ด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้
นำไปกรอง วัตถุประสงค์การวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ได้เท่ากับ 6.27 ± 0.06 (%Brix)
และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 3.04 ± 0.03 แล้วจึงนำน้ำมัลเบอร์รี่ไปทำการอบแห้งแบบโฝมแมท โดยใช้
ผงไข่ขาวเป็นสารก่อโฝมที่อัตราส่วนร้อยละ 5 จากนั้นตีให้เกิดโฝมด้วยเครื่องผสมอาหาร (kitchen aid mixer) ใช้
ความเร็วในการตีระดับ 10 เป็นเวลา 25 นาที อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที จากนั้น
นำมัลเบอร์รี่อบแห้งที่ได้มาบดเป็นผง และเก็บบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป

1.2 การศึกษาปริมาณอัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาวที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์
การศึกษาในครั้งนี้ใช้วิธีการทำเมอแรงค์ประเภทสวิสเมอแรงค์ ในการศึกษาปริมาณอัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาว
แตกต่างกัน 3 สูตร คือ 2:1, 1:1 และ 0.5:1 การทดลองนี้ใช้เครื่องผสมอาหาร (kitchen aid mixer) ความเร็วในการ
ตีระดับ 10 เป็นเวลา 3 นาที วัตถุประสงค์การวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ได้เท่ากับ 6.27 ± 0.06 (%Brix)
และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 3.04 ± 0.03 แล้วจึงนำน้ำมัลเบอร์รี่ไปทำการอบแห้งแบบโฝมแมท โดยใช้
ผงไข่ขาวเป็นสารก่อโฝมที่อัตราส่วนร้อยละ 5 จากนั้นตีให้เกิดโฝมด้วยเครื่องผสมอาหาร (kitchen aid mixer) ใช้
ความเร็วในการตีระดับ 10 เป็นเวลา 25 นาที อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที จากนั้น
นำมัลเบอร์รี่อบแห้งที่ได้มาบดเป็นผง และเก็บบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป

2. ศึกษาปริมาณของมัลเบอร์รี่ผงที่มีผลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์

ใช้ปริมาณผงมัลเบอร์รี่ที่เข้มข้นแตกต่างกัน 4 ระดับ คือผงมัลเบอร์รี่ร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 (w/w) ในการ
ทำผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ โดยใช้เครื่องผสมอาหาร (kitchen aid mixer) ตีด้วยความเร็วระดับ 10 เวลา 90 วินาที
จากนั้นอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที สังเกตลักษณะการตั้งยอดของโฝม และลักษณะของ
ผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ที่ได้หลังจากการอบ จากนั้นวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์
ที่ได้ ดังนี้

- วัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี (Minolta รุ่น Chroma Meter CR-400) รายงานผลเป็นค่าสีในระบบ CIE ซึ่งประกอบด้วยค่า L^* (ค่าความสว่าง) a^* (สีเขียว-แดง) และ b^* (สีน้ำเงิน-เหลือง)
- วัดค่ากิจกรรมของน้ำ (water activity, a_w) โดยใช้เครื่องวัดค่า water activity meter (aqua lab)
- วัดค่าความกรอบด้วยเครื่อง Texture analyzer รุ่น TA.XT Plus ; United Kingdom (ชุดหัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm.; กำหนดParameter ในการวัดค่าดังนี้ Pre-test speed เท่ากับ 1 mm/sec, Test-speed เท่ากับ 2 mm/sec, Post-test speed เท่ากับ 10 mm/sec.; Strain 70%; Trigger force 10.0 g.)

3. ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผง

นำไปให้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ
ความกรอบ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)
ให้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และความแตกต่างทางสถิติของ
ค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95




ผลการวิจัย

ผลการศึกษาปริมาณอัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาวในการทำผลิตภัณฑ์สวิสเมอแรงค์

ผลการศึกษาปริมาณอัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาวแตกต่างกัน 3 สูตร คือ 2:1, 1:1 และ 0.5:1 ในการทำผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ จากการวัดคุณภาพทางกายภาพของโฟมไข่ โดยวัดการตั้งยอดด้วยการวัดมุมปลายยอด วัดความสูงและความกว้างของฐานโฟมไข่ พบว่า สูตรที่ใช้ปริมาณอัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาวที่อัตราส่วน 1:1 วัดมุมปลายยอดของโฟมได้เท่ากับ 84° โดยที่สูตรอื่นไม่สามารถวัดมุมยอดของโฟมได้ นอกจากนี้วัดความสูงและความกว้างของฐานโฟมได้ 5.41 และ 9.19 เซนติเมตร ตามลำดับ

เมื่อสังเกตลักษณะการตั้งยอดของโฟม ลักษณะปรากฏของโฟมที่ได้ พบว่า ลักษณะการตั้งยอดของโฟมไข่ที่อัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาว 2:1 ได้โฟมที่มีความละเอียด เนื้อเนียน มีฟองอากาศขนาดเล็ก เป็นมันเงา เมื่อทิ้งไว้สักพักจะไม่ยุบตัว หรือยุบตัวน้อยมาก เกิดเกล็ดผลึกน้ำตาลหลังตีเสร็จเล็กน้อย ที่อัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาว 1:1 พบว่าโฟมที่ได้มีลักษณะตั้งยอดแข็ง มีความเบา มีฟองอากาศขนาดเล็ก เนื้อโฟม ละเอียด ไม่เป็นมันเงา เมื่อทิ้งไว้สักพักจะยุบตัวเล็กน้อย และที่อัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาว 0.5:1 พบว่า โฟมที่ได้ค่อนข้างเบา และฟู มีฟองอากาศขนาดใหญ่ เนื้อโฟมไม่ละเอียด เกาะเป็นกลุ่มก้อน ไม่เป็นมันเงา ไม่ตั้งยอด เมื่อทิ้งไว้สักพักจะยุบตัวเป็นลิ่มและแตกตัวแยกชั้นเป็นก้อนอย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบลักษณะการตั้งยอด (peak) ของโฟมไข่ และลักษณะของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ที่อัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาวแตกต่างกัน

อัตราส่วน ของน้ำตาล ต่อไข่ขาว	ลักษณะการตั้งยอดของโฟมไข่	คุณภาพทางกายภาพของโฟม		
		ความสูง (cm)	ฐานกว้าง (cm)	มุมยอด (°)
2 : 1		3.81	8.10	วัดมุมยอดไม่ได้ เนื่องจากโฟม ไข่ตั้งยอดอ่อน และโค้งลงมา
1 : 1		5.41	9.19	84°
0.5 : 1		4.27	7.01	วัดมุมยอดไม่ได้ เนื่องจากโฟม ไข่ไม่ตั้งยอด

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์หลังอบ (ดังแสดงในภาพที่ 1) พบว่า เมอแรงค์ที่อัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาว 2:1 มีลักษณะภายนอกคล้ายคุกกี้ มีสีชาวดำน ผิวเรียบเนียน เนื้อสัมผัสกรอบ รูปทรงไม่เปลี่ยนแปลงจากก่อนอบ ลักษณะภายในหลังอบมีรูฟองอากาศเล็ก กระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ ไม่เป็นโพรงอากาศขนาดใหญ่ ส่วนเมอแรงค์ที่อัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาว 1:1 ลักษณะภายนอกคล้ายคุกกี้ มีสีชาวดำน ผิวด้านนอกไม่เรียบเนียน เนื้อสัมผัสกรอบ รูปทรงไม่เปลี่ยนแปลงจากก่อนอบ ลักษณะภายในหลังอบเป็นโพรงเนื่องจากฟองอากาศขนาดกลางแทรกอยู่บางส่วน แต่เมอแรงค์ยังคงมีเนื้อแน่น และสำหรับลักษณะของเมอแรงค์ที่อัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาว 0.5:1 พบว่ามีลักษณะผิวภายนอกขรุขระ ไม่เรียบเนียน รูปทรงมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการอบ เนื้อสัมผัสคล้ายขนมสายไหม ละลายได้ง่าย มีสีเหลืองอ่อน เนื้อสัมผัสกรอบแต่ไม่แน่นเนื้อ ลักษณะภายในหลังอบเป็นโพรงเนื่องจากฟองอากาศขนาดกลางและขนาดใหญ่ เมื่อพักไว้ภายนอก ภาชนะดูความชื้นอย่างรวดเร็ว ลักษณะภายในหลังอบเป็นโพรงขนาดใหญ่ มีรูอากาศใหญ่และมาก เกิดการยุบตัวอย่างเห็นได้ชัด จากผลการทดลองจึงเลือกสวิตเมอแรงค์ที่ใช้อัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาวที่ 1:1 ซึ่งใช้น้ำตาลในปริมาณที่ต่ำกว่าสูตรพื้นฐานถึง 50% และยังคงคุณลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ ทั้งด้านรูปทรง และเนื้อสัมผัส ในการทดลองต่อไป



ภาพที่ 1 ภาพลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ที่อัตราส่วน 2:1 (ภาพ a), 1:1 (ภาพ b) และ 0.5:1 (ภาพ c)













ผลการศึกษาปริมาณของมัลเบอร์รี่ผงที่มีผลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์

ผลการเสริมมัลเบอร์รี่ผงในการทำผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เพื่อสุขภาพ โดยศึกษาปริมาณผงมัลเบอร์รี่ที่ใช้แตกต่างกัน 4 ระดับ คือร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 โดยน้ำหนัก (% w/w) ใช้เครื่องผสมอาหาร (kitchen aid mixer) ความเร็วระดับ 10 เวลา 90 วินาที จากนั้นอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที สังเกตลักษณะการตั้งยอดของโฟม และลักษณะของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ที่ได้หลังจากการอบ ดังแสดงในตารางที่ 2

จากผลการทดลองพบว่า สูตรที่ยังไม่ได้เติมผงมัลเบอร์รี่ (0%; Control) นั้น มีลักษณะการตั้งยอดอ่อน แต่เมื่อเพิ่มปริมาณผงมัลเบอร์รี่ลงไปทำให้ได้ยอดโฟมที่แข็งแรงขึ้น เนื่องจากผงมัลเบอร์รี่มีส่วนผสมของผงไข่ที่ใช้ในการเกิดโฟมระหว่างกระบวนการทำแห้งแบบโฟมแมท จึงช่วยเสริมให้โครงสร้างของโฟมแข็งแรงขึ้น โฟมไม่ยุบตัวระหว่างการอบ นอกจากนี้ยังพบว่า ผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ที่มีมัลเบอร์รี่ผง 0% (Control) ลักษณะภายนอกหลังอบมีสีชาวดำน ผิวด้านนอกไม่ค่อยเรียบ เนื้อสัมผัสกรอบ ลักษณะภายในหลังอบ เป็นโพรงมีรูของฟองอากาศ ผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ที่มีมัลเบอร์รี่ผง 3% เนื้อสัมผัสคล้ายคุกกี้ มีสีชาวดำน มีจุดสีม่วงของผงมัลเบอร์รี่กระจายตัวให้เห็นอยู่บ้างเล็กน้อย ผิวไม่ค่อยเรียบเนียน เนื้อสัมผัสกรอบ ด้านในเป็นโพรงมีรูฟองอากาศ ผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ที่มีมัลเบอร์รี่ผง 6% มีลักษณะและเนื้อสัมผัสคล้ายคุกกี้ มีสีม่วงอ่อน และมีจุดสีม่วงกระจายตัวอยู่มากกว่าสูตร 3% ผิวไม่ค่อยเรียบเนียน เนื้อสัมผัสกรอบ ด้านในเป็นโพรงมีรูฟองอากาศขนาดเล็ก และสำหรับผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ที่มีมัลเบอร์รี่ผง 9% มีลักษณะและเนื้อสัมผัสคล้ายคุกกี้ มีสีม่วงอ่อน แต่มีจุดสีม่วงที่เข้มมากกว่าสูตรอื่นๆ มีจุดสีม่วงขนาดเล็กกระจายทั่วทั้งชิ้น เนื้อสัมผัสกรอบ แน่นเนื้อ ลักษณะด้านในของเมอแรงค์มีรู

ของอากาศขนาดเล็กและละเอียดแน่นมากกว่าสูตรอื่น เมื่อทำการตัดผ่าครึ่งเพื่อดูโครงสร้างภายในจะต้องใช้แรงในการตัดมากกว่า เนื่องจากมีความแข็งมากกว่าสูตรอื่น

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะการตั้งยอด (peak) ของโฟมไข่ และลักษณะของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ที่ความเข้มข้นของมัลเบอร์รี่ผงแตกต่างกัน 4 ระดับ คือร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 โดยน้ำหนัก (% w/w)

ความเข้มข้นของ			
มัลเบอร์รี่ผง (w/w)	ลักษณะการตั้งยอดของโฟม	ผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผง	
0% (Control)			
3%			
6%			
9%			

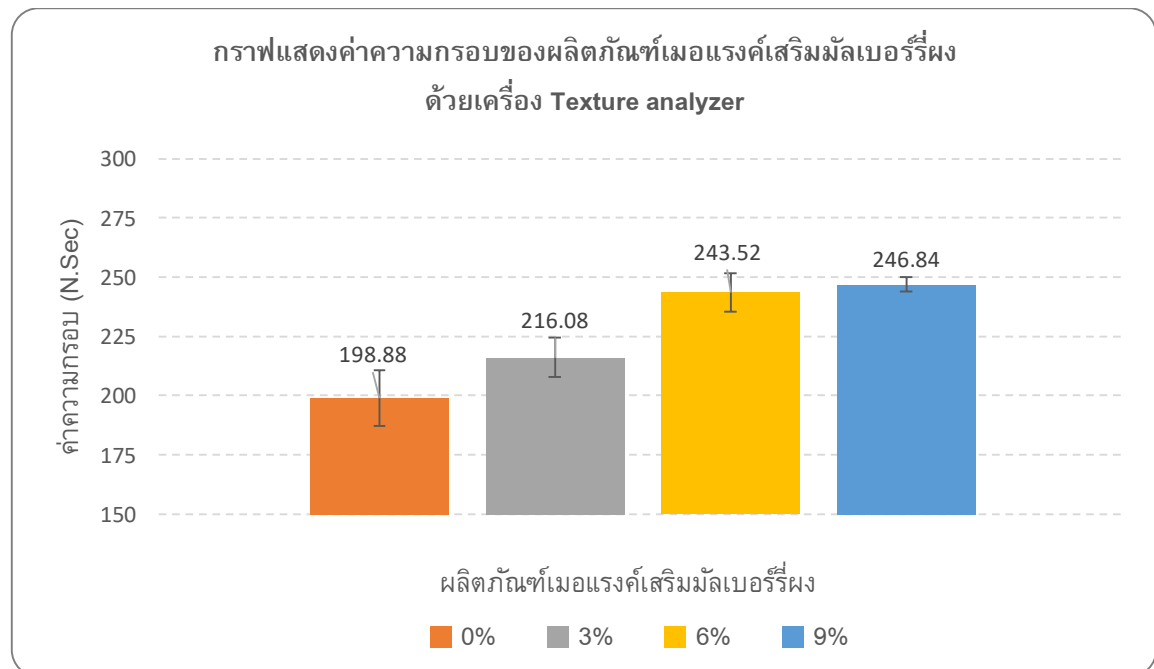
จากผลการทดลองในตารางที่ 3 พบว่า ค่า L^* และ b^* ของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ค่า a^* มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณผงมัลเบอร์รี่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้การวิเคราะห์ค่าค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w) พบว่า เมื่อเติมผงมัลเบอร์รี่ที่ความเข้มข้น 3% ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมของน้ำ ($p > 0.05$) แต่เมื่อเพิ่มปริมาณผงที่ความเข้มข้น 6% ขึ้นไป มีผลทำให้ค่ากิจกรรมของน้ำลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าความกรอบด้วยเครื่อง Texture analyzer ได้ผลแสดงในภาพที่ 2 เป็นกราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความกรอบของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผงที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณผงมัลเบอร์รี่มีผลทำให้ค่าความกรอบของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยค่าความกรอบของเมอแรงค์ที่ไม่มีการเสริมด้วยผงมัลเบอร์รี่ (Control) มีค่าความกรอบเท่ากับ 198.88 ± 11.71 N.sec เมื่อเสริมด้วยมัลเบอร์รี่ผงที่ 3%, 6% และ 9% พบว่าเมอแรงค์วัดค่าความกรอบได้เท่ากับ 216.08 ± 8.28 , 243.52 ± 8.28 และ 246.84 ± 3.11 N.sec ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผง

ความเข้มข้น มัลเบอร์รี่ผง (w/w)	ค่าสี			ค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w)
	L*	a*	b*	
0 % (Control)	93.21 ^a ± 0.39	-0.90 ^c ± 0.14	0.34 ^a ± 0.01	0.34 ^a ± 0.01
3 %	80.19 ^b ± 0.21	-0.94 ^c ± 0.06	0.34 ^a ± 0.01	0.34 ^a ± 0.01
6 %	77.28 ^c ± 0.67	4.56 ^b ± 0.28	0.31 ^b ± 0.01	0.31 ^b ± 0.01
9 %	74.34 ^d ± 0.36	6.15 ^a ± 0.14	0.32 ^b ± 0.01	0.32 ^b ± 0.01

หมายเหตุ: a,b,c,... ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพที่ 2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความกรอบของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผง

ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริม มัลเบอร์รี่ผงเพื่อสุขภาพ

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผง โดยประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบ โดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผง

คุณลักษณะ ทางประสาทสัมผัส	ผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผง (% w/w)			
	0%	3%	6%	9%
สี ^{ns}	6.76 ± 1.49	6.72 ± 1.69	6.62 ± 1.55	7.04 ± 1.28
กลิ่น ^{ns}	5.48 ± 2.06	5.52 ± 2.14	5.30 ± 1.94	5.24 ± 2.03
ความกรอบ	6.42 ^b ± 1.57	6.82 ^{ab} ± 1.41	6.96 ^{ab} ± 1.58	7.06 ^a ± 1.36
รสชาติ ^{ns}	7.14 ± 1.39	6.76 ± 1.76	6.76 ± 1.49	6.50 ± 1.68
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.26 ± 1.27	6.98 ± 1.35	7.00 ± 1.31	6.88 ± 1.29

หมายเหตุ : a,b,c,...ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่าความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ของทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ความชอบในคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมผงมัลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพ พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านความกรอบของเมอแรงค์ที่เสริมผงมัลเบอร์รี่ที่ 9% สูงที่สุด ($p < 0.05$) คะแนนความชอบด้านความกรอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.06) ($p < 0.05$) และคะแนนความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมผงมัลเบอร์รี่เพื่อสุขภาพอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณอัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาวส่งผลต่อการตั้งยอดของโฟมไข่ โดยน้ำตาลช่วยให้โครงสร้างไข่ขาวแข็งแรง เมอแรงค์สูตรที่ใช้น้ำตาลต่อไข่ขาวในอัตราส่วน 2:1 ลักษณะของโฟมที่ได้จะมีเนื้อเนียนละเอียด เป็นมันเงา ตั้งยอดอ่อน มีความแน่นและเหนียว โฟมไข่ไม่เกิดการยุบตัวหรือยุบตัวน้อยมาก ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ดีของการทำเมอแรงค์สูตรพื้นฐาน สอดคล้องกับ Raikos *et al.* (2007) ที่พบว่า การเติมน้ำตาลลงไป ในระหว่างการตีโฟมไข่ขาวส่งผลต่อโครงสร้างภายในโฟม น้ำตาลจะเป็นตัวช่วยให้ดูดซับอากาศไว้ภายใน

โครงสร้างโฟมได้มากขึ้น [10] เมื่อลดปริมาณอัตราส่วนน้ำตาลต่อไข่ขาวลงจะส่งผลให้คุณภาพของโฟมลดลง เนื้อโฟมมีความละเอียดน้อยกว่า ไม่ตั้งยอดอ่อน เมื่อพักโฟมไข่ขาวที่ผ่านการตีให้ตั้งยอดทิ้งไว้ โฟมไข่ขาวจะเกิดการยุบตัวและแตกตัวเป็นก้อนเล็ก ลักษณะที่ปรากฏของเมอแรงค์หลังผ่านการอบ สูตรที่ใช้น้ำตาลต่อไข่ขาวในอัตราส่วน 2:1 จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสกรอบคล้ายคุกกี้ มีสีขาว ผิวเรียบเนียน ภายในมีรูฟองอากาศเล็กน้อย แต่หากมีการลดปริมาณอัตราส่วนน้ำตาลลง จะทำให้เมอแรงค์จะมีลักษณะคล้ายสายไหม ละลายค่อนข้างเร็ว รูปร่างอิสระไม่อยู่ทรง ภายในเป็นโพรงขนาดใหญ่ มีรูอากาศค่อนข้างใหญ่ เกิดการยุบตัวอย่างเห็นได้ชัด เมื่อพักไว้ภายนอกภาชนะดูความชื้นอย่างรวดเร็ว การยุบตัวของเมอแรงค์ที่เกิดขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์ และจักรวาล ภูเสม (2556) ที่พบว่าการยุบตัวของมาการองเกิดจากชั้นโปรตีนที่ห่อหุ้มฟองอากาศไม่แข็งแรง ฟองอากาศภายในดันทะลุออกมา ทำให้ปริมาตรของฟองฟูที่เกิดขึ้นลดลง เมื่อนำไปอบให้สุกจึงเกิดการยุบตัว [11] ดังนั้นจึงเลือกเมอแรงค์ที่มีอัตราส่วนของน้ำตาลต่อไข่ขาวที่ 1:1 ในการทำเมอแรงค์เสริมผงมัลเบอร์รี่ เพื่อให้ได้เมอแรงค์ที่มีรูปทรงที่ดี มีปริมาณน้ำตาลต่ำลงจากสูตรมาตรฐาน (2:1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ขวัญชนก เกิดทิพย์ (2560) ที่ศึกษาการทำเมอแรงค์โดยการลดปริมาณน้ำตาลลง 50% จากสูตรพื้นฐาน โดยเลือกจากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคสูงที่สุด [9]

การเสริมผงมัลเบอร์รี่ในผลิตภัณฑ์เมอแรงค์แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0%, 3%, 6% และ 9% (w/w) มีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ เนื่องจากผลมัลเบอร์รี่สุกนั้นมีส่วนประกอบของสารแอนโทไซยานินที่เป็นสารสีม่วง ที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยปริมาณสารแอนโทไซยานินในผลมัลเบอร์รี่สุกนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ด้านพันธุกรรม ชนิดและสายพันธุ์ พื้นที่ปลูก สภาพแวดล้อมในการเพาะปลูก ปัจจัยทางสรีรวิทยา ฤดูเก็บเกี่ยว วิธีการเก็บรักษา และการแปรรูปหลังการเก็บเกี่ยว เป็นต้น [12] ดังนั้นเมื่อเสริมผงมัลเบอร์รี่ลงไปในการทำผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้ค่าสี L^* และ b^* ของเมอแรงค์ มีค่าลดลง ($p < 0.05$) แต่ค่า a^* เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดยผงมัลเบอร์รี่ที่เติมลงไปเพื่อเสริมในผลิตภัณฑ์เมอแรงค์นั้นมีลักษณะเป็นผงสีม่วง จึงทำให้เมอแรงค์ที่ได้มีสีม่วงอ่อน นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิในการอบยังส่งผลต่อค่าสีของผงมัลเบอร์รี่ ซึ่งจากงานวิจัยของ ธนวรรณ อวยศักดิ์ไชยงค์ และจิรายุ มุสิก (2563) พบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้นจะมีผลทำให้ค่า L^* และ b^* ของผงมัลเบอร์รี่มีค่าลดลง แต่ค่า a^* เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ด้วยเช่นกัน [13] นอกจากนี้ยังพบว่า มีจุดสีม่วงกระจายอยู่ทั่วชั้นของเมอแรงค์ ทั้งนี้เนื่องจากผงมัลเบอร์รี่ที่เติมในผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ไม่เกิดการละลายเป็นเนื้อเดียวกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ จันท์เรดิฉฉาย สังเกตกิจ (2560) ที่พบว่าการใช้ไข่ขาวเป็นสารช่วยก่อโฟมเพียงอย่างเดียวจะทำให้ผงที่ได้มีความสามารถในการละลายต่ำกว่าการใช้ไข่ขาวร่วมกับ CMC [14] ดังนั้นเมื่อเติมผงมัลเบอร์รี่ลงไประหว่างการตีโฟมที่ใช้เวลาในการตีเพียง 90 วินาที จึงอาจมีผลทำให้ผงมัลเบอร์รี่ละลายไม่สมบูรณ์ เกิดเป็นจุดสีม่วงในชั้นเมอแรงค์ ทั้งนี้เนื่องมาจากผงมัลเบอร์รี่ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ผ่านกระบวนการอบแห้งแบบโฟมแมทที่มีผงไข่ขาวเป็นสารช่วยเกิดโฟม แต่เมื่อเสริมผงมัลเบอร์รี่ที่ 10% กลับพบว่าจุดสีม่วงมีขนาดเล็กลง เมอแรงค์มีเฉดสีม่วงสม่ำเสมอขึ้น จึงทำให้เห็นเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น

ผลิตภัณฑ์เมอแรงค์ที่เสริมผงมัลเบอร์รี่ที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 3% มีผลทำให้ค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w) ลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล และตรีสินธุ์ โพธารส (2561) ที่พบว่าระดับของปริมาณไข่ขาวมีผลต่อค่า a_w อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อความเข้มข้นของไข่ขาวสูงขึ้นจะทำให้ซูปพิกของผงมีค่า a_w และความชื้นลดลง [15] การเพิ่มปริมาณไข่ขาวจะทำให้ระยะเวลาในการทำแห้งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากทำให้อากาศแทรกตัวอยู่ในโครงสร้างของโฟมได้มากขึ้น จึงเพิ่มความพรุนให้กับโครงสร้างของโฟมส่งผลให้ลดอัตราการทำแห้งและระยะเวลาการทำแห้ง [16] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณผงมัลเบอร์รี่ ซึ่งมีไข่ขาวเป็นสารช่วยก่อโฟมเป็นส่วนผสมอยู่บางส่วนแล้ว เมื่อนำมาเสริมในการทำเมอแรงค์จึงทำให้ค่า a_w ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้การวิเคราะห์ค่าความกรอบของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง

Texture Analyzer พบว่าเมอแรงค์จะมีความกรอบเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณผงมัลเบอร์รี่ที่เสริมเข้าไปในผลิตภัณฑ์ โดยพบว่าผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผงที่ 9% ให้ค่าความกรอบสูงสุดที่ 246.84 ± 3.11 N.Sec

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผง ทั้ง 4 สูตร ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ให้คะแนนความชอบด้านความกรอบของเมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผงที่ 9% สูงที่สุด ($p < 0.05$) โดยให้คะแนนความชอบด้านความกรอบในระดับชอบปานกลาง (7.06) และความชอบโดยรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผงอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง จากงานวิจัยของขวัญชนก เกิดทิพย์ (2560) ที่ศึกษาการทำเมอแรงค์โดยลดปริมาณน้ำตาลลง 50% จากสูตรพื้นฐาน ปรับแต่งกลิ่นรสด้วยสตอเบอร์รี่ มันท่วง และกลิ่นสังเคราะห์ รวมกัน 16.61% พบว่าได้คะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก [9] ดังนั้นหากเพิ่มปริมาณผงมัลเบอร์รี่ที่เสริมในผลิตภัณฑ์เมอแรงค์มากกว่า 9% น่าจะช่วยเพิ่มคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผงให้มีระดับคะแนนความชอบสูงขึ้นได้ ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผงที่ไม่มีส่วนผสมของน้ำตาลทราย หรือการใช้สารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงานทดแทนการใช้น้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์เมอแรงค์เสริมมัลเบอร์รี่ผง ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบหรือขนมทานเล่นที่มีโปรตีนสูง มีส่วนผสมของน้ำตาลต่ำ แต่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูงได้

สรุปผลการวิจัย

ผลิตภัณฑ์เมอแรงค์น้ำตาลต่ำเสริมมัลเบอร์รี่ผงเพื่อสุขภาพ สามารถลดปริมาณน้ำตาลลง 50% จากสูตรพื้นฐาน และเสริมคุณค่าทางโภชนาการด้วยสารแอนโทไซยานินจากมัลเบอร์รี่ผง ที่สามารถช่วยเสริมโครงสร้างโฟมให้แข็งแรง เพิ่มความคงตัวของโฟม ทั้งยังช่วยเพิ่มความกรอบให้กับเมอแรงค์ได้ เมื่อเทียบกับเมอแรงค์น้ำตาลต่ำสูตรควบคุม (ที่ไม่เติมมัลเบอร์รี่ผง) ทั้งนี้ควรเพิ่มปริมาณผงมัลเบอร์รี่ในผลิตภัณฑ์ให้มีปริมาณสูงขึ้น เพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส รสชาติ ของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณผงมัลเบอร์รี่ยังจะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากผลมัลเบอร์รี่สุกให้กับผลิตภัณฑ์เมอแรงค์อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] อรรถเกียรติ กาญจนพิบูลวงศ์; ภาณุวัฒน์ คำวังสง่า; และ สุธิตา แก้วทา. (2563). รายงานสถานการณ์โรค NCD เบาหวาน ความดันโลหิตสูง และปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง พ.ศ.2562. ISBN 978-616-11-4313-8: สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนดดิไซน์. หน้า 55-57.
- [2] ประไพศรี ศิริจักรวาล. (2562, 20 มีนาคม). คนแต่ละวัยกินน้ำตาลได้แค่ไหน?. สืบค้นเมื่อ 13 มีนาคม 2563, จาก <http://www.thaihealth.or.th/con/48031-คนแต่ละวัย>.
- [3] ศิริพร อริยพุทธิรัตน์. (2564). 7 อาหารลดน้ำตาลในเลือด. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2564, จาก <https://www.thebangkokinsight.com/news/columnists/546551/>.
- [4] Hannah Shi. (2564). *Health & Wellness: How are Consumers Talking about Sugar-Free Food on Social Media in Asia?*. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2564, จาก <https://www.linkfluence.com/blog/sugar-freefood-on-social-media-asia>.
- [5] อธิป บุญศิริวิทย์; และ นภัทร ศรีวะรมย์. (2561). การผลิตขนมอบจากไข่ขาวประเภทการอบโดยการใช้ถั่วลิสงและเม็ดมะม่วงหิมพานต์ผงทดแทนอัลมอนต์ผง. *วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี*. 12(2): 182-192.

- [6] จิตต์เรขา ทองมณี. (2562). *ผลไม้เล็กๆ...แต่คุณค่าไม่เล็ก*. สำนักเทคโนโลยีชุมชนกรมวิทยาศาสตร์บริการ. สืบค้นเมื่อ 13 มีนาคม 2563, จาก http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_knowledge/com-8-62-Mulberry.pdf
- [7] Wei Chen; Yuting Li; Tao Bao; and Vemana Gowd. (2017). Mulberry fruit extract affords protection against ethyl carbamate-induced cytotoxicity and oxidative stress. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Article ID 1594963, from <https://doi.org/10.1155/2017/1594963>.
- [8] Xue Xu; Yuying Huang; Jingwen Xu; Xiangjiu He; and Yihai Wang. (2020). Anti-neuroinflammatory and antioxidant phenols from mulberry fruit (*Morus alba* L.). *Journal of Functional Foods*. 68(2020).
- [9] ขวัญชนก เกิดทิพย์. (2560). *การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพในการพัฒนาขนมเมอแรงค์เพื่อสุขภาพ*. สารนิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. (การจัดการอุตสาหกรรม). สงขลา: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [10] Vassilios Raikos; Lydia Campbell; and Stephen R.Euston. (2007). Effect of sucrose and sodium chloride on foaming properties of egg white proteins. *Food Research International*. 40(3): 347-355.
- [11] เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์; และ จักรวาท ภู่อสม. (2556). *การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด*. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- [12] กิตติศักดิ์ ธรรมพิทักษ์; รัตนาภรณ์ ปิมีสา; พงศนาถ ผ่องเจริญ; และ นรภัทร หวันเหลี่ยม. (2563). กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ คุณสมบัติทางเคมีกายภาพและจุลชีววิทยาของมัลเบอร์รี่สุกที่ปลูกในอำเภอบางแก้ว จังหวัดเพชรบูรณ์. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 51:1(พิเศษ): 26-31.
- [13] ธนวรรณ อวยศักดิ์ไชยงค์; และจิรายุ มุสิกกา. (2563). สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงขงตี๋มจากผลหม่อน โดยกระบวนการอบแห้งแบบโฟม-แมท. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*. 15(3): 145-154.
- [14] จันท์เจิดฉาย สังเกตกิจ. (2560). สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำย่านางผงด้วยการทำแห้งแบบโฟมแมท. ใน *เอกสารการประชุมวิชาการ ภาคบรรยาย ภาคนิทัศน์ ทรัพยากรไทย : ศักยภาพมากขึ้นให้เห็น*. หน้า 179-185. อพ.สธ. ครั้งที่ 8.
- [15] หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล; และ ตรีสินธุ์ โพธารส. (2563). ผลของสารก่อโฟมต่อสมบัติของซูปฟักทองผงกึ่งสำเร็จรูปที่ผลิตโดยวิธีการอบแห้งแบบโฟมแมท. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 28(5): 790-798.
- [16] Elnaz Abbasi; and Mehran Azizpour. (2016). Evaluation of physicochemical properties of foam mat dried sour cherry powder. *LWT - Food Science and Technology*. 68: 105-110.

**RANC15-020 โคนง นา และการพัฒนาทฤษฎีใหม่สู่ชุมชน กรณีศึกษา
เครือข่ายนามนมังต้ายาย ตำบลราษฎร์เจริญ อำเภอยักษ์ภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
THE KHOK NONG NA AND NEW DEVELOPMENT THEORY – THE BRIGHT LIGHT OF
KULA RONG HAI FIELD: A CASE STUDY OF NAMUN MANG TAA YAI NETWORK,
RASSADORN CHAROEN SUBDISTRICT, PHAYAKKHAPHUM PHISAI DISTRICT,
MAHA SARAKHAM PROVINCE**

อรอุมา สีสล้าห้อย เอี่ยมพร ลอยประดิษฐ์ วราภรณ์ วิชญรัฐ
Onuma Leelanoi, Auamporn Loipradith, Varaporn Vichayarath*

สำนักการผู้ประกอบการสังคม สถาบันอาศรมศิลป์
Department of Social Entrepreneur, Arsom Silp Institute of the Arts.

**Corresponding author, E-mail: nano_jen@hotmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัย โคนง นา และการพัฒนาทฤษฎีใหม่สู่ชุมชน เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาตามทฤษฎีใหม่ 3 ระดับ ของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร กับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรในเขตพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรเครือข่าย “นามนมังต้ายาย” หมู่บ้านโนนท่า ต.ราษฎร์เจริญ อ.ยักษ์ภูมิพิสัย จ.มหาสารคาม จำนวน 10 คน นักวิจัยทำการทบทวนวรรณกรรมและงานที่เกี่ยวข้องและเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth interview) และการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ผลการวิจัยพบว่า โคนง นา ในพื้นที่ขนาดเล็ก 4-15 ไร่ สามารถสร้างความ “พอมิ พอกิน” ตามทฤษฎีใหม่ขั้นต้นในครัวเรือนที่มีสมาชิก 4-7 คน ได้ภายในระยะเวลา 1-3 ปี และพบว่าสามารถสร้างรายได้เพิ่มขึ้นปีละ 20,000-30,000 บาทในบางครัวเรือน การขุดหนอง 30% ของพื้นที่ และทำระบบการจัดการน้ำด้วยคลองไส้ไก่สามารถแก้ปัญหาน้ำกร่อยจนกลับมาเพาะปลูกได้ ความสำเร็จของทฤษฎีใหม่ขั้นต้นนำไปสู่ทฤษฎีใหม่ขั้นกลางจากการเห็นต้นแบบและต้องการนำไปปฏิบัติตามจึงเข้ามารวมกลุ่มกัน เกิดการช่วยเหลือดูแลกันในกลุ่มโดยเฉพาะในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (โควิด-19) จนได้รับการหนุนเสริมจากเอกชนเพราะเห็นคุณค่าและเห็นประโยชน์ร่วมกัน เป็นการพัฒนาอย่างเป็นขั้น เป็นตอน ตามทฤษฎีใหม่ของการพัฒนาตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

คำสำคัญ : ทฤษฎีใหม่ เศรษฐกิจพอเพียง ทุ่งกุลาร้องไห้ เครือข่ายชุมชน

Abstract

The Khok Nong Na Research and New Theory of Development, or the Bright Light of Kula Rong Hai Field, represents qualitative research aimed at studying three levels in the approach to the New Theory of Development according to the vision espoused by His Majesty King Bhumibol Adulyadej the Great, and the quality of life of farmers in the Kula Rong Hai Field area. The sample groups comprised a network of farmers of the “Na Mun Mang Taa Yai” Nontha Village, Rassadom Charoen Subdistrict, Phayakkhaphum Phisai District, Maha Sarakham Province, consisting of 10 people. Researchers reviewed the literature and related works and collected data from in-depth interviews and focus group discussions. The results of this research revealed that with the Khok Nong Na model implemented in a small area of 4-15 rai, it was possible to create “enough to use and enough to eat” according to the beginning or initial stages of the New Theory of Development in a household of 4-7 members within 1-3 years and some households generated an average yearly increase in income of 20,000-30,000 Baht, and utilizing a blackish water swamp that covered 30% of the area and halt soil salinization with the Sai Kai canals to overcome the problem in order to rejuvenate the saline soil to enable cultivation. The success of the initial stages of the New Theory of Development paved the way for advancing to the intermediate stages of the New Theory of Development because there was a clear and visible prototype. As such, there was a strong interest in implementing the model and thereby forming a grouping or network to do so. This, in turn, supported the need and desire to care for one another in the community, especially during the pandemic situation of the novel coronavirus disease 2019 (COVID-19), which attracted the support of the private sector which appreciated the value and mutual benefit of this endeavor. It was essentially a step-by-step development approach according to the New Theory of Development, based firmly in the Sufficiency Economy Philosophy.

Keywords : New Development Theory, Sufficiency Economy, Kula Rong Hai Field, Networks

บทนำ

ทุ่งกุลาร่องไห้ คือพื้นที่ราบกว้างใหญ่ ขนาด 2,107,690 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 13 อำเภอใน 5 จังหวัด ได้แก่ ยโสธร ศรีสะเกษ สุรินทร์ มหาสารคาม และจังหวัดร้อยเอ็ด มีประชากรอาศัยอยู่กว่า 620,000 คน [1] ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ในอดีตเป็นพื้นที่ประสบปัญหาภัยแล้ง อุทกภัยและปัญหาดินเค็มส่งผลให้รายได้ต่อปีของเกษตรกรในพื้นที่แห่งนี้ต่ำกว่ารายได้เฉลี่ยของเกษตรกรภาคอีสาน โดยมีรายได้ต่อครัวเรือน 26,532 บาท/ครัวเรือน เทียบกับเกษตรกรในพื้นที่ภาคอีสานในพื้นที่อื่น ซึ่งมีรายได้ 38,814 บาท/ครัวเรือน จากข้อมูลปี 2541-2542 [1] สาเหตุมาจากโดมเกลือที่อยู่ภายใต้ผืนดินซึ่งส่งผลให้ทุ่งกุลาร่องไห้มีพื้นที่ดินเค็มถึง 17 % [2] ปัญหาดินเค็มจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเพาะปลูกในบริเวณนี้มาตลอด ในระยะ 20 ปีที่ผ่านมาจึงมีการส่งเสริมให้ปลูกข้าวหอมมะลิเพื่อสร้างรายได้เพิ่มขึ้น แต่จากการศึกษาพบว่าในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ผลผลิตข้าวหอมมะลิได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เกิดภัยแล้งจากฝนทิ้งช่วงและอุทกภัยเป็นผลให้ผลผลิตข้าวหอมมะลิเสียหายร้อยละ 45.5 ของผลผลิตทั้งหมด [3]

นักวิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการนำแนวทางการพัฒนาตามทฤษฎีใหม่ 3 ระดับ ของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ซึ่งมุ่งเน้นการสร้างควมพอมิ พอกินขั้นพื้นฐานด้วยเกษตรทฤษฎีใหม่ประยุกต์สู่โคก หนอง นา โมเดล จนถึงขั้นการรวมกลุ่มกันดูแลสวัสดิการชุมชน และขั้นก้าวหน้าคือการประสานหน่วยงานภายนอกหนุนเสริม โดยศึกษากลุ่มเกษตรกรเครือข่ายนามู่มังตายาย ตำบลราษฎร์เจริญ อำเภอยักษ์ภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งคาดว่าจะผลการวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อแนวทางการพัฒนาคุณภาพชีวิตเกษตรกรในพื้นที่ที่ทุ่งกุลาร้องไห้ และสามารถสร้างภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งสภาพภูมิอากาศ เศรษฐกิจและสังคม ซึ่งเป็นการสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2650-2579) ที่มุ่งเน้นการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนฐานราก นำสู่วิสัยทัศน์ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง”

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการนำแนวทางการพัฒนาตามทฤษฎีใหม่ 3 ระดับของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช ต่อคุณภาพชีวิตของเกษตรกรในเขตพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยนักวิจัยทำการทบทวนวรรณกรรมและงานที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาแนวคิดและพระราชดำรัสเรื่องการพัฒนาตามทฤษฎีใหม่ 3 ระดับ ของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร และเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (In-depth interview) การสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) กับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informants) ซึ่งเป็นประชากรกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เกษตรกรเครือข่าย “นามู่มังตายาย” หมู่บ้านโนนท่า หมู่ 4 ตำบลราษฎร์เจริญ อำเภอยักษ์ภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ที่เข้าร่วมกลุ่ม โคก หนอง นา โมเดล จำนวน 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแนวคำถามในการสนทนาตามกรอบการพัฒนา 3 ระดับตามทฤษฎีใหม่ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากการสัมภาษณ์เปรียบเทียบก่อนและหลังชุด โคก หนอง นา และผลการเปลี่ยนแปลงในมิติเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคม

ผลการวิจัย

พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ได้พระราชทานแนวทางการพัฒนาประเทศไว้ เมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2517 ความตอนหนึ่งว่า "...การพัฒนาประเทศจำเป็นต้องทำตามลำดับขั้น ต้องสร้างพื้นฐาน คือ ความพอมิพอกินพอใช้ ของประชาชนส่วนใหญ่เป็นเบื้องต้นก่อน โดยใช้วิธีการและอุปกรณ์ที่ประหยัด แต่ถูกต้องตามหลักวิชา เมื่อได้พื้นฐานมั่นคง พร้อมพอควร และปฏิบัติได้แล้ว จึงค่อยสร้างค่อยเสริมความเจริญ และฐานะเศรษฐกิจขั้นที่สูงขึ้นโดยลำดับต่อไป..." [4]

การพัฒนาตามทฤษฎีใหม่ 3 ระดับ เป็นรูปธรรมของการพัฒนาประเทศไทยใต้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ได้พระราชทานแนวพระราชดำริ โดยมีเป้าหมาย “เพื่อเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรที่ประสบความยากลำบากดังกล่าว ให้สามารถผ่านพ้นช่วงเวลาวิกฤติ โดยเฉพาะการขาดแคลนน้ำ ได้โดยไม่เดือดร้อนและยากลำบากนัก พระราชดำรินี้ ทรงเรียกว่า ‘ทฤษฎี

ใหม่' เป็นแนวทางหรือหลักการในการบริหารการจัดการที่ดินและน้ำ เพื่อการเกษตรในที่ดินขนาดเล็กให้เกิดประโยชน์สูงสุด" [5] โดยทฤษฎีใหม่เป็นแนวทางการจัดการบริหารที่ดินซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ใน 3 ประเด็นสำคัญ ได้แก่ "1) มีการบริหารและจัดแบ่งที่ดินแปลงเล็กออกเป็นสัดส่วนที่ชัดเจนเพื่อประโยชน์สูงสุดของเกษตรกร 2) มีการคำนวณโดยหลักวิชาการ เกี่ยวกับปริมาณน้ำที่จะกักเก็บให้พอเพียงต่อการเพาะปลูกได้ตลอดปี และ 3) มีการวางแผนที่สมบูรณ์แบบสำหรับเกษตรกรรายย่อย" [5] ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาประเทศที่พระราชทานไว้ให้คือเริ่มจากความ "พอมีพอกิน" อันเป็นกรอบแนวคิดตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

การพัฒนาตามทฤษฎีใหม่ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทฤษฎีใหม่ขั้นต้น เพื่อแก้ปัญหาของเกษตรกรรายย่อยในระดับครัวเรือนให้มีผลผลิตเพียงพอต่อการเลี้ยงชีพได้ตลอดปี ด้วยการจัดการแบ่งที่ดินให้เป็น 4 ส่วน พื้นที่ส่วนที่ 1 ขุดสระเก็บกักน้ำฝนในฤดูฝนให้เพียงพอต่อการบริโภคและการเพาะปลูกโดยเฉพาะช่วงฝนทิ้งช่วงในฤดูแล้ง และใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ ปลูกพืชน้ำต่าง ๆ เพื่อเป็นอาหารในครัวเรือน พื้นที่ส่วนที่ 2 ประมาณ 30% ใช้ทำนาปลูกข้าวในฤดูฝน โดยมีการคำนวณพื้นที่และผลผลิตจากการปลูกข้าวให้เพียงพอสำหรับรับประทานตลอดปี ในครัวเรือนที่มีสมาชิกประมาณ 5 คน ซึ่งเป็นตัวเลขเฉลี่ยของจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเกษตรกร พื้นที่ส่วนที่ 3 ปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชผัก พืชไร่ พืชสมุนไพร ฯลฯ เพื่อใช้เป็นอาหารประจำวัน และพื้นที่ส่วนที่ 4 ประมาณ 10% ใช้เป็นที่อยู่อาศัย เลี้ยงสัตว์และโรงเรือนอื่น ๆ โดยหลักการและแนวทางของการพัฒนาตามทฤษฎีใหม่ขั้นต้น ได้แก่ การผลิตแบบพอเพียงให้สามารถเลี้ยงตนเองได้ในระดับที่ประหยัด โดยมีเป้าหมายสำคัญที่สุดคือต้องมีข้าวเพียงพอกินในครัวเรือน และมีน้ำเพียงพอต่อการเพาะปลูก เมื่อมีความพอเพียงขั้นพื้นฐานแล้ว จึงก้าวเข้าสู่การพัฒนาตามทฤษฎีใหม่ขั้นที่สอง หรือขั้นกลาง ได้แก่ "การรวมกลุ่มในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อดำเนินการใน 6 ด้านอันจะเป็นประโยชน์ต่อชุมชน ได้แก่ ด้านการผลิต การตลาด การดูแลความเป็นอยู่ในชุมชน ด้านสวัสดิการชุมชน การศึกษา สังคมและศาสนา" [5] โดยกิจกรรมทุกด้านต้องได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งราชการ องค์กรเอกชนและสมาชิกในชุมชนเป็นสำคัญ เมื่อดำเนินการดูแลจัดการชุมชนได้ในระดับหนึ่งแล้ว จึงพัฒนาตามทฤษฎีใหม่ขั้นที่สาม หรือขั้นก้าวหน้าคือการติดต่อประสานงานจัดหาทุนหรือแหล่งเงิน เช่น ธนาคาร บริษัท ห้างร้านเอกชนให้เข้ามาช่วยในการลงทุนเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของชุมชนโดยได้รับประโยชน์ร่วมกันทั้งสองฝ่าย ซึ่งต่อมาได้มีการขยายผลนำไปจัดทำเป็นพื้นที่ที่เรียกว่าโคก หนอง นา ซึ่งเป็นการจัดการพื้นที่ให้สามารถรองรับได้ทั้งภาวะน้ำหลากท่วม และกระจายน้ำได้ในฤดูแล้งในพื้นที่นั้น ๆ นอกจากการจัดการพื้นที่ ยังมีการฟื้นฟูวัฒนธรรมดั้งเดิมไปพร้อมกัน คือการร่วมมือกันทำงาน หรือวัฒนธรรมลงแขกแบบดั้งเดิม ซึ่งก่อให้เกิดการเรียนรู้ของผู้ที่มาช่วย "เอามื้อสามัคคี" ในพื้นที่ที่ต่างกันไปอีกด้วย[6]

การศึกษาที่มีมาก่อนหน้า ได้แก่ งานวิจัยของทองคุณ บุญศรี กรรณิการ์ ลิขิตพัฒนากุล พัทธิธิดา บุญญานุสนธิ์ (2564) [7] ที่ศึกษาพื้นที่ต้นแบบการพัฒนาคุณภาพชีวิตตามหลักทฤษฎีใหม่ ในจังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้พื้นที่ขนาดเล็ก แต่จัดการให้เกิดประโยชน์สูงสุดตามแนวคิดทฤษฎีใหม่ โดยเห็นว่า ทั้งทุนด้านพื้นที่ ทุนธรรมชาติ ทุนทางสังคม โครงสร้างพื้นฐาน และทุนทางวัฒนธรรมของพื้นที่ต้นแบบนั้นต้องทำงานร่วมกันเพื่อก่อให้เกิดผลในการพัฒนาคุณภาพชีวิต และงานวิจัยของ กิรวัดณ์ นันทะโชติ [8] ที่ศึกษาพื้นที่อำเภอสุวรรณคโลก จังหวัดสุโขทัยที่มีสภาพแห้งแล้งและน้ำหลากใกล้เคียงกับพื้นที่ที่ศึกษา พบว่าการดำเนินการตามแนวคิดทฤษฎีใหม่สามารถพัฒนาคุณภาพชีวิตได้จริง ด้วยทุนต่าง ๆ ที่พื้นที่นั้นมีอยู่ และด้วยการพึ่งตนเองเป็นพื้นฐานที่นำไปสู่การปรับเปลี่ยนจากวิถีการเกษตรแบบเดิมที่ใช้สารเคมี กิจกรรมการเอามื้อสามัคคีก็เป็นการเรียนรู้แลกเปลี่ยน อีกทั้งทำให้ผู้คนสามารถปรับตัว ยืดหยุ่น เกิดความสามารถในการรับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เข้ามาได้

สภาพทั่วไปของบ้านโนนท่า ตำบลราษฎร์เจริญ อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคามนั้นเป็นที่ราบลุ่ม มีลำน้ำคือลำพลับพลาเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่ไม่ไกลจากหมู่บ้านนัก สภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่ม มีน้ำหลากในฤดูฝน และแห้งแล้งในฤดูแล้ง มีถนนคอนกรีตและถนนลาดยางเข้าถึงหมู่บ้าน นางอรอุมา ลีหล้าน้อย ชาวบ้านโนนท่า อายุ 42 ปี ปัจจุบันเป็นนักศึกษาสาขาผู้ประกอบการสังคม สถาบันอาศรมศิลป์ หนึ่งในนักวิจัยและเป็นเจ้าของพื้นที่ที่เรียกว่า “นามูนมั่งตายาย” ให้ข้อมูลด้านสังคมของหมู่บ้านโนนท่าเพิ่มเติมว่า สภาพพื้นที่นี้ประสบปัญหาความแห้งแล้งและดินเค็มเช่นเดียวกับหมู่บ้านอื่น ๆ ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ นอกจากการทำนาแล้ว ชาวบ้านมีอาชีพเสริมคือการทำปลาร้า มีภูมิปัญญาและมีการพึ่งพาตนเองในด้านต่าง ๆ ได้แก่ การปลูกหมอนเลี้ยงไหมและทอผ้าซึ่งเคยได้ทุลเกล้าฯ ถวายแต่สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ พระบรมราชชนนีพันปีหลวงเมื่อครั้งเสด็จมาทรงงานที่พระตำหนักภูพาน ราชสีห์เวศน์ มีการจักสาน การเป่าแคน ดัดพิน ด่านสุขภาพ มีหมอยาพื้นบ้านซึ่งรักษาทั้งด้วยสมุนไพรและรักษาตามความเชื่อดั้งเดิม ซึ่งถือได้ว่าเป็นพื้นที่ที่มีทุนทั้งสภาพพื้นที่ ทุนทางสังคม ทุนวัฒนธรรม ทุนทางเศรษฐกิจ และโครงสร้างพื้นฐานอยู่ในระดับพอประมาณ

การทำนาซึ่งเป็นอาชีพหลักของชาวบ้าน มีการใช้สารเคมีและเครื่องจักรทางการเกษตรจึงมีต้นทุนสูง ชาวบ้านจึงมีปัญหาหนี้สิน ประชากรส่วนใหญ่คือคนสูงอายุและเด็ก อีกทั้งยังมีปัญหาสังคม ได้แก่ยาเสพติด การไม่มีความรู้ การตั้งครุฑเมื่อไม่พร้อมและปัญหาสุขภาพจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร

สำหรับพื้นที่ที่ศึกษา “มูนมั่ง” หมายถึง มรดกตกทอด นามูนมั่งตายายจึงหมายถึงที่นาที่ตกทอดเป็นมรดกจากบรรพบุรุษซึ่งนางอรอุมาตั้งใจที่จะรักษาสืบทอดไว้ เดิมนางอรอุมา เคยทำงานประจำเป็นลูกจ้างในบริษัทเอกชน แต่เนื่องจากสภาพการทำงานไม่เอื้อต่อการเลี้ยงดูบุตร จนถึงขั้นต้อง “เอาข้าวกลองวางไว้ให้ลูก แล้วล็อกห้องให้ลูก 5 ขวบอยู่แต่ในห้องแล้วออกมาทำงาน” ประกอบกับมีหนี้สินจำนวนมากและประสบความยากลำบากจากการดำรงชีวิตในเมืองใหญ่ จึงตัดสินใจกลับบ้าน แต่เพราะไม่มีพื้นฐานด้านการเกษตรเลยเพราะทางบ้านไม่ต้องการให้กลับมาทำนา นางอรอุมาจึงต้องค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง จนเมื่อปี พ.ศ. 2556 นางอรอุมาตั้งใจว่าจะต้องหาโรงเรียนให้บุตรชาย โดยต้องเป็นโรงเรียนทางเลือกเพราะไม่ต้องการให้บุตรมีวิถีแบบลูกจ้างเหมือนตนเองในอดีต จึงได้รู้จักโรงเรียนนุทะเลย์มหาวิทยาลัย หรือศูนย์การเรียนรู้กิจกรรมธรรมชาติมาบเอื้อง ซึ่งเป็นศูนย์การเรียนรู้ที่ตั้งโดยบุคคลตามมาตรา 12 ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ซึ่งกำหนดหลักสูตรการเรียนการสอนตามแนวทางเกษตรทฤษฎีใหม่ มุ่งเน้นการแปลงปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงสู่การปฏิบัติ นางอรอุมาจึงส่งบุตรชายเข้าเรียนในปี พ.ศ. 2558 ต่อมานางอรอุมาได้มีโอกาสเข้ามาเรียนรู้ร่วมกับนักเรียนโรงเรียนนุทะเลย์มหาวิทยาลัยอย่างเต็มตัว เป็นระยะเวลา 2 ปี (พ.ศ. 2560-พ.ศ. 2562) ด้วยการเข้ามาเป็น ครูพ่อแม่ อยู่ประจำทำหน้าที่สอนทำนาและสอนนักเรียนเลี้ยงควาย ได้คลุกคลีเรียนรู้อยู่กับเด็ก จึงเกิดความเข้าใจและเชื่อมั่นในแนวทางการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและเกษตรทฤษฎีใหม่ และวิถีการรวมกลุ่มพึ่งพาตนเองและดูแลชุมชน

หลังบุตรชายเรียนจบระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อต้นปี พ.ศ. 2562 นางอรอุมาจึงกลับภูมิลำเนาพร้อมครอบครัวและได้ตัดสินใจขอที่นาจากมารดา เพื่อให้บุตรชายได้ทดลองออกแบบปรับพื้นที่ตามหลัก โคก หนอง นา โมเดล ที่ได้ร่ำเรียนมา และมีความตั้งใจและเชื่อมั่นที่จะสร้างต้นแบบความ “พอมี พอกิน” ตามหลักการพัฒนาขั้นพื้นฐานทฤษฎีใหม่ และได้จัดกิจกรรมเพื่อใช้พื้นที่เพื่อทดลองเรียนการสอนออกแบบ โคก หนอง นา ในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ โดยเป็นการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักศึกษาระดับอาศรมศิลป์ นักเรียนโรงเรียนนุทะเลย์มหาวิทยาลัย ชุมชนและเครือข่าย พร้อมทั้งเชิญนายวิวัฒน์ ศัลยกำธร ผู้คิดค้นและวางหลักสูตรโรงเรียนนุทะเลย์มหาวิทยาลัยและเป็นผู้ประยุกต์ทฤษฎีใหม่สู่ “โคก หนอง นา โมเดล” มาบรรยายและทำพิธีเปิด โคก หนอง นา ส่งผลให้ชุมชนเกิดความสนใจ

ที่จะเข้ามาเรียนรู้และทำตามตลอดจนได้เห็นถึงความสำคัญของภูมิปัญญาของตน นางอรอุมาจึงได้นำผู้ที่สนใจจำนวน 7 คนเข้าร่วมฝึกอบรมหลักสูตรกรรมธรรมชาติพื้นฐานที่ศูนย์คริสตจักรนาเรียง อำเภอศรีธาตุ จังหวัดอุดรธานีและกลับมาเริ่มปรับ ออกแบบ พื้นที่และชุดด้วยตนเอง กระจับกับในปีนั้นฝนทิ้งช่วงยาวนานทำให้ข้าวในนาแถบภาคอีสานยืนต้นตายเกือบทั้งหมด รวมทั้งนาของเกษตรกรหมู่บ้านโนนท่าด้วย แต่ที่นาของนางอรอุมากลับเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน เมื่อต้นข้าวในนาที่เติบโตจากวิธีการทำนาหน้าแล้ง ด้วยเทคนิคการหว่านข้าวพร้อมถั่วและฟักทอง พร้อมหมักฟางและฉีดน้ำหมักสมุนไพรสดตามหลักสูตรกรรมธรรมชาติ กลับรอดมากกว่าพื้นที่นาที่เผาฟางและฉีดยาฆ่าหญ้า จึงเป็นจุดเริ่มต้นแรกที่ทำให้ชาวบ้านเริ่มเห็นความแตกต่างของการทำนาแบบดั้งเดิมกับการทำหลักสูตรกรรมชาติ “นามูนมังตายาย” ที่ถือเป็นแนวทางใหม่ของการทำการเกษตรในพื้นที่บ้านโนนท่า เพราะการเกษตรแบบที่ต้องมีการขุดหนอง ทำคันนาสูงและกว้างนั้นขัดกับความเชื่อดั้งเดิมของเกษตรกรที่ต้องการที่นาผืนกว้างเพื่อการปลูกข้าวให้ได้พื้นที่มากที่สุด และจะไม่ยอมให้ขุดหนองในพื้นที่นาแม้จะประสพภัยแล้ง ข้าวตาย ไม่ได้ผลผลิตก็ตาม

ในปีเดียวกันนั้นเกิดพายุดีเปรสชันโพดุลพัดเข้าพื้นที่อีสาน ฝนตกหนักตั้งแต่เที่ยงคืนของวันที่ 29 สิงหาคม จนถึงเที่ยงคืนของวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2562 ทำให้น้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่นามูนมังตายาย หนองที่ขุดไว้รับน้ำได้จนเต็มและต้องสูบน้ำออกเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับการทำนา เกิดน้ำท่วมขังนานกว่า 2 สัปดาห์ ส่งผลให้พืชผลทางการเกษตรได้แก่ฟักทองและน้ำเต้าเกิดความเสียหายจำนวนมาก หลังจากนั้นน้ำท่วมผ่านไปเกษตรกรทุ่งกุลาร้องไห้ยังต้องเผชิญกับปัญหาโรคระบาดในนาข้าวคือโรคไหม้คอรวงทำให้มีต้นข้าวลีบ รวงเป็นสีขาวเม็ดข้าวไม่สุกเต็มที่เป็นโรคที่พบมากในข้าวพันธุ์หอมมะลิและระบอบอย่างรุนแรงในพื้นที่หลายจังหวัดสร้างความเสียหายให้กับชาวนาเป็นอย่างมาก

แม้จะต้องเผชิญกับวิกฤตทั้งภัยแล้ง อุทกภัย และโรคระบาด แต่พื้นที่นามูนมังตายายบางส่วนก็ยังคงรอดพ้นมาจนถึงช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2562 ซึ่งเป็นช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยวข้าว นางอรอุมายังมีผลผลิตจากพื้นที่โคกหนอง นา “นามูนมังตายาย” คือข้าวหอมมะลิอินทรีย์และปลาช่อนนาอย่าง รวมทั้งถ่านไม้ไผ่จากเตาที่สร้างขึ้นเองนำมาร่วมแสดงในงานสัปดาห์วิชาการแห่งการเรียนรู้ประจำปี ซึ่งเป็นวันนำเสนอผลงานของนักศึกษาสถาบันอาศรมศิลป์ โดยนางอรอุมาได้นำทีมเครือข่ายนามูนมังตายายในขณะนั้นที่ตั้งชื่อว่า “อ้านหย้า ลูกอีสานโมเดล” จำนวน 7 คน เข้าร่วมเรียนรู้การพัฒนาหลักสูตรการเป็นผู้ประกอบการสังคม และได้รับคำแนะนำให้จัดทำกิจกรรมทดลองพัฒนากิจการของกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มจึงระดมความเห็นร่วมกันว่าจะทดลองทำการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยโดยใช้กากมันสำปะหลัง อาจารย์สาขาวิชาผู้ประกอบการสังคม สถาบันอาศรมศิลป์ จึงร่วมสนับสนุนเงินลงทุนให้กับกลุ่มเป็นจำนวนเงิน 7,000 บาท จึงเกิดกิจการเพาะเห็ดฟางขึ้นและมีการประยุกต์ใช้ฟางอินทรีย์แทนกากมันสำปะหลังเพื่อเป็นการนำสิ่งที่มีอยู่แล้วคือฟางที่เหลือจากการทำนามาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นการลดต้นทุนและควบคุมระบบการผลิตให้ปลอดภัยตั้งแต่ต้นทาง

กิจการการประกอบการกลุ่มทำเห็ดฟางอินทรีย์นับว่าประสบความสำเร็จ โดยใช้เงินลงทุน 5,810 บาท ใช้แรงงานสมาชิกในกลุ่มเข้าร่วมกัน ในระยะเวลา 2 เดือน สามารถผลิตเห็ดฟางได้จำนวน 132 กิโลกรัม นำไปทำบุญ 10 กิโลกรัม แบ่งปันในกลุ่ม 15 กิโลกรัม จำหน่ายในราคา กิโลกรัมละ 70 บาท จำนวน 107 กิโลกรัม รวมรายได้ 7,490 บาท ทีม “อ้านหย้า ลูกอีสานโมเดล” ทั้ง 7 คน มาร่วมกันทำกลุ่มเห็ดฟางตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ แต่เนื่องจากมีความเห็นต่างกันเรื่องการจัดการรายได้ของกลุ่ม เนื่องจากสมาชิกบางคนต้องการให้แบ่งเงินเป็นเงินกู้ แต่นางอรอุมาไม่เห็นด้วยเพราะผิดเป้าหมายของการใช้เงินตามที่ตกลงกัน และเห็นว่าแต่ละคนมีหนี้สินจำนวนมากอยู่แล้ว จึงยกเลิกกิจการกลุ่มเห็ดฟางอินทรีย์ไปหลังจากเริ่มได้เพียง 1 รอบและนำเงินที่เหลือ 9,900 บาท ไปซื้อถังน้ำหมักเพื่อทำเป็นน้ำหมักจุลินทรีย์รสจัดใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีและเริ่มทำหลักสูตรกรรมชาติเพื่อเป้าหมาย พอมมี พอกิน อย่างจริงจัง ไม่เน้น

การผลิตเพื่อจำหน่ายเหมือนตอนเมื่อครั้งกิจการเห็ดฟางอินทรีย์ จึงเกิดเป็นพื้นที่ โคนง นา โมเดล ที่สามารถพึ่งตนเองได้อย่างแท้จริงกลายเป็นตัวอย่างความสำเร็จของการพัฒนาตามแนวทางการทฤษฎีใหม่ขั้นต้นคือพอมีพอกิน ในครัวเรือนโดยพบว่า นางอรอุมา ลีหล้าน้อย และครอบครัวจำนวน 7 คน เมื่อปรับชุดแปลง โคนง นา และเพาะปลูกตามแนวทางกิจกรรมธรรมชาติสามารถลดต้นทุนการทำนาจาก 15,500 บาท/ปี เหลือ 4,000 บาท/ปี และสร้างรายได้เพิ่มขึ้นจากการจำหน่ายเห็ดอีกปีละ 20,000 บาท นอกจากนั้นยังเกิดความร่มเย็นและเกิดความชุ่มชื้นเพิ่มขึ้นในพื้นที่เพราะปลูกป่า 3 อย่าง ประโยชน์ 4 อย่าง โดยไม้ที่ปลูกได้แก่ ไม้แดง ประดู่ สัก มะฮอกกานี พะยูง ยางนา ไม้ ผักหวานป่า ผักหวานบ้าน สะเดา มะตูม มะตูมแขก มันปลาล่า มันปู้ ชลู่ มะพร้าว น้อยหน่า มะม่วง ฝรั่ง ส้มโอ มะนาว ข่า ตะไคร้ กระถินพิมาน ก้ามปู สะแบง พะยอม ฯลฯ นอกจากนั้นยังมีปลาและกบที่เพิ่มจำนวนในท้องนาเป็นแหล่งอาหารให้กับครอบครัวตลอดทั้งปี แม้ยามหน้าแล้งครอบครัวนางอรอุมายังมีปลาอย่างเหลือกินกลายเป็นการสร้างเชื่อมั่นให้กับชาวมุขชุมชนหมู่บ้านโนนท่าที่ได้เข้ามาเยี่ยมเยียน เครือข่ายนาบุญมั่งคั่งตายายจึงได้รับการยอมรับเพิ่มมากขึ้นจากการเห็นรูปธรรมความสำเร็จของครอบครัวนางอรอุมา ลีหล้าน้อย

นายทรงศักดิ์ แพงวิเศษ อายุ 49 ปี เป็นเกษตรกรรุ่นบุกเบิก โคนง นา รายที่สองของกลุ่มที่เริ่มปรับเปลี่ยนพร้อมนางอรอุมาในปี พ.ศ. 2562 โดยปรับจากการทำนาอย่างเดียวในพื้นที่ 40 ไร่ เป็นการลดพื้นที่เกษตรเหลือเพียงการทำโคนง นา ในพื้นที่ 5 ไร่ เน้นการปั้นคันนาให้ใหญ่และกว้าง ใช้พื้นที่ 3 ไร่ 2 งานปรับเป็นนาบึงเล็ก ๆ ที่มีหัวคันนาสูง 1 เมตร และกว้าง 3 เมตร ขุดหนองลึก 5 เมตร ในพื้นที่ 1 ไร่ 2 งาน เลี้ยงไก่บ้าน 15 ตัว ไก่ไข่ 8 ตัว ควาย 4 ตัว ผลจากการขุดปรับโคนง นา พบว่าแม้มีพื้นที่ทำนาลดลงยังมีข้าวพอกินสำหรับสมาชิกในครัวเรือน 4 คน และมีรายได้จากการจำหน่ายปลาปีละประมาณ 10,000 บาท รายได้จากผัก ผลไม้ บนโคก 9,600 บาท รวมรายได้จากโคนง นา ในที่ดิน 5 ไร่ มีรายได้ 19,600 บาท เมื่อเทียบกับการทำนาในพื้นที่ 40 ไร่เดิม แม้มียุรายได้จากการขายข้าวถึงปีละ 120,000 บาท ก็มีต้นทุนปีละ 50,000 บาท คงเหลือเป็นเงินรายรับ 70,000 บาท คิดเฉลี่ยรายได้ต่อไร่อยู่ที่ 1,750 บาท ในขณะที่ทำ โคนง นา นั้นไม่ได้ขายข้าวเลยเนื่องจากเป็นข้าวอินทรีย์จึงเก็บไว้กินในครัวเรือนแต่มีรายได้เฉลี่ยต่อที่ดิน 5 ไร่ สูงกว่าคือเฉลี่ยไร่ละ 3,920 บาท นอกจากนั้นสิ่งที่เกิดขึ้นบนที่นาของนายทรงศักดิ์คือผลจากการขุดหนอง ในขนาดที่เหมาะสมตามหลักเกษตรทฤษฎีใหม่คือที่ดิน 5 ไร่ ขุดหนอง 1 ไร่ 2 งาน คิดเป็นสัดส่วน หนองน้ำ 30% และยังทำคลองไส้ไก่กว้าง 1 เมตร ตลอดแนวคันนาที่ยกให้กว้างจนสามารถกักเก็บน้ำที่หลากมาเก็บในหนองที่ขุดให้มีความลึกถึง 5 เมตร จนน้ำเต็มหนอง ส่งผลให้เกิดความชุ่มชื้นตลอดแนวคันนาและตามแนวคลองไส้ไก่ที่กระจายทั่วพื้นที่ 5 ไร่ เพียง 2 ปีปรากฏผลให้เห็นชัดเจนคือไม่มียืนต้นและไม่ผลที่ปลูกบนคันนาเติบโตให้ผลผลิตดี และพบว่าน้ำในหนองกลับมีรสจืดแตกต่างจากหนองที่ขุดในที่ดินของนางอรอุมาซึ่งอยู่ติดกันที่ขุดหนองขนาดเพียง 2 งาน ความลึก 3 เมตร จากพื้นที่ 8 ไร่ ซึ่งพบว่าน้ำยังมีรสกร่อยแตกต่างจากน้ำในพื้นที่ดินของนายทรงศักดิ์ ปัจจุบัน นายทรงศักดิ์มีความพอใจกับการใช้ชีวิตบนโคก โคนง นา ในพื้นที่เล็ก ๆ ซึ่งปลูกทั้งกล้วย มะละกอ พะยูง ยางนา มะฮอกกานี ขนุน ตะเคียนทอง ประดู่ป่า เต็ง กระบก ไม้ แคน มัน พริก มะเขือ กระเพรา ฯลฯ โดยตั้งชื่อสวนว่า “สวนครุคันนา” ซึ่งเป็นผลจากการเห็นคุณค่าของการปั้นหัวคันนาสูงและกว้างเพียงพอที่จะเป็นเขื่อนเล็ก ๆ ตักน้ำไว้ในนาของตนเองจนกลายเป็นพื้นที่อุดมสมบูรณ์และเตรียมการขยายผลอีก 5 ไร่ เพื่อมอบเป็นมรดกให้บุตรสาว



ภาพที่ 1 ภาพเปรียบเทียบพื้นที่ตามทฤษฎีใหม่ ของนายทรงศักดิ์ แพ่งวิเศษ กับพื้นที่นาแบบดั้งเดิมที่อยู่ใกล้เคียง

นางนาง น้อยบาท อายุ 49 ปี เป็นอีกหนึ่งสมาชิกของเครือข่าย นามูนม้งตายาย ซึ่งทดลองเข้าร่วมกลุ่มโคกหนองนา จากแต่เดิมทำนาอย่างเดี่ยวในพื้นที่ 25 ไร่ มีรายได้จากการขายข้าว 50,000 บาทต่อปี มีต้นทุน 30,750 บาท เหลือรายได้เฉลี่ยไร่ละ 770 บาท ในปี พ.ศ. 2562 - 2563 เกิดภัยแล้งและอุทกภัยทำให้นางนางไม่มีรายได้จากการขายข้าวเลย เมื่อนางนางเห็นนางอรอุมาเริ่มทำ โคก หนอง นา อย่างจริงจัง และเห็นผลจากนายทรงศักดิ์จึงตัดสินใจทดลองขุดโคก หนอง นา ในพื้นที่ 7 ไร่ แต่ด้วยความเสียหายที่นาจึงขุดหนองเพียง 3 งาน แต่ถึงกระนั้นเพียงปีเดียวกลับพบว่าตนเองพอมี พอกิน เพิ่มมากขึ้น แม้ทำการเกษตรในที่ดินลดลง เนื่องจากมีข้าวปลาและผักพอกินและยังมีรายได้จากการขายข้าว 7,000 บาท ด้วยต้นทุนเพียง 500 บาท เพราะทำนาดลงเหลือเพียง 2 ไร่ และเปลี่ยนเป็นการทำนาอินทรีย์จึงสามารถทำได้ในครอบครัวที่มีสมาชิกเพียง 2 คน ไม่มีค่าใช้จ่ายในการจ้างไถหว่าน ค่าปุ๋ย และค่าแรง นอกจากนั้นยังขายกบได้ 14,000 บาท ขายปลา 1,000 บาท ขายอัญชันและฟ้าทลายโจรตากแห้งได้ 24,000 บาท รวมรายได้จากการเกษตร 45,500 บาท หรือเฉลี่ย ไร่ละ 6,600 บาท โดยไม่ต้องซื้ออาหารในครัวเรือนอีกต่อไปเพราะมีทั้งปลา กบ และพืชผักอื่น ๆ ที่ปลอดภัยและดีต่อสุขภาพ ผลจากการรวมกลุ่มเครือข่ายและการที่มีสมาชิกในกลุ่มนำไปปฏิบัติและเห็นผลได้อย่างชัดเจน ทำให้สมาชิกรายอื่น ๆ แม้ยังไม่ขุด โคกหนอง นา เนื่องจากติดขัดเรื่องงบประมาณ แต่ก็เริ่มมองหาช่องทางในการเพิ่มผลผลิตให้กับตนเอง ดังตัวอย่าง นางวาสนา บุญเที่ยง อายุ 49 ปี สามารถลดต้นทุนของการทำนา 7 ไร่ จากเดิมใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลง จ้างคนไถ หว่านและจ้างรถเกี่ยว มีต้นทุนการทำนาอยู่ที่ 11,700 บาท/ปี เมื่อปรับเปลี่ยนมาใช้น้ำหมักจุลินทรีย์ สามารถลดต้นทุนเหลือ 8,250 บาท และนางมนต์ ศรีคำ อายุ 66 ปี สามารถสร้างรายได้เพิ่มขึ้นจากการจำหน่ายเกสรดอกบัวจากโคก หนอง นา ปีละ 30,000 บาท ทั้งหมดสะท้อนให้เห็นว่าเครือข่าย นามูนม้งตายาย สามารถก้าวข้ามวิกฤตความแตกแยกกันในเครือข่ายมาได้และเริ่มเห็นผลของการนำเกษตรทฤษฎีใหม่ ประยุกต์เป็น โคก หนอง นา โมเดล ลงสู่การปฏิบัติว่าสามารถสร้างความ พอมี พอกิน ในครัวเรือนตามทฤษฎีใหม่ขั้นพื้นฐานได้จริงภายในระยะเวลาตั้งแต่ 1-3 ปี

ความสำเร็จของเครือข่าย “นามูนม้งตายาย” เริ่มขยายผลออกไปแบบปากต่อปาก จึงมีคนเข้ามาดูงานเพื่อเรียนรู้เป็นจำนวนหนึ่ง เป็นการเปิดโอกาสให้ได้ขยายเครือข่ายเข้าสู่โรงเรียน จากการที่ นายพิทักษ์ ภูหลักถิ่น ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลอุดมพร อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้เห็นตัวอย่างของนามูนม้งตายาย จึงต้องการนำไปขยายผลในโรงเรียนเพื่อเพิ่มทักษะการพึ่งพาตนเองให้กับเด็กตั้งแต่วัยอนุบาล นางอรอุมาจึงได้

ร่วมมือกับนักเรียนโรงเรียนพุทธเลิศหล้าวิทยาลัยเพื่อนของบุตรชายและนักศึกษาสถาบันอาศรมศิลป์ ซึ่งเป็นเพื่อนร่วมหลักสูตรปริญญาตรี จัดกิจกรรมค่ายเด็กในโรงเรียนอนุบาล เป็นระยะเวลา 3 วัน โดยทำกิจกรรมสอนทำปุ๋ยแห้ง ปุ๋ยน้ำ ทำน้ำยาซักผ้า แชมพู สบู่ เรียนรู้การจัดการขยะ การปั่นระเบิดจุลินทรีย์เพื่อบำบัดน้ำ การผลิตถ่านไบโอชาร์ การสร้างบ้านดิน การทำสมุนไพรพอกทา การดูแลสุขภาพด้วยการกัวซา นอกจากนี้ยังมีการทำกิจกรรมชุดคลองไส้ไก่ การหมักดิน การใช้หมักจุลินทรีย์บำรุงดินเพื่อเปลี่ยนแปลงปลูกไม้ประดับเป็นแปลงปลูกผักสวนครัวในโรงเรียนเพื่อสร้างแหล่งอาหารกลายเป็นกิจกรรมที่เกิดประโยชน์ทั้งกับนักเรียน ครู และชุมชน

ประสบการณ์การทำงานกับโรงเรียนในครั้งนั้น ทำให้นางอรอุมา เริ่มมีความมั่นใจในการเป็นวิทยากรให้ความรู้กับบุคคลอื่น รวมถึงการทำงานกับโรงเรียนและชุมชน เมื่อสถาบันอาศรมศิลป์ได้ร่วมทำงานบริการวิชาการกับครอบครัวอยู่วิทยา ในโครงการ “ฟิ่งตน เพื่อชาติ” เพื่อช่วยเหลือผู้เดือดร้อนจากสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อโคโรนาไวรัสสายพันธุ์ใหม่ 2019 (โควิด-19) นางอรอุมา นักศึกษาปี 3 หลักสูตรผู้ประกอบการสังคมในขณะนั้น จึงได้เข้าร่วมทำงานบริการวิชาการกับสถาบัน โดยทำหน้าที่เป็นวิทยากรกระบวนการในการอบรมระยะเวลา 10 วันในหลักสูตรปฏิบัติการลงชุมชนฟิ่งตน เพื่อชาติ ซึ่งเป็นหลักสูตรที่นำความรู้จากการออกแบบพื้นที่ โคนง นา ทำงานร่วมกับชุมชน และร่วมกันค้นหาต้นทุนชุมชนเพื่อหนุนเสริมให้เกิดนวัตกรรมการอยู่รอดร่วมกันในวิกฤตการณ์โควิด เพื่อสร้างวิถีชีวิตบนความปกติใหม่ (new-normal)

นางอรอุมาได้รับการฝึกฝนทักษะการบริหารจัดการและการจัดทำกระบวนการอบรมจากโครงการ ฟิ่งตน เพื่อชาติ ในขณะเดียวกันก็เห็นผลกระทบของสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อโคโรนาไวรัสสายพันธุ์ใหม่ 2019 (โควิด-19) ซึ่งส่งผลถึงหมู่บ้านโนนท่าด้วยเช่นกัน ชาวบ้านโนนท่าหลายครอบครัวที่เคยทำงานในกรุงเทพฯ ต้องตกงานและกลับบ้าน ไม่ต่างอะไรกับคนที่เข้าร่วมโครงการ “ฟิ่งตน เพื่อชาติ” ในขณะนี้จากสถานการณ์เดียวกันบางครอบครัวก็ไม่ได้กลับมาบ้านเลยและปล่อยให้ผู้สูงอายุดูแลเด็ก เมื่อทางราชการประกาศปิดโรงเรียนก็พบว่าเด็กในชุมชนต้องเรียนออนไลน์ตลอดวัน ส่งผลให้การเรียนรู้อดลง ยิ่งเด็กต้องอยู่บ้านเป็นระยะเวลานานยิ่งก่อความตึงเครียดให้กับทั้งตัวเด็กเองและครอบครัว เด็ก ๆ เกิดปัญหาติดเกม ติดการเล่นโทรศัพท์มือถือ เกิดพฤติกรรมก้าวร้าวกลายเป็นปัญหาครอบครัวเนื่องจากขาดผู้ดูแล เป็นผลกระทบที่จากสถานการณ์ที่ยืดเยื้อกว่า 2 ปี

นางอรอุมา จึงได้ร่วมกับเพื่อนนักศึกษาศาสนาอาศรมศิลป์ จัดกิจกรรมขึ้นเพื่อให้เด็ก ๆ ได้เข้ามาร่วมเรียนรู้ในพื้นที่ นามูนมังตายาย โดยเริ่มจากกิจกรรมที่ทำอยู่ในพื้นที่ เช่น การทำแปลงเห็ดฟางอินทรีย์ แล้วนำมาปรุงอาหารรับประทานร่วมกัน กิจกรรมการหาปลา หาของกินตามวิถี กิจกรรมการละเล่นต่าง ๆ เด็กได้เล่นน้ำในพื้นที่ โคนง นา โมเดล อย่างสนุกสนานโดยอยู่ในความดูแลของผู้ใหญ่ กลายเป็นกิจกรรมที่เกิดความผ่อนคลาย สนุกสนาน เต็มไปด้วยเสียงหัวเราะ ทุกคนได้เรียนรู้จากการเล่นและการทำงานในวิถีชีวิตไปพร้อมกัน กิจกรรมนี้จึงเกิดความต่อเนื่องตามธรรมชาติ ทุกเช้าเด็ก ๆ จะมารวมกลุ่มที่ นามูนมังตายาย เข้าแถวเคารพธงชาติและเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีนางอรอุมาและครอบครัวช่วยกันดูแล และเริ่มขยายเป็นกิจกรรมของชุมชนเมื่อพ่อ แม่ ของเด็ก ๆ ได้ตามมาสังเกตการณ์มาร่วมเล่นและเรียนรู้ เมื่อพ่อแม่เห็นเด็ก ๆ สนุกสนาน ได้เรียนรู้และมีความปลอดภัย จึงเกิดการสนับสนุนกิจกรรมกลุ่ม โดยการนำอาหารและขนมมาช่วยเหลือ แบ่งปัน ให้กับพื้นที่นามูนมังตายายรวมทั้งแบ่งเวลามาร่วมดูแลเด็ก ๆ ในชุมชน กลายเป็นพื้นที่เล่น เรียนรู้ ของเด็ก ๆ ในหมู่บ้านโนนท่า โดยมีชื่อเรียกพื้นที่นี้ว่า “ลานเล่น” เป็นรูปแบบการเรียนรู้ตามวิถีชีวิต และเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ในวิถีชีวิตบนความปกติใหม่ (new-normal) ที่เกิดขึ้นและก่อตัวอย่างเป็นธรรมชาติ ปัจจุบันลานเล่นแห่งนี้มีสมาชิกเด็กอายุตั้งแต่ 4-14 ปี จำนวน 26 คน และมีนักศึกษาร่วมทำกิจกรรมประกอบการทางสังคมเป็นทีมของนางอรอุมา จำนวน 10 คน

ในปลายปี พ.ศ. 2564 โครงการ ฟังตน เพื่อชาติ เปิดอบรมอีกครั้งหนึ่งเมื่อสถานการณ์โควิด-19 เริ่มคลี่คลาย เป็นการอบรมจำนวน 3 รุ่น รุ่นละ 60 คน โครงการฯ เลือกพื้นที่เรียนรู้ “นามูนมังตายาย” เป็นหนึ่งในห้องเรียนชุมชนของโครงการ เนื่องจากผู้อำนวยการโครงการฯ ได้มาเห็นความสำเร็จของ “ลานเล่น” และต้องการสนับสนุนให้แนวคิดนี้แพร่ขยายออกไป จึงได้สนับสนุนงบประมาณในการปรับปรุงพื้นที่ให้กับนางอรอุมา จำนวน 200,000 บาท เพื่อปรับปรุงพื้นที่ เพิ่มพื้นที่ใช้สอยตามความจำเป็น และเพื่อสนับสนุนให้เกิดการยกระดับความเข้มแข็งของกลุ่มนามูนมังตายายพัฒนาทั้งลานเล่นและชุมชนให้กลายเป็นแหล่งเรียนรู้ทุกช่วงวัย จากการพลิกมุมมองและสะท้อนให้เห็นคุณค่าในตนเองของเกษตรกรกลุ่มนามูนมังตายาย ซึ่งมีทั้งความรู้ฝังลึก (Tacit Knowledge) ที่เกิดจากการสั่งสมประสบการณ์อย่างยาวนาน และความเป็นครูภูมิปัญญาจากการบ่มเพาะในวิถีชีวิต กลายเป็นครูผู้ถ่ายทอดวิชาอันเป็นมรดกภูมิปัญญาของแผ่นดิน อาทิ แม่สุคนธ์ ลีหล้าน้อย อายุ 64 ปี มารดาของนางอรอุมา ซึ่งเดิมนั้นคิดจะเลิกการทอผ้าไหมมัดหมี่ไปแล้วเนื่องจากไม่มีผู้สืบทอดและจำหน่ายไม่ได้ ได้กลับมาทอผ้าอีกครั้งเพื่อส่งมอบความรู้ให้กับคนรุ่นต่อไปด้วยความภาคภูมิใจ กลายเป็นครูทอผ้าไหมมัดหมี่ ที่มีความรู้ตั้งแต่การเลี้ยงไหมจนถึงการมัดหมี่ด้วยสีธรรมชาติ ให้สีและทอจนเป็นผืนผ้า นางมนต์ ศรีคำ อายุ 66 ปี นำความรู้จากบรรพบุรุษเรื่องการไผ่หญ้าคา มาสอนนักเรียนและนักศึกษาเป็นกิจกรรมที่ใช้ฝึกสติและสมาธิ รวมทั้งทักษะการใช้มือของเด็กเล็กได้เป็นอย่างดี นายทรงศักดิ์ แพงวิเศษ อายุ 49 ปี กลายเป็นวิทยากรประจำสวนครูคันทนาที่แสดงให้เห็นความสมบูรณ์ของโลก หนอง นา ที่มีคันทนากว้างขวางพอที่จะปลูกป่า 3 อย่างประโยชน์ 4 อย่าง บนหัวคันทนา ซึ่งเมื่อเดินชมพื้นที่สวนครูคันทนา จะต้องเดินผ่านคันทนาที่มีทั้งมะม่วง มะพร้าว มะละกอ ฝรั่ง ใผ่ กล้วย ฯลฯ นอกจากนั้นยังเป็นพื้นที่เรียนรู้การแก้ไขปัญหาดินเค็ม ด้วย โคนง นา โมเดล โดยการขุดหนองให้มีขนาดเหมาะสม มีความลึกตามที่กำหนด และมีการจัดการน้ำที่ดี นาย อุทัย สีดาแจ่ม อายุ 44 ปี สามีมของนางอรอุมา เป็นผู้เก็บรักษาภูมิปัญญางานช่างเกษตร และวิถีวัฒนธรรมอีสาน ฮีตสิบสองคองสิบสี่ เพื่อถ่ายทอดต่อลูกหลาน นามูนมังตายาย จึงกลายเป็นแหล่งภูมิปัญญาและแหล่งถ่ายทอดมรดกทางวัฒนธรรมของอีสาน นอกจากนั้นเมื่อผู้เข้าร่วมโครงการ ฟังตน เพื่อชาติ เข้ามาอบรมที่นามูนมังตายาย ยังได้เล่น เรียน รู้ ไปพร้อมเด็ก ๆ และนักเรียน นักศึกษาผู้ประกอบการสังคมที่พร้อมใจกันมาช่วยกันจัดกิจกรรมสร้างสีสัน ผสานคนทุกช่วงวัยเข้าด้วยกัน

ปัจจุบันเครือข่าย นามูนมังตายาย มีสมาชิกในหมู่บ้านจำนวน 13 คน และสมาชิกหมู่บ้านใกล้เคียง 4 คน รวมจำนวน 17 คน และมีโครงการจะปรับพื้นที่สาธารณะ 11 ไร่ ของหมู่บ้าน ให้กลายเป็น โคนงหนองนาป่าชุมชน มีการดำเนินการอย่างมีส่วนร่วมทั้งชุมชนและราชการ ได้รับความร่วมมือจาก นายสมชาย น้อยบาท ผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 12 มีการจัดเวทีนำเสนอแนวคิดในการจัดการพื้นที่สาธารณะของชุมชนเพื่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกัน ทั้งการสร้างป่าชุมชนให้เป็นแหล่งอาหาร และยังคิดเพิ่มเรื่องการจัดการขยะเพื่อให้หมู่บ้านโนนทำน้อยอยู่นามองต่อไป

อภิปรายผลการวิจัย

นางอรอุมา ลีหล้าน้อย และเกษตรกรเครือข่ายนา มูนมังตายาย ได้นำมนำแนวทางการพัฒนาตามทฤษฎีใหม่ 3 ระดับ ลงสู่การปฏิบัติอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ภายในระยะเวลา 3 ปี นับจากปี พ.ศ. 2562 - พ.ศ. 2564 จาก โคนง นา แห่งแรกของบ้านโนนทำน้อยจนถึงปัจจุบันมีเกษตรกรเข้าร่วมกลุ่ม จาก 7 ราย เพิ่มขึ้นเป็น 17 ราย จากผลการวิจัยพบว่า โคนง นา ในพื้นที่ขนาดเล็ก 4-15 ไร่ สามารถสร้างความ “พอมิ พอกิน” ตามทฤษฎีใหม่ขั้นต้นในครัวเรือนที่มีสมาชิก 4-7 คน ได้ภายในระยะเวลา 1-3 ปี และพบว่าทุกรายมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนมาทำเกษตรบนหลักกสิกรรมธรรมชาติ มีปลาและอาหารจากธรรมชาติเพียงพอและสร้างรายได้เพิ่มขึ้นปีละ 20,000-30,000 บาทในบางครัวเรือน

สามารถสรุปได้ว่าเกิดการพัฒนามาตามทฤษฎีใหม่ขั้นต้นได้จริง นอกจากนั้นจากผลการวิจัย พบว่า การขุดหนองตามหลักเกษตรทฤษฎีใหม่ คือมีพื้นที่หนองประมาณ 30% ของพื้นที่ และมีการจัดการระบบน้ำที่ตีปริมาณน้ำที่ได้สามารถทดความเค็มของเกลือใต้ผิวดินให้กลายเป็นน้ำจืดที่ใช้ในการเพาะปลูกพืชผลได้ แต่หากขุดหนองในพื้นที่ขนาดเล็กเกินไป และไม่มีการจัดการระบบคลองไส้ไก่ น้ำยังมีรสกร่อยจากความเค็มของเกลือแต่ถึงกระนั้นก็ยังใช้เลี้ยงปลาได้

การรวมกลุ่มกันของเครือข่าย นามูนมังตายาย เกิดจากการได้เห็นตัวอย่างความสำเร็จของคนในชุมชน ประกอบกับการได้รับความรู้จากการบรรยายของ ดร.วิวัฒน์ ศัลยกำธร ซึ่งเป็นผู้นำทางความคิดและการปฏิบัติและเป็นผู้สร้างแรงแรงบันดาลใจ รวมทั้งได้รับการกระตุ้นหนุนเสริมจากการทำกิจกรรม ของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี ร่วมกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สร้างให้เกิดความตื่นตัว จากกิจกรรมการ “เอามื้อสามัคคี” หรือการ “ลงแขก” ซึ่งเป็นกิจกรรมสานเครือข่าย แลกเปลี่ยนความรู้ และสร้างความภาคภูมิใจให้กับเกษตรกรในชุมชน จนสามารถถ่ายทอดความรู้ฝังลึก (Tacit Knowledge) ที่ติดตัวมาให้กับคนรุ่นต่อไป เกษตรกรยกระดับสู่ครูภูมิปัญญาที่มีความภาคภูมิใจในความรู้เฉพาะของตนเอง เป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่สร้างให้เกิดพัฒนาการของ “ลานเล่น” ลานแห่งการเรียนรู้ร่วมกันของคนทุกช่วงวัยอย่างเป็นทางการ เป็นธรรมชาติ เป็นการเรียนจากกิจกรรมตามวิถีชีวิตด้วยความร่วมมือช่วยเหลือของชุมชน

“ลานเล่น” จึงเป็นเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้วิถีชีวิตบนความปกติใหม่ (new-normal) ทำหน้าที่เสมือนตัวประสานหรือศูนย์กลางของหมู่บ้านที่เด็กจะมารวมตัวกันอย่างปลอดภัย และเป็นพื้นที่ซึ่งผู้ใหญ่ได้ถ่ายทอดวิชาภูมิปัญญา วิถีอีสาน ในขณะที่นักเรียน นักศึกษา ก็ได้เรียนรู้จากผู้เฒ่า ผู้แก่ คนวัยทำงานได้เข้ามาช่วยกันดูแลชุมชน หน่วยงานเอกชนและภาครัฐเองก็ได้เข้ามาพัฒนาพื้นที่ต่อยอดความรู้เพื่อขยายผลจากลานเล่นสู่พื้นที่ชุมชนของตนเองต่อไป

ในท้ายที่สุด การพัฒนามาตามทฤษฎีใหม่ขั้นต้นก้าวหน้า จึงเกิดขึ้นจากการที่หน่วยงานหรือองค์กรเอกชนในระดับประเทศ ได้เห็นผลที่เป็นรูปธรรมจากลานเล่นและได้สัมผัสประสบการณ์การเรียนรู้จากครูภูมิปัญญาด้วยตนเอง จึงเข้ามาสนับสนุนกิจกรรมของเครือข่าย “นามูนมังตายาย” เพราะเห็นคุณค่าในสิ่งที่เครือข่าย “นามูนมังตายาย” สร้างให้เกิดกับครอบครัว ชุมชน และช่วยเหลือสังคมตลอดมา เป็นการสนับสนุนด้วยการเห็นประโยชน์เห็นคุณค่าจึงส่งคนเข้ามาเรียนรู้จากต้นแบบของเครือข่าย “นามูนมังตายาย” สร้างเป็นเครือข่ายแลกเปลี่ยนเรียนรู้หนุนเสริมซึ่งกันและกันต่อไป

ผลการวิจัยจึงสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีใหม่ที่ต้องเริ่มต้นด้วยการพึ่งตนเอง การจัดสรรที่ดินที่มีอยู่และจัดการให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งนำไปสู่ความเข้มแข็งทั้งในระดับบุคคล ครอบครัวและชุมชน ซึ่งต้องอาศัยการลงมือทำและเรียนรู้จนเกิดเป็นรูปธรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของภีรวิวัฒน์ นันทะโชติ (2564) ว่าด้วยแนวคิดทฤษฎีใหม่ในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยที่มีทั้งความแห้งแล้งและน้ำหลากใกล้เคียงกับที่บ้านโนนท่า ที่การทำนาแบบเดิมในอำเภอสวรรคโลกเน้นใช้สารเคมี จนเกษตรกรนำแนวคิดทฤษฎีใหม่ไปปรับใช้จนทำให้เกิดผลดีแก่ชุมชน ทั้งเรื่องเศรษฐกิจ การปลูกพืชหรือการทำเกษตรที่มีความหลากหลายขึ้น เกิดช่องทางทางการเกษตรใหม่ ๆ รวมทั้งเกิดพลังชุมชนและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยการเอามื้อสามัคคี ส่งผลให้คุณภาพชีวิตดีขึ้นและเกิดความยืดหยุ่นปรับตัว และพร้อมรับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุณตริกา จันทร์งาม (2552) [9] ว่าการนำทฤษฎีใหม่ไปปรับประยุกต์ใช้ย่อมนำมาซึ่งความตั้งใจในการพึ่งพาตนเอง การสร้างความร่วมมือ การสร้างเครือข่ายในชุมชนและนอกชุมชน และที่สุดนำไปสู่การนำปรัชญาไปสู่วิถีชีวิตโดยทั่วไป และสอดคล้องกับการวิจัยของทองคุณ บุญศรี

กรรมการ ลิขิตพัฒนากุล และพัทธิธิดา บุญญาสุนทร (2564) ที่ศึกษาการนำทฤษฎีใหม่ไปปรับประยุกต์ใช้ และพบว่าพื้นที่ควรมีทุนในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ทุนด้านพื้นที่และธรรมชาติ ทุนทางเศรษฐกิจ ทุนทางสังคม ทุนโครงสร้างพื้นฐาน ทุนทางวัฒนธรรมที่ส่งผลต่อการพัฒนาพื้นที่ต้นแบบ ทุนเหล่านี้ทำงานด้วยกันในขั้นตอนต่าง ๆ

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัย โคนง นา กับการพัฒนาทฤษฎีใหม่สู่ชุมชน กรณีศึกษา เครือข่ายนาหมุนมั่งคั่งตายาย ตำบลราษฎร์เจริญ อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาตามทฤษฎีใหม่ 3 ระดับของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร กับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรในเขตพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ ค้นพบว่า โคนง นา สามารถสร้างให้เกิดความ “พอมี พอกิน” ขึ้นพื้นฐานจากระบบการจัดการน้ำและดินได้ในครัวเรือนขนาด 2 - 7 คนในพื้นที่การเกษตรขนาดเล็กไม่เกิน 4 - 15 ไร่ นอกจากนี้ยังพบว่าการขุดหนอง 30% ของพื้นที่และมีการจัดการน้ำอย่างเป็นระบบสามารถแก้ปัญหาน้ำกร่อยได้ด้วยการใช้น้ำจืดทดความเค็มของเกลือใต้ผิวดิน ส่งผลให้เกษตรกรสามารถเพาะปลูกพืชหลากหลายชนิด เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พืชน้ำจืดคุณภาพชีวิตดีขึ้นได้จากการมีอาหารที่เพียงพอและปลอดภัย มีรายได้เพิ่มมากขึ้นจากการจำหน่ายผลผลิตที่หลากหลาย การรวมกลุ่มเกิดจากการเห็นต้นแบบและต้องการนำไปปฏิบัติตาม

นอกจากด้านเศรษฐกิจซึ่งพัฒนาคุณภาพชีวิตทั้งเรื่องรายได้ที่เพิ่มขึ้น และแก้ไขปัญหาดินเค็ม พื้นฟูสภาพแวดล้อม กระบวนการทั้งหมดที่เกิดขึ้นได้มีการยกระดับสู่การช่วยเหลือดูแลกันภายในชุมชนผ่านการจัดกิจกรรมให้กับเด็กในชุมชนเพื่อช่วยเสริมทักษะชีวิตในช่วงของการปิดสถานศึกษา จนกลายมาเป็น “ลานเล่น” ลานแห่งการเรียนรู้ร่วมกันของคนทุกช่วงวัยอย่างเป็นธรรมชาติ เป็นการเรียนจากกิจกรรมตามวิถีของชาวอีสานด้วยความร่วมมือช่วยเหลือของชุมชนเกิดเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้วิถีชีวิตบนความปกติใหม่ (new-normal) ซึ่งเป็นการฟื้นฟูพลังของชุมชนให้กลับคืนมาได้อีกครั้ง ถือเป็นความก้าวหน้าของชุมชนอันเป็นผลมาจากการปรับประยุกต์ทฤษฎีใหม่

นอกจากนี้ การหนุนเสริมจากหน่วยงานเอกชนที่เห็นคุณค่าจึงสนับสนุนและส่งคนเข้ามาร่วมเรียนรู้เพื่อนำไปขยายผล เป็นไปตามการพัฒนาตามทฤษฎีใหม่ 3 ระดับ ของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร เป็นการพัฒนาที่เกิดขึ้นอย่างเป็นขั้น เป็นตอน และส่งผลดีทั้งมิติด้านเศรษฐกิจฐานราก สิ่งแวดล้อมและสังคมตามแนวทางการพัฒนาใหม่อย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณพรรณราย พหลโยธิน ผู้อำนวยการโครงการ ฟังตน เพื่อชาติ และครอบครัวอยู่วิทยา ที่สนับสนุนการดำเนินงานวิจัย และหนุนเสริมเครือข่ายภาคประชาชนและภาคประชาสังคมให้เข้มแข็ง เพื่อร่วมกันสร้างแสงสว่างท่ามกลางวิกฤตสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (โควิด-19) ร่วมกันต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาที่ดิน. (2564). *ทุ่งกุลาร้องไห้*. สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2564, จาก http://www.ldd.go.th/http://www.ldd.go.th/WEB_UNCCD/File_PDF/1--ThungKula.pdf
- [2] คณะกรรมาธิการวิสามัญพิจารณาปัญหาการพัฒนาพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ วุฒิสภา. (2540). *รายงานการพิจารณาศึกษาปัญหาการพัฒนาพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้*. กรุงเทพฯ: วุฒิสภา. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2562, จาก <https://dl.parliament.go.th/handle/lirt/438101>
- [3] ดร.วิเชียร เกิดสุข, น. ถ. (2555). *การปรับตัวของเกษตรกรชาวนาทุ่งกุลาร้องไห้ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.). สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2564, จาก <https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:133173>
- [4] มูลนิธิชัยพัฒนา. (2539). สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2564, จาก [/www.chaipat.or.th](http://www.chaipat.or.th): <https://www.chaipat.or.th/2010-06-03-03-39-51/item/2620-2015-jun-09-07-22-08.html>
- [5] ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีการสหกรณ์ที่ 11, กรมส่งเสริมสหกรณ์. (2563). สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2564, จาก กรมส่งเสริมสหกรณ์: http://km.cpd.go.th/pdf-bin/pdf_5988230109.pdf
- [6] สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.). (2552). สำนักงาน กปร. สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2564, จาก www.rdpb.go.th: http://www.rdpb.go.th/rdpb/visit/philosophy_of_sufficiency_economy.html
- [7] ทองคุณ บุญศรี กรรณิการ์ ลิขิตพัฒนากุล และพัทธธิดา บุญญาอนุสนธิ์ (2564) “รูปแบบการขับเคลื่อนการพัฒนาพื้นที่ต้นแบบการพัฒนาคุณภาพชีวิตตามหลักทฤษฎีใหม่ ประยุกต์สู่ “โคก หนอง นา พช.” ระดับครัวเรือนพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์” ศูนย์ศึกษาพัฒนาชุมชนนครราชสีมา นครราชสีมา
- [8] กิรวัฒน์ นันทะโชติ (2564) “การประเมินผลโครงการพัฒนาพื้นที่ต้นแบบการพัฒนาคุณภาพชีวิตตามหลักทฤษฎีใหม่ ประยุกต์สู่ “โคก หนอง นา โมเดล” ในพื้นที่อำเภอสุวรรณคโลก จังหวัดสุโขทัย วารสารพัฒนาสังคม JSD ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 ตุลาคม (2021)
- [9] บุณศรีกร จันทรังาม (2552) “การพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนโดยการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง กรณีศึกษาชุมชนบ้านสระ อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี” บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

RANC15-021 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนกลุ่มวิสาหกิจผลิตปลาร้า

จังหวัดศรีสะเกษ

THE COST AND RETURN ANALYSIS OF THE SISAKET FERMENTED FISH PRODUCTION GROUP

ปิยฉัตร ทองแพง^{1*} จีระนันท์ วงศ์วัฑฒ์²

Piyachat Thongpaeng^{1}, Jeeranan Wongwatanyoo*

¹สาขาวิชาการบัญชี คณะบริหารธุรกิจและการบัญชี มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

¹*Department of Accounting, Faculty of Business Administration and Accounting, Sisaket Rajabhat University.*

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

²*Food Science and Technology Program, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University.*

**Corresponding Author: E-mail: piyachat.t@sskru.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของกลุ่มผลิตปลาร้าจังหวัดศรีสะเกษ ประชากรและกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลักประกอบด้วย คือ กลุ่มผลิตปลาร้าบ้านดงตาดทอง จำนวน 31 คน โดยสุ่มตัวอย่างจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการสัมภาษณ์ ซึ่งเป็นการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ด้านต้นทุนวัตถุดิบมีต้นทุนสูงที่สุด ร้อยละ 57.85 ของต้นทุนการผลิตรวม เนื่องจากการผลิตปลาร้าบ้านดงตาดทองนั้น วัตถุดิบหลัก คือ ปลา ซึ่งส่วนใหญ่มาจากการรับซื้อจากผู้จำหน่ายปลามากกว่าการหาปลาตามแหล่งน้ำ ต้นทุนค่าแรงงาน ร้อยละ 34.09 เนื่องจากการผลิตปลาร้ามีการใช้แรงงานคนเป็นหลัก ส่วนค่าใช้จ่ายในการผลิต พบว่า ร้อยละ 8.06 เมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุดิบและค่าแรงงาน ถือได้ว่าเป็นต้นทุนที่ต่ำที่สุด เนื่องจากการผลิตปลาร้าบ้านดงตาดทองนั้น ต้นทุนส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุดิบและค่าแรงงาน และด้านผลตอบแทนจากอัตราผลตอบแทนสุทธิต่อยอดขาย คิดเป็นร้อยละ 21.39 เป็นผลมาจากผลิตภัณฑ์ปลาร้า และปลาร้าทรงเครื่องนั้นเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมบริโภคกันแพร่หลายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถจัดจำหน่ายได้ตลอดทั้งปี

คำสำคัญ: ต้นทุนการผลิต ผลตอบแทน ปลาร้า

Abstract

This research aims to study the cost and return analysis of the SISAKET fermented fish production group. The population and key informants include 31 people producing purposive sampling and collecting data using interviews, which are semi-structured in-deep interviews, tools used to store data as questionnaires and interviews.

The Statistics used to analyze data include percentages, averages, standard deviations. The Research has shown that raw material costs are the highest 57.85% of total production costs due to the production of Ban Dong Tat Thong fermented fish, the Raw material is fish, which is mainly from fish suppliers rather than fishing by water source. Labor cost 34.09% due to the production of fermented fish mainly by human labor. As for production costs, 8.06% compared to raw materials and labor costs are considered the lowest because of the production cost of fermented fish. The cost is mainly raw materials and labor costs, and the return on net return on sales is 21.39% as a result of fermented fish products fermented fish is a popular food consumed in the Northeast and can be distributed throughout the year.

Keywords: Production Cost, Return, Fermented Fish

บทนำ

จากประสบการณ์ของประเทศไทยที่พบกับวิกฤตเศรษฐกิจในช่วงปี พ.ศ. 2540 ทำให้ประเทศไทยต้องปรับโครงการสร้างอุตสาหกรรมให้พ้นจากอุปสรรคในการแข่งขันทั้งหลายที่เคยประสบมาในอดีต โดยเน้นพัฒนาอุตสาหกรรมที่ประเทศไทยได้เปรียบประเทศอื่น ดังนั้นรัฐบาลไทยจึงหันมาเน้นการส่งเสริมกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมและกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ซึ่งเป็นธุรกิจรากฐานและขนาดใหญ่ของประเทศ และจากการเปิดเสรีประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ในปี พ.ศ. 2558 จะทำให้คู่แข่งและสภาพการแข่งขันในตลาดเพิ่มสูงขึ้น มีภาวะการแข่งขันที่รุนแรงในตลาดโลก ทำให้ภาคอุตสาหกรรมไทยต้องปรับตัวอีกครั้ง โดยเฉพาะสินค้าที่มีคุณภาพต่ำ ต้นทุนต่ำ หรือสินค้าที่สามารถใช้ทดแทนกันได้ง่าย จะรุกเข้ามาวางจำหน่ายในประเทศได้มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผู้ผลิตหรือผู้ประกอบการสินค้า OTOP เนื่องจากเป็นธุรกิจชุมชนขนาดเล็ก ที่ยังขาดความเข้มแข็งในการต่อสู้กับธุรกิจขนาดใหญ่ทั้งในประเทศและธุรกิจจากต่างประเทศ จึงทำให้ผู้ประกอบการต้องปรับตัวรับการแข่งขันที่รุนแรงดังกล่าว โดยต้องให้ความสำคัญกับชุมชนซึ่งเป็นฐานรากของธุรกิจในประเทศของตนการเพิ่มศักยภาพของชุมชน และใช้จุดแข็งของชุมชนทางด้านวัฒนธรรม วิถีชีวิต และภูมิปัญญาเพื่อเชื่อมโยงสู่ภาคการผลิตและบริการเพื่อจะสามารถสร้างเอกลักษณ์ของตนเองและขยายโอกาสทางการตลาดมากยิ่งขึ้น

โครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ OTOP ได้ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาในการผลิตสินค้าและบริการของชุมชนเพื่อให้แต่ละชุมชนได้ใช้ความรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการพัฒนาสินค้าและบริการ ให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการสร้างงานสร้างรายได้ สร้างชุมชนให้เข้มแข็งพึ่งตนเองได้อย่างยั่งยืน จากข้อมูลจากกรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย พบว่าในปี 2559 ยอดจำหน่ายสินค้าโอท็อปไทยสามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจได้ถึง 1.252 แสนล้านบาท และในปี 2560 ยอดจำหน่ายสินค้าโอท็อปจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 หรือคิดเป็น 1.377 แสนล้านบาท ดังนั้นการพัฒนาศักยภาพตลาดโอท็อปไทยจะประสบความสำเร็จได้ตามเป้าหมายของรัฐบาล ทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องร่วมมือกันอย่างจริงจังและต่อเนื่อง จะทำให้สินค้าโอท็อปไทยเติบโตได้อย่างยั่งยืน รวมถึงสร้างรายได้เข้าสู่ประเทศ [1]

จังหวัดศรีสะเกษเป็นจังหวัดที่อยู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเกษตรกรภายในจังหวัดมีการประกอบอาชีพในภาคการเกษตร โดยมีรายได้จากผลผลิตทางการเกษตรเป็นหลัก อีกทั้งความเป็นอยู่และรายได้เฉลี่ยต่อหัว (Per Capita Income) เท่ากับ 64,298 บาท เป็นอันดับที่ 13 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเป็นอันดับที่ 68 ของประเทศ [2] เกษตรกรจึงมีความต้องการที่จะหาอาชีพเสริมเพื่อเพิ่มรายได้นอกเหนือจากรายได้จากการเกษตร โดยมีแนวคิดที่จะมีการรวมกลุ่มกันเพื่อจัดตั้งเป็นกลุ่มธุรกิจชุมชนขึ้นเพื่อเกษตรกรทุกคนจะได้มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา ผลิตภัณฑ์ปลาร้านับว่าเป็นอาหารแปรรูปที่เริ่มขยับจากธุรกิจในระดับครัวเรือนหรือธุรกิจขนาดเล็กมาเป็นผู้ผลิตในขนาดกลางและใหญ่ และกลายเป็นสินค้า OTOP

รวมทั้งการส่งออกไปยัง ตลาดต่างประเทศก็เริ่มขยายตัวมากยิ่งขึ้น จำหน่ายทั้ง ในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ รวมไปถึง การเป็นสินค้า ส่งออกไปยังต่างประเทศอีกด้วย

จากการศึกษาข้อมูลของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจผลิตปลาร้าจังหวัดศรีสะเกษพบว่า ในการผลิตปลาร้าแต่ละรอบการผลิต ใช้ระยะเวลาการหมัก จำนวน 8-12 เดือน ทำให้มีข้อจำกัดต่างๆ ในการคำนวณต้นทุนการผลิต และผลตอบแทนที่ต่ำ และสะท้อนผลกำไรไม่เป็นไปตามรอบการผลิต ดังนั้นจึงควรมีการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจกรรมทางการผลิต เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ดี มีคุณภาพ ตามความต้องการของลูกค้า ประกอบด้วย (1) ต้นทุนด้านวัตถุดิบ ได้แก่ วัตถุดิบทางตรง และวัตถุดิบทางอ้อม (2) ต้นทุนด้านแรงงาน ได้แก่ ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานทางตรง ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานทางอ้อม และค่าใช้จ่ายสูญหายในการผลิต (3) ส่วนผลตอบแทนของปัจจัยการผลิตนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการใช้และปริมาณของปัจจัยการผลิตนั้นๆ

จากความสำคัญดังกล่าวคณะผู้วิจัยได้ศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนกลุ่มวิสาหกิจผลิตปลาร้า จังหวัดศรีสะเกษ เนื่องจากสถานะเศรษฐกิจในปัจจุบันต้นทุนในการผลิตมีการปรับราคาสูงขึ้น ส่งผลให้ผลตอบแทนที่จะได้รับลดลง ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการประกอบการวางแผนสำหรับกลุ่มผลิตปลาร้าในการลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นและสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผน การควบคุม และการตัดสินใจในการบริหารงานกลุ่มให้มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลต่อไป อีกทั้งเป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบการบริหารงานให้สามารถเจริญเติบโตอยู่รอดมั่นคงได้ในระยะยาว [4]

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาบริบทชุมชนและสภาพปัจจุบันของผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนของกลุ่มผลิตปลาร้า บ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู๋ จังหวัดศรีสะเกษ
2. เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนจังหวัดศรีสะเกษของกลุ่มผลิตปลาร้า บ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู๋ จังหวัดศรีสะเกษ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลักประกอบด้วย คือ กลุ่มผลิตปลาร้าบ้านดงตาดทอง ได้แก่ ประธานกลุ่มผลิต คณะกรรมการดำเนินงาน และสมาชิกกลุ่มผลิตปลาร้า บ้านดงตาดทอง ตำบลโพธิ์ศรี อำเภอปรางค์กู๋ จังหวัดศรีสะเกษ รวมทั้งสิ้น 31 คน [5] ซึ่งได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย การสัมภาษณ์เชิงลึก (In depth interview) โดยใช้คำถามลักษณะการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างในประเด็นบริบทชุมชนและสภาพปัจจุบันของผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนจังหวัดศรีสะเกษ ประกอบด้วย ด้านต้นทุนการผลิตปลาร้า ได้แก่ ต้นทุนค่าวัตถุดิบ ต้นทุนค่าแรงงาน ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิต นอกจากนี้มีการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม (Questionnaires) และการสนทนากลุ่ม (Focus group discussion) กับประธานกลุ่มฯ กรรมการกลุ่ม สมาชิกกลุ่มผลิตปลาร้า บ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู๋ จังหวัดศรีสะเกษ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดย 1) ชั้นเตรียมการก่อนเก็บข้อมูล โดยประสานหน่วยงานภาครัฐ และกลุ่มผลิตปลาร้า บ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู๋ จังหวัดศรีสะเกษ เพื่อให้ได้ข้อมูลบริบทชุมชนและสภาพปัจจุบันของผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชน

จังหวัดศรีสะเกษ สร้างความเข้าใจ สร้างความสัมพันธ์ เพื่อให้เห็นถึงประโยชน์ร่วมกันในโครงการวิจัย 2) ขั้นตอนการเก็บข้อมูล กิจกรรมการสัมภาษณ์และสอบถามบุคคลที่เกี่ยวข้อง การจัดสนทนากลุ่ม และมีการประเมินโดยใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานของต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนจังหวัดศรีสะเกษ ผลิตภัณฑ์กลุ่มผลิตปลาร้า บ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู่ จังหวัดศรีสะเกษ 3) หลังการเก็บข้อมูลโดยทำการตรวจสอบข้อมูลความครอบคลุมตามขอบเขต การพัฒนาผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนจังหวัดศรีสะเกษ ผลิตภัณฑ์กลุ่มผลิตปลาร้า บ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู่ จังหวัดศรีสะเกษ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเป็นหลักและทำการวิเคราะห์คู่ขนานกับการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ บริบทชุมชนและสภาพปัจจุบันของผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนจังหวัดศรีสะเกษ และนำข้อมูลมาหาความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ สรุปบทเรียนจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผ่านมาทั้งการสนทนากลุ่ม และการสัมภาษณ์ รวมทั้งทัศนคติ ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนจังหวัดศรีสะเกษ ผลิตภัณฑ์กลุ่มผลิตปลาร้า บ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู่ จังหวัดศรีสะเกษ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามกลุ่มผลิตปลาร้าบ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู่ จังหวัดศรีสะเกษ พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 83.87 และเป็นเพศชาย จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 16.13 มีอายุส่วนใหญ่ 51 ปีขึ้นไป จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 64.52 อายุ 41 - 50 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 29.03 และอายุ 31 - 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 6.45 ศึกษาในระดับประถมศึกษา จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 90.32 อนุปริญญาหรือเทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 6.45 และปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 3.23 ส่วนใหญ่มีรายได้ 1,500 - 5,000 บาท จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 58.06 รายได้ 3,001 - 5,000 บาท จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 22.58 และมีรายได้ส่วนใหญ่ 5,001 - 10,000 บาท จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 19.35 ประกอบอาชีพเกษตรกร จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 54.84 อาชีพรับจ้าง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 38.71 และประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.45

2. ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนจังหวัดศรีสะเกษ ผลิตภัณฑ์กลุ่มผลิตปลาร้าบ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู่ จังหวัดศรีสะเกษ พบว่า รายละเอียดต้นทุนการผลิตปลาร้า กลุ่มผลิตปลาร้า บ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู่ จังหวัดศรีสะเกษ คำนวณจากการผลิตโดยเฉลี่ยใน 1 ปี คือ ปี 2561 โดยใช้เวลาในการหมัก 8-12 เดือน โดยมีผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ปลาร้า และปลาร้าทรงเครื่อง ซึ่งเป็นปลาร้าที่มีอายุการหมักครบกำหนด (โดยเฉลี่ยประมาณ 10-12 เดือน) จะสามารถนำออกมาจำหน่ายได้ และอีกส่วนจะนำไปแปรรูปเป็นปลาร้าทรงเครื่อง ในการผลิตปลาแปรรูป ได้มีการรับซื้อปลาจำนวน 1,100 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 60 บาท รวมเป็นเงิน 66,000 บาท โดยปลาทั้งหมดนี้จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตปลาร้า และเมื่อครบอายุตามสูตรการหมักครบกำหนด จึงนำมาแบ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตปลาร้าทรงเครื่อง จำนวน 400 กิโลกรัม ๆ ละ 70 บาท รวมเป็นเงิน 28,000 บาท ส่วนวัตถุดิบปลาในการทำปลาร้า จำนวน 600 กิโลกรัม ๆ ละ 60 บาท รวมเป็นเงิน 42,000 บาท ในส่วนต้นทุนการผลิตปลาร้า ประกอบด้วย วัตถุดิบรวมเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 81,779 บาท คิดเป็นร้อยละ 57.85 แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ 1) ปลาร้า วัตถุดิบที่มีจำนวนมากที่สุด คือ ปลาสด เป็นเงิน 42,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 29.70 รองลงมา คือ ไร่ข้าว เป็นเงิน 5,500 บาท คิดเป็นร้อยละ 3.89 และ 2) ปลาร้าทรงเครื่อง วัตถุดิบที่มีจำนวนมากที่สุด คือ ปลาร้าที่นำมาแปรรูปเป็นปลาร้าทรงเครื่อง เป็นเงิน 28,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 19.80 กระเทียม เป็นเงิน 1,120 บาท คิดเป็นร้อยละ 0.79 และหอมแดง เป็นเงิน 1,100 บาท คิดเป็นร้อยละ 0.77

ค่าแรงงานทางตรง ได้แก่ ค่าแรงงาน เป็นเงิน 47,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 33.83 ค่าว่าจ้างหาปลา เป็นเงิน 1,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 0.71 และค่าใช้จ่ายในการผลิตแบ่งออกเป็น 1) ค่าใช้จ่ายคงที่ และ 2) ค่าใช้จ่ายในการผลิตผันแปร โดยค่าใช้จ่ายในการผลิตคงที่ที่มีจำนวนมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ ค่าเสื่อมราคาโอ่งสำหรับหมักปลาร้า เป็นเงิน 600 บาท คิดเป็นร้อยละ 0.42 ค่าเสื่อมราคาเครื่องปั้น เป็นเงิน 497.67 บาท คิดเป็นร้อยละ 0.35 และค่าเสื่อมราคาเตาแก๊ส เป็นเงิน 350 บาท คิดเป็นร้อยละ 0.25 ส่วนค่าใช้จ่ายในการผลิตผันแปรที่มีจำนวนมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ ค่าไฟฟ้า ร้อยละ 2.96 ค่าน้ำประปา ร้อยละ 1.95 และค่ากระปุกขนาด 1 กิโลกรัม เป็นเงิน 2,500 บาท คิดเป็นร้อยละ 1.76

รายละเอียดผลตอบแทนการผลิตปลาร้า กลุ่มผลิตปลาร้า บ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู่ จังหวัดศรีสะเกษ คำนวณจากการผลิตโดยเฉลี่ยใน 1 ปี คือ ปี 2561 พบว่า ในการผลิตปลาร้าของทางกลุ่มฯ สามารถผลิตได้ทั้งสิ้น 1,200 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 1) ปลาร้า จำนวน 750 กิโลกรัม และ 2) ปลาร้าทรงเครื่อง จำนวน 450 กิโลกรัม โดยปลาร้ามีราคาจำหน่ายกิโลกรัมละ 120 บาท และปลาร้าทรงเครื่อง นำมาบรรจุในกระปุก 2 ขนาด คือ 1) กระปุกขนาด 50 กรัม ราคาจำหน่ายกระปุกละ 20 บาท และกระปุกขนาด 300 กรัม ราคาจำหน่ายกระปุกละ 100 บาท โดยในปี 2561 ทางกลุ่มฯ มีรายได้จากการจำหน่าย ปลาร้า เป็นเงินทั้งสิ้น 74,400 บาท และปลาร้าทรงเครื่อง เป็นเงินทั้งสิ้น 105,500 บาท รวมรายได้ทั้งสิ้น 179,900 บาท ส่งผลให้มีกำไรสุทธิต่อปี เท่ากับ 38,484.30 บาท และมีอัตราผลตอบแทนสุทธิต่อยอดขาย คิดเป็นร้อยละ 21.39 โดยแปรรูปที่ผลิตได้นั้นยังจำหน่ายไม่หมดในปี 2561 จึงมีการนำไปจำหน่ายต่อในปี 2562 ในด้านผลตอบแทนการผลิตปลาร้าของกลุ่มฯ นั้นสามารถแสดงได้จากสูตรอัตราผลตอบแทนต่อยอดขาย โดยอัตราส่วนนี้แสดงถึงกำไรสุทธิต่อยอดขาย ซึ่งจะแสดงกำไรสุทธิในรูปของร้อยละของยอดขายสุทธิ เพื่อให้ทราบถึงความสามารถในการทำกำไร และรวมถึงความสามารถในการบริหารต้นทุนว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด [6] จากผลตอบแทนต่อยอดขายร้อยละ 21.39 นั้นหมายความว่า ความสามารถในการทำกำไรจากการผลิตปลาร้า 100 บาท ก่อให้เกิดกำไรเป็นเงิน 21.39 บาท

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนของกลุ่มผลิตปลาร้าจังหวัดศรีสะเกษ ผู้วิจัยจะกล่าวถึงประเด็นสำคัญและอภิปรายผลจากข้อมูลที่ค้นพบได้จากการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาบริบทชุมชนและสภาพปัจจุบันของผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนจังหวัดศรีสะเกษ ผลิตภัณฑ์กลุ่มผลิตปลาร้า บ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู่ จังหวัดศรีสะเกษ ตั้งอยู่บริเวณที่ลุ่ม ในฤดูฝนของทุกปีจะมีน้ำฝนไหลมาท่วมท้องนา บางปีน้ำท่วมทำให้ชาวเขียดหายบรรพบุรุษของที่นี่พยายามค้นหาตัวรอด โดยนำอุปกรณ์การ ปลาร้า หรือที่เรียกอีกอย่างว่า ปลาแดก (ภาคอีสาน) จับปลาที่มีอยู่ในชุมชน เช่น ลอบ ไช แห สวิง มอง ออกหาปลาไว้ประกอบอาหาร และที่หาได้จำนวนมากก็จะถนอมอาหารไว้รับประทานในยามหน้าแล้ง และสิ่งที่ชาวบ้านดงตาดทองนิยมทำก็คือ ปลาแดก (ภาคอีสาน) หรือปลาร้า นอกจากนี้ได้นำปลาร้ามาทำเป็นแจ่วบองจำหน่ายด้วย ปลาที่นิยมนำมาทำ ได้แก่ ปลากระดี่ ปลาหมอบ ปลาขาว ปลาดุก ปลาช่อน เป็นต้น ต่อมา นางสาวดา ไกรวิเศษ มีแนวคิดที่ว่า ปลาร้าที่ทำมาตั้งแต่รุ่นปู่ย่า ตายาย นั้นมีรสชาติอร่อย โดยดูจากนำไปเป็นของฝากญาติที่อยู่หมู่บ้านอื่น แล้วดีใจ มีกรรมมาถึงตลอด และบางครั้งก็มีคนจากหมู่บ้านอื่น มาซื้อไปจำหน่ายต่อ จึงรวมกลุ่มในนาม "กลุ่มทำปลาร้าบ้านดงตาดทอง" จัดทำโครงการขอรับการสนับสนุนเงินทุนจากโครงการกองทุนพัฒนาบทบาทสตรี ตำบลโพธิ์ศรี และได้อนุมัติเงินกู้ จำนวน 50,000 บาท (ห้าหมื่นบาทถ้วน) มาดำเนินการ กรรมการ/สมาชิก 1) นางสาวดา ไกรวิเศษ ประธานกรรมการ 2) นางวงเดือน ปิ่นหอม รองประธานกรรมการ 3) นางปัทมวรรณ คงราช กรรมการ 4) นางอ้อยใจ ธรรมบุตร กรรมการ 5) นางจำปี ศรีกะชา กรรมการ 6) นางอำพร จิตรโคตร กรรมการ

2. เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนจังหวัดศรีสะเกษ ผลิตภัณฑ์กลุ่มผลิตปลาร้า บ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู่ จังหวัดศรีสะเกษ ดังประเด็นต่อไปนี้ สำหรับปัจจัยการบริหารของกลุ่มผลิตปลาร้า

บ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู๋ จังหวัดศรีสะเกษ คือ 1) ด้านคน (Men) ของกลุ่มปลาร้าบ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู๋ จังหวัดศรีสะเกษ มีความคิดเห็นโดยรวมของสมาชิก ๆ พบว่า กำลังการผลิตเป็นแรงงานกลุ่มแม่บ้านมีความตั้งใจในการทำงาน มีความเสียสละทุ่มเทอย่างเต็มที่ ผู้นำกลุ่มมีความเข้มแข็ง สามารถสร้างความศรัทธาให้กับสมาชิกและเป็นตัวอย่างที่ดีทำให้เป็นแรงจูงใจให้สมาชิกมีแรงผลักดันให้มีความตั้งใจในการทำงานเพิ่มมากขึ้น 2) ด้านเงิน (Money) ของกลุ่มปลาร้าบ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู๋ จังหวัด ศรีสะเกษ มีความคิดเห็นโดยรวมของสมาชิก ๆ พบว่า แหล่งเงินทุนมาจากการกู้ยืมเงินเพื่อนำมาดำเนินงานภายในกลุ่ม หลังจากมีการจัดจำหน่ายมีรายได้จึงนำมาแบ่งออกเป็นต้นทุน กำไร นำไปจัดสรรผลการดำเนินงานให้กับสมาชิกในกลุ่ม ในการจัดทำเอกสารหลักฐานทางการเงินบางส่วน เป็นเพียงการสรุปรายรับรายจ่ายเบื้องต้น และยังไม่ถูกต้องตามหลักการด้านการบัญชีการเงิน ส่งผลให้การจัดการกำไรไม่สะท้อนสภาพการดำเนินงานด้านการเงินที่แท้จริง 3) ด้านวัสดุ อุปกรณ์ (Material) ของกลุ่มปลาร้าบ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู๋ จังหวัดศรีสะเกษ มีความคิดเห็นโดยรวมของสมาชิก ๆ พบว่า สมาชิก ๆ มีเครื่องทุนแรงเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต และมีการบริหารวัตถุดิบในการผลิตที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดต้นทุนต่ำสุดซึ่งจะส่งผลให้มีกำไรเพิ่มขึ้น 4) ด้านการจัดการ (Management) ของกลุ่มปลาร้าบ้านดงตาดทอง อำเภอปรางค์กู๋ จังหวัดศรีสะเกษ มีความคิดเห็นโดยรวมของสมาชิก ๆ พบว่า ทางกลุ่ม ๆ มีการจัดการวางแผนการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม มีการวางแผนด้านการผลิตที่ดี ทำให้มีผลิตภัณฑ์จำหน่ายตลอดปี ต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังมีการจัดจำหน่ายทั้งในจังหวัดและต่างจังหวัด มีเครือข่ายกับทางหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งทำให้มีตลาดรองรับเป็นจำนวนมาก

สรุปผลการวิจัย

ในด้านต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของการพัฒนาผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนของกลุ่มผลิตปลาร้าจังหวัดศรีสะเกษ คือ

1. วัตถุดิบ พบว่า ต้นทุนวัตถุดิบมีต้นทุนสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 57.85 ของต้นทุนการผลิตรวม เนื่องจากการผลิตปลาร้าบ้านดงตาดทองนั้น วัตถุดิบหลัก คือ ปลา ซึ่งส่วนใหญ่มาจากการรับซื้อจากผู้จำหน่ายปลามากกว่าการหาปลาตามแหล่งน้ำเอง โดยปลาที่รับซื้อมานั้นจะมีราคาแตกต่างกัน จึงส่งผลให้ต้นทุนวัตถุดิบสูงตามไปด้วย สอดคล้องกับ สุมลรัตน์ ดีทองหลวง พบว่า ผู้ผลิตปลาร้าและน้ำปลาอำเภอศรีสงคราม และกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรไชยบุรี อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม มีการรับซื้อปลาจากพ่อค้าปลา ราคาปลามีความแตกต่างกัน ปลาบางชนิดที่เป็นจะเป็นที่ต้องการของตลาด เช่น ปลาเนื้ออ่อน ราคาค่อนข้างแพงราคาต่อกิโลกรัม ๆ ละ 50 บาท เป็นสาเหตุให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น อีกทั้งราคาวัตถุดิบไม่คงที่จะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ส่งผลให้ต้นทุนวัตถุดิบสูงตามไปด้วย ข้อมูลต้นทุนในการผลิตปลาร้าต่อกิโลกรัม จำแนกเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร โดยต้นทุนผันแปร ประกอบด้วย วัตถุดิบ 4.52 บาทต่อกิโลกรัม ค่าแรงงาน 2.92 บาทต่อกิโลกรัม และค่าใช้จ่ายในการผลิตอื่น 0.10 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนต้นทุนคงที่ 0.14 บาทต่อกิโลกรัม [7]

2. ค่าแรงงาน พบว่า ต้นทุนค่าแรงงาน คิดเป็นร้อยละ 34.09 เนื่องจากการผลิตปลาร้ามีการใช้แรงงานคนเป็นหลัก โดยจะมีการจ้างคนในชุมชนเป็นบางครั้งที่มีการผลิตปลาร้าจำนวนมาก ๆ หรือเมื่อแรงงานการผลิตไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงต้องมีการคิดค่าแรงงานในการผลิตด้วย เพื่อแสดงต้นทุนในการผลิต

3. ค่าใช้จ่ายในการผลิต พบว่า คิดเป็นร้อยละ 8.06 เมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุดิบและค่าแรงงาน ถือได้ว่าเป็นต้นทุนที่ต่ำที่สุด เนื่องจากการผลิตปลาร้า นั้น ต้นทุนส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุดิบและค่าแรงงาน ส่วนค่าใช้จ่ายในการผลิต คือ ค่าใช้จ่ายผันแปร ประกอบด้วย บรรจุภัณฑ์ มีราคาเฉลี่ยต่อชิ้นค่อนข้างต่ำ ส่วนค่าไฟฟ้าและค่าน้ำประปา จะผันแปรไปตามระยะเวลาในการผลิต คือ หากช่วงเวลาที่มีการผลิตมาก จะมีค่าไฟฟ้าและค่าน้ำประปามากตามไปด้วย หากช่วงเวลาที่มีการผลิตน้อยหรือไม่ได้ผลิตเลย จะมีค่าไฟฟ้าและค่าน้ำประปาน้อยเช่นกัน สำหรับค่าใช้จ่ายคงที่ได้แก่ อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตมีราคาไม่สูงมาก และมีอายุการใช้งานค่อนข้างนาน ดังนั้นจึงใช้เกณฑ์ในการคิดค่าเสื่อมราคาตามวิธีเส้นตรง

4. ผลตอบแทน พบว่า จากอัตราผลตอบแทนสุทธิต่อยอดขาย คิดเป็นร้อยละ 21.39 เป็นผลมาจากผลิตภัณฑ์ปลาร้า และปลาร้าทรงเครื่องนั้นเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมบริโภคกันแพร่หลายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะสามารถนำไปใช้ประกอบอาหารพื้นบ้านอีสานได้หลากหลายประเภท และมีรสชาติโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ สามารถจัดจำหน่ายได้ตลอดทั้งปี สอดคล้องกับการศึกษาของ พบว่า การใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นสิ่งที่ผู้ผลิตควรคำนึงถึงคือความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ที่ผลิต ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์จะทำให้ผู้บริโภคเข้าใจถึงคุณค่าทางวัฒนธรรมของผลิตภัณฑ์ เป็นการสร้างความแตกต่างให้กับผลิตภัณฑ์สามารถแข่งขันกับคู่แข่งกันได้ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตในระยะยาว [8]

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

กลุ่มวิสาหกิจผลิตปลาร้าจังหวัดศรีสะเกษสามารถวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนในการผลิตปลาร้าได้เพื่อเป็นแนวทางในการคิดต้นทุนการผลิตที่จะได้ทราบถึงกำไรที่แท้จริง เพื่อนำไปวางแผนในการกำหนดราคาสินค้าเพื่อให้ได้กำไรและลดต้นทุนการผลิต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคุณทูลุ่อดหนุนโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก ประจำปีงบประมาณ 2563 จากสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และขอขอบคุณสมาชิกกลุ่มสตรีแปรรูปปลาบ้านดงตาดทอง ตำบลโพธิ์ศรี อำเภอปรังค์ภู จังหวัดศรีสะเกษ ที่ให้การสนับสนุนด้านข้อมูลที่เป็นประโยชน์ยิ่งตลอดการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] กองส่งเสริมธุรกิจชุมชน. (2560). *กรมพัฒนาธุรกิจการค้า*. ฉบับที่ 14. นนทบุรี.
- [2] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560-2564)*. สำนักนายกรัฐมนตรี. กรุงเทพมหานคร.
- [3] ปิยฉัตร ทองแพง. (2560). *การบัญชีบริหาร*. สำนักพิมพ์พานทอง. ศรีสะเกษ
- [4] ธนกร เอกเผ่าพันธุ์. (2554). *การวางแผนและควบคุมงบประมาณ*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร.
- [5] องค์การบริหารส่วนตำบลโพธิ์ศรี. (2558). *แผนปฏิบัติการประจำปี*. องค์การบริหารส่วนตำบลโพธิ์ศรี อำเภอปรังค์ภู. ศรีสะเกษ.
- [6] จินตรา แสนสามารถ. (2559). *การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตปลาแปรรูปบ้านน้ำพัน ตำบลน้ำพันอำเภอนองวัวขอ จังหวัดอุตรธานี. ในเอกสารการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 1. อุบลราชธานี. มหาวิทยาลัยราชธานี.*
- [7] สุมลรัตน์ ดีทองหลาง. (2547). *การจัดการธุรกิจการผลิตและการตลาดผลิตภัณฑ์จากปลาน้ำจืดในจังหวัดนครพนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาธุรกิจการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.*
- [8] อมรทิพย์ แท้เที่ยงธรรม. (2545). *สถานการณ์การผลิตการตลาดโอกาสทางการตลาดของสินค้าศิลปหัตถกรรมพื้นบ้านภายใต้โครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์: กรณีศึกษาเครื่องจักสานจังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดอ่างทอง. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.*

RANC15-023 การพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียมด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง PREDICTING THE PRICE OF ETHEREUM USING MACHINE LEARNING

จिरายูท เจริญ* สิทธิเดช สารจันทร์ อนุพงศ์ สุขประเสริฐ ธัญญธร ศรีวิเชียร
Jirayut Jarern, Sittidech Sarajan, Anupong Sukprasert, Tanyatom Sriwichien*

คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Maharakham Business School, Maharakham University.

*Corresponding author, E-mail: 61010912509@msu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง สำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียม ซึ่งข้อมูลที่น่าวิเคราะห์นี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 14 ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อราคาสกุลเงินอีเธอเรียมมาจากเว็บไซต์ <https://finance.yahoo.com> ในรูปแบบรายวัน จำนวน 1 ปี ย้อนหลัง ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึงวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 โดยผู้วิจัยจะทำการคัดเลือกข้อมูลเฉพาะช่วงวันและเวลาทำการของแต่ละปัจจัยทั้งหมด 214 ระเบียบ โดยนำมาวิเคราะห์ตามกระบวนการมาตรฐานการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียมด้วยเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล 2 แบบ คือ การจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Classification และการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Regression จากนั้นทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลทั้งสองแบบ ผลการวิจัยพบว่า ตัวแบบการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Classification เทคนิคโลจิสติกส์รีเกรสชัน ให้ค่าความแม่นยำเท่ากับ 59.31% ค่าความเที่ยงเท่ากับ 61.89% ค่าการเรียกคืนเท่ากับ 66.07% และค่าประสิทธิภาพโดยรวมเท่ากับ 63.38% และตัวแบบการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Regression เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 47,370.2166 ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 217.647 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เท่ากับ 165.178 และค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เท่ากับ 48,999.147 ซึ่งทั้งสองเทคนิคนี้เป็นเทคนิคที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียม เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจให้กับนักลงทุนในการเลือกลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลอีเธอเรียมในระยะสั้นเพื่อให้ได้ราคาที่เหมาะสมและลดความเสี่ยงในการลงทุนได้

คำสำคัญ: เปรียบเทียบประสิทธิภาพ การเรียนรู้ของเครื่อง การพยากรณ์ สกุลเงินอีเธอเรียม

Abstract

The objective of this research was to compare the efficacy of machine learning approaches in developing an Ethereum currency price forecasting model. The researcher gathered 14 factors that impact the price of Ethereum currency from the website <https://finance.yahoo.com> in daily format for 1 year, starting from 1 November 2020 to 1 November 2021. For a total of 214 records, the researcher picked the data solely during the specific days and hours to examine in accordance with the Cross-Industry Standard Process for Data Mining: CRISP-DM for developing an Ethereum currency forecasting model. This study utilized and compared two data mining techniques: classification and regression. The results revealed that classification technique using logistic regression provided the accuracy of 59.31%, a precision of 61.89%, a recall of 66.07%, and F-Measure of 63.38%. In addition, the regression technique using neural network approach provided the lowest Mean squared error of 47,370.2166 with Root Mean Squared Error of 217.647, Absolute Error of 165.178 and Squared Error of 48,999.147. Overall, both techniques were appropriate for forecasting Ethereum currency prices in assisting investors' decisions for their short-term investment in Ethereum cryptocurrency for the best price and the minimized investment risk.

Keywords: Classification Efficiency, Machine Learning, Forecasting, Ethereum Currency Price

บทนำ

คริปโทเคอร์เรนซี (Cryptocurrency) เกิดขึ้นอย่างเป็นทางการในช่วงปลายปี ค.ศ.2008 ถึงต้นปี ค.ศ. 2009 โดยโปรแกรมเมอร์อัจฉริยะที่ใช้นามแฝงว่า Satoshi Nakamoto ซึ่งในปีแรก ๆ ของการเกิดบิตคอยน์ ยังไม่มีใครให้ความสนใจและไม่สามารถกำหนดราคาของสกุลเงินดิจิทัลนี้ได้ โดยในช่วงเริ่มต้นคนส่วนใหญ่จะใช้คำว่า “บิตคอยน์” กับคำว่า “สกุลเงินดิจิทัล” เสมือนเป็นคำเดียวกัน และบิตคอยน์ถือเป็นสกุลเงินดิจิทัลที่เก่าแก่ที่สุด ซึ่งต่อมามีการสร้างสกุลเงินดิจิทัลขึ้นอีกมากมาย โดยปัจจุบันมีสกุลเงินดิจิทัลมากกว่า 10,000 สกุลเงิน เช่น บิตคอยน์ (Bitcoin) อีเธอเรียม (Ethereum) ริปเปิล (Ripple) คาร์ดาโน (Cardano) ลایتคอยน์ (Litecoin) นีโอ (NEO) สเตลลาร์ (Stellar) หรือเนม (NEM) เป็นต้น [1]

ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการการคุ้มครองทางอิเล็กทรอนิกส์ระบุว่าในปัจจุบันมีสกุลเงินดิจิทัลมากกว่า 2,149 สกุลเงิน ที่มีการทำธุรกรรมอยู่ในตลาดซื้อขายสินทรัพย์ดิจิทัล และมีมูลค่าของตลาดโดยรวมอยู่ที่ 265,000 ล้านดอลลาร์ โดยสกุลเงินดิจิทัลที่มีการซื้อขายมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash และ Eos อย่างไรก็ตาม สกุลเงินดิจิทัลเหล่านี้ ไม่มีสินทรัพย์จริงหนุนหลัง ทำให้มูลค่านั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านอุปสงค์และอุปทานของตลาดที่ทำการซื้อขาย ด้วยเหตุนี้มูลค่าของสกุลเงินดิจิทัลจึงมีความผันผวนที่สูงและไม่แน่นอนอยู่ตลอดเวลา [2]

อีเธอเรียม เป็นเงินตราในรูปแบบดิจิทัลที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยโปรแกรมเมอร์ชาวรัสเซีย ชื่อว่า “Vitalik Buterin” โดยเกิดขึ้นมาในปี 2556 มีชื่อย่อของสกุลเงินคือ “ETH” ด้วยความสามารถอันโดดเด่นของ อีเธอเรียม ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายธุรกรรม โดยเฉพาะการเป็นฐานในการระดมทุนทำ ICO (Initial Public Offering) ของเงินดิจิทัลสกุลใหม่ ๆ ทั่วโลก อีเธอเรียม เป็นระบบสัญญาอัจฉริยะแบบกระจายศูนย์ (Smart contract decentralized

platform) ซึ่งมีเทคโนโลยีบล็อกเชนเป็นพื้นฐานเช่นเดียวกับบิตคอยน์ และยังมีความสามารถให้ผู้ใช้สร้างบล็อกเชนของตัวเองเพื่อประยุกต์ใช้ในธุรกิจต่าง ๆ นอกเหนือจากการเป็นเงินตราได้ ซึ่งสกุลเงินดิจิทัลส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นโดยการสร้างบนอีเธอเรียมบล็อกเชน [3]

อย่างไรก็ตาม สกุลเงินอีเธอเรียมยังถือว่าเป็นสกุลเงินดิจิทัลยังไม่เป็นที่รู้จักมากนักในวงกว้าง ถึงแม้ว่าจะเป็นสกุลเงินดิจิทัลที่มีมูลค่าสูงเป็นอันดับ 2 รองลงมาจากบิตคอยน์ จึงทำให้มีการศึกษาเกี่ยวกับสกุลเงินอีเธอเรียม โดยเฉพาะในเรื่องเกี่ยวกับราคาของสกุลเงินอีเธอเรียม ยังไม่มีการศึกษาในเรื่องนี้อย่างจริงจังและเผยแพร่ออกมา ในปี พ.ศ. 2562 กิ่งกมล นงงาม [4] ได้ทำการศึกษาตัวแบบการพยากรณ์ราคาการซื้อ-ขายบิตคอยน์โดยใช้อาศัยปัจจัยภายนอกต่าง ๆ มาสร้างตัวแบบการพยากรณ์ราคาบิตคอยน์ พบว่าเมื่อนำปัจจัยภายนอกทุก ๆ ปัจจัยมาจัดกลุ่มความสัมพันธ์กันแล้ว พบว่า ปัจจัยภายนอกทุก ๆ กลุ่มส่งผลต่อราคาบิตคอยน์และเนื่องจากบิตคอยน์มีมูลค่าทางการตลาดและปริมาณการซื้อขายมากที่สุดในบรรดาสกุลเงินดิจิทัล ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสามารถนำผลที่วิเคราะห์ได้ไปประยุกต์ใช้กับสกุลเงินดิจิทัลอื่น ๆ เพื่อดูแนวโน้มของราคาและลดความเสี่ยงในการลงทุนได้ [4]

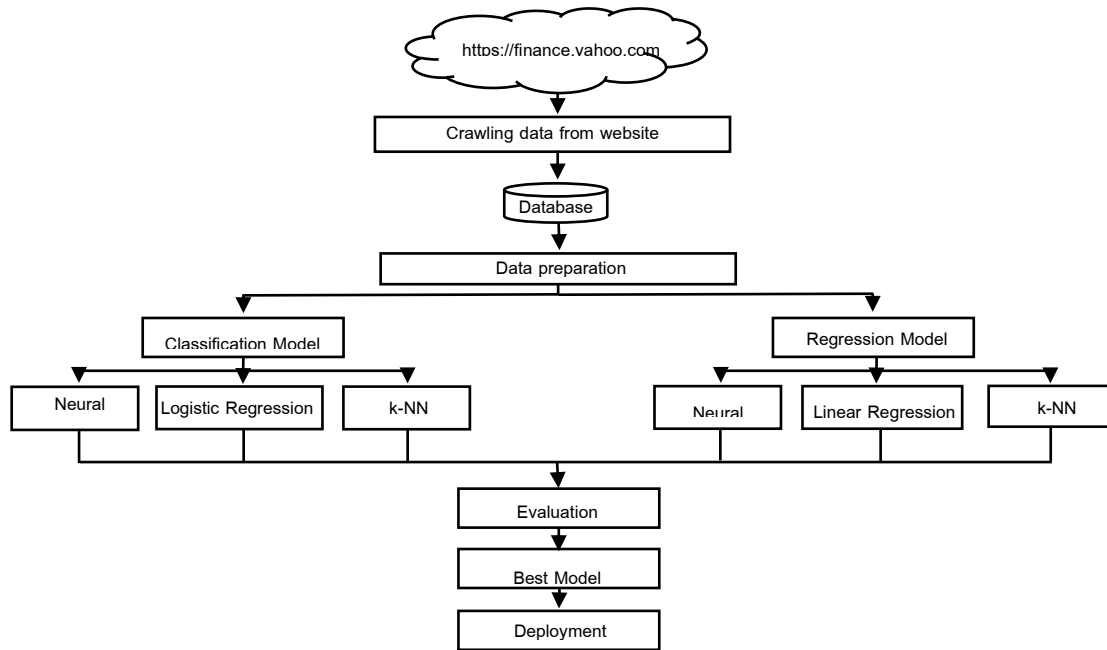
ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการสร้างตัวแบบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียม ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ซึ่งแบ่งรูปแบบการจำแนกประเภทข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Classification และการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Regression โดยอาศัยปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อราคาสกุลเงินบิตคอยน์ในงานวิจัยดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียม และเมื่อได้ตัวแบบนี้มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ นักลงทุนสามารถนำตัวแบบที่ได้นี้มาใช้เป็นแนวทางการตัดสินใจในการลงทุนเพื่อลดความเสี่ยงด้านราคาของสกุลเงินอีเธอเรียมได้ระดับหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียม
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียม

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องและเก็บรวบรวมข้อมูลราคาสกุลเงินอีเธอเรียม รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อราคาสกุลเงินอีเธอเรียมมาผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลเพื่อให้ได้ชุดข้อมูลที่มีความพร้อมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนสำหรับการสร้างตัวแบบและการทดสอบด้วยเทคนิค 10-fold cross validation ซึ่งการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ผู้วิจัยได้แบ่งการจำแนกประเภทข้อมูลออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ การจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Classification โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เทคนิคโลจิสติกส์รีเกรสชัน (Logistic Regression) และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (k-Nearest Neighbor: k-NN) และการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Regression โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (k-Nearest Neighbor: k-NN) จากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบพยากรณ์เพื่อหาตัวแบบที่มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียม ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียม โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามกระบวนการมาตรฐานของการทำเหมืองข้อมูล (Cross-Industry Standard Process for Data Mining: CRISP-DM) [1] ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจเกี่ยวกับธุรกิจ (Business Understanding)

จากการศึกษาข้อมูลราคาสกุลเงินดิจิทัลที่มีการทำธุรกรรมอยู่ในตลาดซื้อขายสินทรัพย์ดิจิทัล พบว่ามูลค่าราคาของสกุลเงินดิจิทัลมีความผันผวนสูงและไม่แน่นอน เนื่องจากสกุลเงินดิจิทัลเหล่านี้ ไม่มีสินทรัพย์จริงหนุนหลัง ทำให้มูลค่านั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านอุปสงค์และอุปทานของตลาดที่ทำการซื้อขาย โดยสกุลเงินดิจิทัลที่มีการซื้อขายมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ Bitcoin, Ethereum, Ripple, Bitcoin Cash และ Eos เป็นต้น [2]

อย่างไรก็ตามสกุลเงินอีเธอเรียมมีมูลค่าสูงเป็นอันดับ 2 รองลงมาจากบิตคอยน์ และงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับราคาของสกุลเงินอีเธอเรียมยังไม่มีการศึกษาในเรื่องนี้อย่างจริงจังและมีการเผยแพร่ออกมา ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาสร้างตัวแบบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียม ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ซึ่งแบ่งรูปแบบการจำแนกประเภทข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Classification และ Regression โดยอาศัยปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อราคาสกุลเงินอีเธอเรียมมาสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ในครั้งนี้

2. การทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูล (Data Understanding)

ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูลราคาสกุลเงินอีเธอเรียมและปัจจัยที่ส่งผลต่อราคาสกุลเงินอีเธอเรียมทั้งหมด 14 ตัวแปร ประกอบไปด้วย ราคาปิดรายวันของสกุลเงินบิตคอยน์, ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ Dax, ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ Dow Jones, ปริมาณการทำธุรกรรมรายวันของสกุลเงินอีเธอเรียม, ราคาปิด

รายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ KOSPI, ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ NASDAQ, ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ Nikkei, ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ Shanghai, ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ S&P 500, ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ S&P/ASX 200, ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ S&P/TSX, ราคาปิดรายวันของทองคำ, การขึ้นลงของราคาปิดของสกุลเงินยูโร, ราคาปิดรายวันของสกุลเงินยูโร ซึ่งได้ทำการเก็บรวบรวมจากเว็บไซต์ <https://finance.yahoo.com> ในรูปแบบข้อมูลรายวัน จำนวน 1 ปีย้อนหลัง โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึงวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 และคัดเลือกข้อมูลเฉพาะช่วงวันและเวลาทำการของแต่ละปัจจัย รวมทั้งสิ้น 214 ระเบียบ และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบ excel ไฟล์ ดังแสดงในตารางที่ 1

3. การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) เป็นกระบวนการทำความสะอาดข้อมูลให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ซึ่งแสดงถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

3.1 การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) เนื่องจากข้อมูลราคาสกุลเงิน Bitcoin ในวันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2564 มีค่าสูญหาย (Missing Value) ผู้วิจัยจึงได้ทำการแทนค่าสูญหาย (Replace Missing Value) ด้วยการหาค่าเฉลี่ยจากข้อมูล 5 วันก่อนหน้าและ 5 วันถัดไปของวันที่เกิดค่าสูญหาย เนื่องจากราคาสกุลเงินบาทค่อนข้างส่งผลต่อการขึ้นลงของราคาสกุลเงินยูโร [5]

3.2 การรวมข้อมูล (Data Integration) ผู้วิจัยได้ทำการนำชุดข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อราคาสกุลเงินยูโรจากแหล่งข้อมูลเว็บไซต์ <https://finance.yahoo.com/> โดยนำมาผนวกตาราง (Join) และกำหนดให้แอททริบิวต์ “date” ให้มีหน้าที่เป็นคีย์หลัก (Primary Key) เพื่อผนวกข้อมูลในแต่ละชุดเข้าด้วยกัน

3.3 การแปลงข้อมูล (Data Transformation) ผู้วิจัยได้ทำการเตรียมข้อมูลโดยการแปลงแอททริบิวต์ “ETH-close” เป็นการขึ้นลงของราคาปิดของสกุลเงินยูโร ซึ่งจะนำไปใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Classification โดยการใช้ if statement ดังนี้

$$P_t = \begin{cases} \text{“Up”} & , \text{if } (P_t \geq P_{t-1}) \\ \text{“Down”} & , \text{else } (P_t < P_{t-1}) \end{cases}$$

โดยที่ P_t คือ ราคาปิดของสกุลเงินยูโร ณ เวลา t ใด ๆ

P_{t-1} คือ ราคาปิดของสกุลเงินยูโร ณ ช่วงเวลาที่ซ้ากว่ากัน 1 หน่วยเวลา

3.4 กำหนดหน้าที่ให้กับแอททริบิวต์ “Date” ให้มีหน้าที่เป็น “ID” เพื่อใช้ระบุกับข้อมูลที่มีความเป็นเอกลักษณ์หรือไม่ซ้ำกับข้อมูลแถวอื่น ๆ ดังนั้น “Date” จึงไม่ได้ใช้สำหรับการวิเคราะห์ในครั้งนี และกำหนดหน้าที่ “Label” ให้กับแอททริบิวต์ “ETH-Movement” สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Classification และแอททริบิวต์ “ETH-close” สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Regression

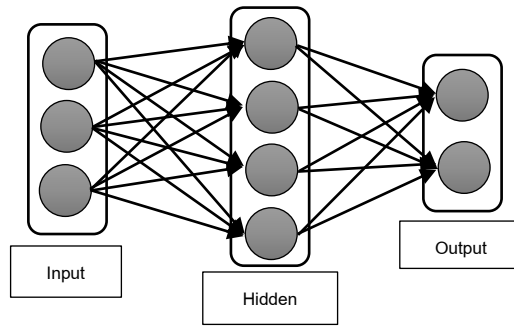
ตารางที่ 1 ข้อมูลที่ใช้สำหรับงานวิจัย

No.	Name	Data Type	Description
1.	Date	Date	วันเดือนปีที่เปิดทำการซื้อขาย
2.	BTC-close	Real	ราคาปิดรายวันของสกุลเงินบิตคอยน์
3.	Dax-close	Real	ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ Dax
4.	DowJones-close	Real	ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ Dow Jones
5.	ETH-volume	Real	ปริมาณการทำธุรกรรมรายวันของสกุลเงินอีเธอเรียม
6.	KOSPI-close	Real	ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ KOSPI
7.	NASDAQ-close	Real	ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ NASDAQ
8.	Nikkei-close	Real	ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ Nikkei
9.	Shanghai-close	Real	ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ Shanghai
10.	SP500-close	Real	ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ S&P 500
11.	SPASX200-close	Real	ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ S&P/ASX 200
12.	SPTSX-close	Real	ราคาปิดรายวันของดัชนีตลาดหลักทรัพย์ S&P/TSX
13.	XAU-close	Real	ราคาปิดรายวันของทองคำ
14.	ETH-Movement	Binominal	การขึ้นลงของราคาปิดของสกุลเงินอีเธอเรียม
15.	ETH-close	Real	ราคาปิดรายวันของสกุลเงินอีเธอเรียม

4. การสร้างแบบจำลอง (Modeling)

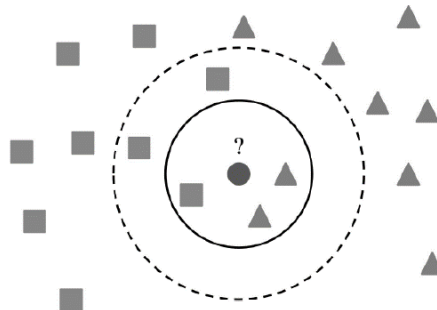
ขั้นตอนนี้จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามอัลกอริทึมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล 2 แบบ ได้แก่ การจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Classification โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เทคนิคโลจิสติกส์ รีเกรสชัน (Logistic Regression) และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (k-Nearest Neighbor: k-NN) และการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Regression โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (k-Nearest Neighbor: k-NN) ด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio [6] โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เป็นเทคนิคในการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) ด้วยการคำนวณแบบคอนเนกชันนิสต์ (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงาน คล้ายระบบประสาทในสมองของมนุษย์ ซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) และการสร้างความรู้ใหม่ (Knowledge Extraction) โดยหลักการทำงานแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นนำเข้าข้อมูล (Input layer) สำหรับนำข้อมูลเข้าไปเรียนรู้ ต่อมาคือชั้นแอบแฝง (hidden layer) เป็นชั้นตรงกลางโดยภายในจะประกอบไปด้วยโหนดสำหรับใช้ในการประมวลผล และชั้นผลลัพธ์ (output layer) ซึ่งได้จากการประมวลผลในชั้นแอบแฝง ดังภาพที่ 2 [7]



ภาพที่ 2 การทำงานของเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม

4.2 เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (k-Nearest Neighbor: k-NN) เป็นเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลโดยใช้วิธีการจัดแบ่งกลุ่ม ซึ่งมีการแบ่งออกเป็นชุดข้อมูลฝึกฝน (training set) และชุดข้อมูลทดสอบ (testing set) โดยกระบวนการทำงานในแต่ละชุดข้อมูลจะหาระยะห่างของแต่ละแอททริบิวต์ (Attribute) มาเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก แล้วทำการเลือกสมาชิกที่มีระยะทางที่ใกล้ที่สุดออกมา K ตัว โดยใช้การวัดระยะทางแบบ Euclidean distance คือการวัดระยะห่างระหว่าง 2 วัตถุ โดยยิ่งระยะห่างของ 2 วัตถุมีน้อยจะแสดงให้เห็นว่าทั้ง 2 วัตถุมีความคล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกัน [8]



ภาพที่ 3 โครงสร้างเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด

4.3 เทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression) เป็นโมเดลความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรตาม (Dependent Variable) และตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ที่ข้อมูลอยู่ในรูปแบบตัวแปรเชิงปริมาณเท่านั้น โดยจะมีแนวโน้มลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลเป็นเชิงเส้น โดยลักษณะของสมการ Linear regression จะเป็นการหาค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในลักษณะข้อมูลเชิงปริมาณ [6] โดยมีลักษณะสมการ (1) ดังนี้

$$\text{สมการ} \quad y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k + e \quad (1)$$

4.4 เทคนิคโลจิสติกส์เรกเรชัน (Logistic Regression) เป็นเทคนิคสถิติที่ใช้ในการพยากรณ์ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์หรือไม่เกิดเหตุการณ์ของเหตุการณ์หนึ่งๆที่สนใจ โดยอาศัยสมการโลจิสติกส์ที่สร้างขึ้นจากชุดตัวแปรทำนาย สามารถใช้เทคนิคนี้ได้เมื่อ ตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ ส่วนตัวแปรอิสระ (Independent Variable) เป็นได้ทั้งตัวแปรเชิงปริมาณและตัวแปรเชิงคุณภาพ โดยตัวแปรอิสระจะถูกพยากรณ์โอกาสการเกิดเหตุการณ์หรือไม่เกิดเหตุการณ์ ที่สนใจตามตัวแปรตาม พร้อมทั้งศึกษาระดับความสัมพันธ์ของตัวแปร

ทำนายแต่ละตัว โดยเลือกตัวแปรที่เหมาะสมเพื่อให้เปอร์เซ็นต์ของความถูกต้องในการทำนายมีค่าสูงสุดโดยสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง x กับ y จะอยู่ในรูปเชิงเส้น [9-10] ดังสมการ (2)

สมการ
$$p(y=1|x) = \frac{1}{1+e^{(b_0+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_kx_k)}} \quad (2)$$

โดยที่ y คือ ตัวแปรตาม (Dependent Variable)
 $p(y=1|x)$ คือ ความน่าจะเป็นที่ y เท่ากับ 1 เมื่อมี x เกิดขึ้น
 $x_1 - x_k$ คือ ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k
 b_0 คือ เป็นระยะตัดแกน y หรือค่าเริ่มต้นของเส้นสมการถดถอย
 $b_1 - b_k$ คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k
 e คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

5. การประเมินประสิทธิภาพ (Evaluation)

การทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบการพยากรณ์ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบ (Training Set) และส่วนที่ใช้สำหรับการทดสอบตัวแบบ (Testing Set) ด้วยวิธี Cross validation โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน (10-fold cross validation) ส่วนละเท่าๆ กัน และทำการทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบแยกตามกลุ่มของการจำแนกประเภทข้อมูล ได้แก่ จำแนกประเภทข้อมูลแบบ Classification จะใช้ตัวชี้วัด 4 ค่า ได้แก่ ค่าความแม่นยำ (Accuracy) ค่าความเที่ยง (Precision) ค่าการเรียกคืน (Recall) และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-Measure) และการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Regression จะใช้ตัวชี้วัด 4 ค่า ได้แก่ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean squared error) ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error) และค่าคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Square Error) โดยทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio [6]

5.1 ค่าความแม่นยำ (Accuracy) คือ จำนวนข้อมูลที่ทำนายถูกของทุกคลาส โดยมีสูตรดังนี้

$$\text{สูตร Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (3)$$

5.2 ค่าความเที่ยง (Precision) คือ ค่าของตัวแบบที่ทำนายให้ถูกต้อง คำนวณจากจำนวนข้อมูลที่ทำนายถูกในคลาสนั้นหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ทำนายให้ผลลัพธ์เดียวกันในคลาสนั้น โดยมีสูตรดังนี้

$$\text{สูตร Precision} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (4)$$

5.3 ค่าการเรียกคืน (Recall) คือ จำนวนการกระทำด้วยกันแบบที่ตรงกับความเป็นจริง มีค่าเท่ากับ TP Rate คำนวณจากจำนวนข้อมูลที่ทำนายถูกในคลาสนั้นหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมดในคลาสนั้น โดยมีสูตรดังนี้

$$\text{สูตร Recall} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (5)$$

5.4 ค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-Measure) คือ ค่าที่เกิดจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า Precision และค่า Recall ของแต่ละคลาสเป้าหมาย โดยมีสูตรดังนี้

$$\text{สูตร F-Measure} = \frac{(2 * \text{Precision} * \text{Recall})}{(\text{Precision} + \text{Recall})} \quad (6)$$

โดยที่ True Positive (TP) คือ ข้อมูลที่ทำนายตรงกับข้อมูลจริงในคลาสที่กำลังพิจารณา
 False Positive (FP) คือ ข้อมูลที่ทำนายผิดเป็นคลาสที่กำลังพิจารณา
 False Negative (FN) คือ ข้อมูลที่ทำนายผิดเป็นคลาสที่ไม่ได้พิจารณา

True Negative (TN) คือ ข้อมูลที่ทำนายตรงกับข้อมูลจริงในคลาสที่ไม่ได้พิจารณา

5.5 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error) สามารถคำนวณค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างการพยากรณ์ และค่าการสังเกต n กำลังสองในการวัดค่าความแม่นยำจากวิธีการนี้ยิ่งค่าที่ได้มีค่าน้อยแสดงว่าโมเดลที่ได้จะมีความแม่นยำมาก [11] โดยมีสูตรดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \quad (7)$$

5.6 ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error) เป็นวิธีที่การวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบมาตรฐาน ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งมีคุณสมบัติที่คล้ายกับค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย แต่มีเพิ่มเติมตรงที่จะนำค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยมาถอดรากที่สอง [11] โดยมีสูตรดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad (8)$$

5.7 ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error) คือการนำค่าความคลาดเคลื่อนมาหาค่าสัมบูรณ์ โดยมีสูตรดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \text{AE} = |Y_t - \hat{Y}_t| \quad (9)$$

5.8 ค่าคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Square Error) คือการนำค่าความคลาดเคลื่อนมายกกำลังสอง โดยมีสูตรดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \text{SE} = (|Y_t - \hat{Y}_t|)^2 \quad (10)$$

โดยที่

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้

Y_t คือ ราคาปิดของสกุลเงินอีเธอเรียม ณ เวลาที่ t ใด ๆ

\hat{Y}_t คือ ราคาปิดของสกุลเงินอีเธอเรียมที่ได้จากการพยากรณ์ ณ เวลาที่ t ใด ๆ

6. การนำไปใช้งาน (Deployment)

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้จะได้ตัวแบบที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียม เพื่อให้นักลงทุนสามารถนำตัวแบบสำหรับการพยากรณ์นี้มาใช้ในการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียมเพื่อประกอบการตัดสินใจลงทุนการซื้อขายสกุลเงินอีเธอเรียม และลดความเสี่ยงด้านราคาของสกุลเงินอีเธอเรียมได้ในระดับหนึ่ง อีกทั้งยังสามารถนำผลการวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อยอดในการสร้างแบบจำลองสำหรับพยากรณ์ราคาสกุลเงินดิจิทัลอื่นๆ ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง โดยอาจเพิ่มปัจจัยอื่นๆ ที่ยังไม่ได้นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อให้มีความแม่นยำของการพยากรณ์มากยิ่งขึ้น

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบค่าทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ราคาราคาสกุลเงินอีเธอเรียม ทั้ง 2 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Regression

No.	Regression Model	Mean squared error	Root mean squared error	Absolute error	Squared error
1	Neural Network*	47,370.2166	217.647	165.178	48,999.147
2	Linear Regression	50,863.3298	225.529	176.323	52,301.751
3	K-Nearest Neighbors	895,737.3164	946.434	755.989	905,367.352

* คือเทคนิคที่มีความเหมาะสมสำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียม

จากตารางที่ 2 พบว่า เทคนิคที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error) ต่ำสุดคือ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม โดยมีค่าเท่ากับ 47,370.2166 รองลงมาคือเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น มีค่าเท่ากับ 50,863.3298 และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย สูงที่สุดคือ 895,737.3164 เทคนิคที่ให้ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root mean squared error) ต่ำสุดคือ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม โดยมีค่าเท่ากับ 217.647 รองลงมาคือเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น มีค่าเท่ากับ 225.529 และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ให้ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย สูงที่สุดคือ 946.434 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute error) ต่ำที่สุดคือ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม โดยมีค่าเท่ากับ 165.178 รองลงมาคือเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น มีค่าเท่ากับ 176.323 และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ สูงที่สุดคือ 755.989 และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Squared error) ต่ำที่สุดคือ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม โดยมีค่าเท่ากับ 48,999.147 รองลงมาคือเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น มีค่าเท่ากับ 52,301.751 และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองสูงสุดคือ 905,367.352

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Classification

No.	Classification Model	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	F-measure (%)
1	Neural Network	57.40%	59.38%	73.32%	64.26%
2	Logistic Regression*	59.31%	61.89%	66.07%	63.38%
3	K-Nearest Neighbors	56.08%	59.54%	61.70%	60.01%

* คือเทคนิคที่มีความเหมาะสมสำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์การขึ้นลงของราคาสกุลเงินอีเธอเรียม

จากตารางที่ 3 พบว่า เทคนิคที่ให้ค่าความแม่นยำ (Accuracy) สูงที่สุดคือ เทคนิคโลจิสติกส์ รีเกรสชัน โดยมีค่าเท่ากับ 59.31% รองลงมาคือเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม มีค่าเท่ากับ 57.40% และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ให้ค่าความแม่นยำต่ำที่สุดคือ 56.08% เทคนิคที่ให้ค่าความเที่ยง (Precision) สูงที่สุดคือ เทคนิคโลจิสติกส์ รีเกรสชัน โดยมีค่าเท่ากับ 61.89% รองลงมาคือเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด มีค่าเท่ากับ 59.54% และเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความเที่ยงต่ำที่สุดคือ 59.38% เทคนิคที่ให้ค่าเรียกคืน (Recall) สูงที่สุดคือ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม โดยมีค่าเท่ากับ 73.32% รองลงมาคือ เทคนิคโลจิสติกส์ รีเกรสชัน มีค่าเท่ากับ 66.07% และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ให้ค่า

เรียกคืนต่ำที่สุดคือ 61.70% และเทคนิคที่ให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) สูงที่สุดคือ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม โดยมีค่าเท่ากับ 64.26% รองลงมาคือ เทคนิคโลจิสติกส์ รีเกรสชัน มีค่าเท่ากับ 63.38% และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมต่ำที่สุดคือ 60.01%

อภิปรายผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียมและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคสำหรับการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ผลการวิจัยพบว่า เทคนิคที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียมสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Regression คือ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) โดยให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error) ต่ำสุด เท่ากับ 47,370.2166 และเทคนิคที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์การขึ้นลงของราคาสกุลเงินอีเธอเรียมสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Classification คือ เทคนิคโลจิสติกส์ รีเกรสชัน (Logistic Regression) โดยมีค่าความแม่นยำสูงสุด (Accuracy) เท่ากับ 59.31% ซึ่งตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อราคาสกุลเงินอีเธอเรียมที่ใช้ในการศึกษามีความสอดคล้องกับโตภิน ฅนอมเพ็ชรสง่าและวรรณรพี บานชื่นวิจิตร [3] ที่ได้ทำการศึกษางานวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อราคาสกุลเงินดิจิทัล และสอดคล้องกับงานวิจัยของกิงกมล นงงาม [4] ที่ได้ทำการศึกษางานวิจัยเรื่องตัวแบบการพยากรณ์ราคาการซื้อ-ขายบิตคอยน์ โดยทั้งสองได้ใช้ตัวแปรที่สอดคล้องกัน ดังนี้ ราคาทองในตลาดโลก, ปริมาณในการทำธุรกรรมของเงินอีเธอเรียม, ดัชนีตลาดหลักทรัพย์ S&P 500 Index, Nikkei 225 Index, Dow Jones Industrial Average, Nasdaq Composite, Shanghai Composite, Dax, S&P/TSX Composite, S&P/ASX 200 และ Kосpi และเทคนิคที่ใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์มีความสอดคล้องกับ Alex Greaves และ Benjamin Au [12] ที่ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง Using the Bitcoin Transaction Graph to Predict the Price of Bitcoin ซึ่งได้มีการใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เทคนิคโลจิสติกส์ รีเกรสชัน (Logistic Regression) และเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) สำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ แต่ทั้งนี้ผลการวิจัยไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพความแม่นยำของแบบจำลองพยากรณ์กับงานวิจัยอื่น ๆ ได้เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้คือสกุลเงินอีเธอเรียม ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา หน่วยเวลาในการเก็บข้อมูล รวมไปถึงเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ เนื่องจากยังไม่ม้งานวิจัยที่ใช้ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม รวมถึงช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลยังไม่สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ ซึ่งผลการวิจัยสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ราคาและแนวโน้มการขึ้นลงของสกุลเงินอีเธอเรียมเพื่อช่วยเป็นแนวทางในการวางแผนลงทุน นอกจากนี้ยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียม ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลอื่นๆ เพื่อหาเทคนิคที่มีความแม่นยำที่สุด และสามารถนำอัลกอริทึมที่ให้ความแม่นยำดีที่สุดในใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียม รวมทั้งยังสามารถต่อยอดการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์สำหรับราคาสกุลเงินอื่นๆ ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันได้

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อสร้างตัวแบบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอเรียมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง โดยใช้ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมจากเว็บไซต์ <https://finance.yahoo.com> ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึงวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 รวมทั้งสิ้น 214

ระเบียบ ซึ่ง เป็น ปัจจัย ที่ ส่งผล ต่อ ราคา สกุลเงิน อีเธอร์ียม ทั้งหมด 14 ตัวแปร ผลการวิจัย สำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอร์ียม ผู้วิจัยได้แบ่งการจำแนกประเภทข้อมูลออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ การจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Classification โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เทคนิคโลจิสติกส์ รีเกรสชัน (Logistic Regression) และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (k-Nearest Neighbor: k-NN) และทดสอบประสิทธิภาพด้วยเกณฑ์ทั้ง 4 เกณฑ์ ได้แก่ ค่าความแม่นยำ (Accuracy) ค่าความเที่ยง (Precision) ค่าการเรียกคืน (Recall) และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-Measure) และการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Regression โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (k-Nearest Neighbor: k-NN) ของการจำแนกประเภทข้อมูลและทดสอบประสิทธิภาพด้วยเกณฑ์ทั้ง 4 เกณฑ์ ได้แก่ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean squared error) ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error) และค่าคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Square Error)) โดยแบ่งข้อมูลสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบ (Training Set) และส่วนที่ใช้สำหรับการทดสอบ (Testing Set) เพื่อทำการทดสอบด้วยวิธี (Cross validation) โดยแบ่งข้อมูลออกเพื่อทดสอบเป็น 10 ส่วน (10-fold cross validation) ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าเทคนิคที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์การขึ้นลงของราคาสกุลเงินอีเธอร์ียม คือ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) โดยให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยกว่าเท่ากับ 47,370.2166 และเทคนิคที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ราคาสกุลเงินอีเธอร์ียม คือ เทคนิคโลจิสติกส์ รีเกรสชัน (Logistic Regression) โดยให้ค่าความแม่นยำมากที่สุดเท่ากับ 59.31%

เอกสารอ้างอิง

- [1] ฝ่ายค้นคว้าและเปรียบเทียบกฎหมายกองกฎหมายต่างประเทศ สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2564, กันยายน). *แนวนโยบายและกฎหมายเกี่ยวกับสกุลเงินดิจิทัล*. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2564, จาก <https://lawforasean.krisdika.go.th/File/files/Digital%20Currency.pdf>
- [2] จิรายุทธ์ ธารารุ่งเรือง; และ พัฒน์ พัฒนรังสรรค์. (2563, มิถุนายน). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้สกุลเงินดิจิทัลของธนาคารแห่งประเทศไทย*. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2564, จาก https://econ.src.ku.ac.th/QA/files/2563/MBE2563.10_6134750077.pdf
- [3] ไศภิน ถนอมเพชรสง่า; และ วรณรพี บานชื่นวิจิตร. (2561, 2564). *ปัจจัยที่มีผลต่อราคาสกุลเงินดิจิทัล*. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2564, จาก [http://utccmbaonline.com/ijbr/doc/\(Edit\)Id896-13-12-2018_16:01:56.pdf](http://utccmbaonline.com/ijbr/doc/(Edit)Id896-13-12-2018_16:01:56.pdf)
- [4] กิ่งกมล นกงาม. (2562). *ตัวแบบการพยากรณ์ราคาการซื้อขายบิตคอยน์*. วิทยาสตรัมมหาบัณฑิต (สถิติประยุกต์). กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- [5] Nurkhodzha Akbulaev; Ilkin Mammadov; and Mehbube Hemdullayeva. (2020, August). *Correlation and Regression Analysis of the Relation between Ethereum Price and Both Its Volume and Bitcoin Price*. Retrieved March 5, 2022, from <https://jsf.pm-research.com/content/26/2/46>
- [6] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ. (2563). *คู่มือการทำเหมืองข้อมูลด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- [7] ผุสดี บุญรอด; และ กรวิวัฒน์ พลเยี่ยม. (2560, พฤษภาคม-มิถุนายน). แบบจำลองการพยากรณ์ราคามันสำปะหลัง โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 25(3): 535. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2564, จาก <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj/article/view/72104/58209>
- [8] นิเวศ จิระวิฑิตชัย. (2553, 2564). การค้นหาเทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อสร้างโมเดลการวิเคราะห์โรคอัตโนมัติ. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2564, จาก <http://ssruir.ssru.ac.th/bitstream/ssruir/377/1/080-53.pdf?fbclid=IwAR3mERSc2nrH9tBk8gz72UmbOKf69KUZy8UmB806vZY4PhNlgW4jNW0YVBc>
- [9] ญาณิศา อึ้งสะกา; และ วรณพร จันโทภาส. (2556, 2564). ตัวแบบการถดถอยลอจิสติกทางด้านการแพทย์. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2564, จาก http://sc2.kku.ac.th/stat/statweb/images/Eventpic/60/Seminar/01_12_.pdf?fbclid=IwAR0GjGtJA-O_CfKb8U_n9Sgo9hNTVttX2Snb0Yk1VCu8hyDS1vGC8Hm3H9Y
- [10] ยุทธ ไกยวรรณ. (2555, 2564). หลักการและการใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกสำหรับการวิจัย. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 4(1): 1-12. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2564, จาก <http://rdi.rmutsv.ac.th/rmutsvrj/download/year4-issue12555/p1.pdf?fbclid=IwAR18YJHZ6H6Htgvtzu1TGIOcncb32upmUKVIHnjN9CB9NsBsOOhODDxTNYs>
- [11] Porntiva Visitsora-at. (2019, 2021). *Metrics* พื้นฐานสำหรับวัดประสิทธิภาพของโมเดล *Machine Learning*. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2564, จาก <https://medium.com/@615162020027/metrics>
- [12] Alex Greaves; and Benjamin Au. (2015, December). *Using the Bitcoin Transaction Graph to Predict the Price of Bitcoin*. Retrieved December 10, 2021, from http://snap.stanford.edu/class/cs224w-2015/projects_2015/Using_the_Bitcoin_Transaction_Graph_to_Predict_the_Price_of_Bitcoin.pdf

**RANC15-024 ผลการใช้ชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชา
สำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์**

**THE EFFECTS OF USING SOCIAL NETWORK WITH LEARNING PACKAGE
THE KING'S PHILOSOPHY SUBJECT FOR UNDERGRADUATE STUDENTS,
SURINDRA RAJABHAT UNIVERSIRTY**

ชัยนะรินทร์ ทับมะเร็ง พีรวัส อินทวิ ธงไชย สุขแสวง*

Chainarin Tubmarerng, Peerawas Intawee, Thongchai Suksawaeng*

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

Surindra Rajabhat University.

**Corresponding author, E-mail: chainarin.t@sru.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์รายวิชาศาสตร์พระราชาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนรู้ด้วยชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์รายวิชาศาสตร์พระราชา 3) เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์รายวิชาศาสตร์พระราชา และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดการสอนร่วมกับสังคมออนไลน์ ประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาศาสตร์พระราชา 6 หมู่เรียน จำนวน 230 คน ในภาคเรียนที่ 1/2564 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 หมู่เรียนที่ 1 จำนวน 47 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ชุดการสอนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยสื่อสังคมออนไลน์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาชุดการสอนร่วมกับสื่อออนไลน์มีประสิทธิภาพ 88.71/87.30 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดการสอนพบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนร่วมกับสื่อออนไลน์มีค่าเท่ากับ 0.5648 ซึ่งหมายความว่านักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 56.48 และ 4) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ในระดับมาก

คำสำคัญ: ชุดการสอน ศาสตร์พระราชา สังคมออนไลน์

Abstract

The purposes of the research were to 1) develop learning package the king's philosophy subject with learning using social media to be the criteria 80/80; 2) compare the achievement before and after learning using the learning package the king's philosophy subject; 3) find the effectiveness index of learning

package the king's philosophy subject and 4) study the student's satisfaction with the learning package the king's philosophy subject with learning using social media. 230 students in second year on six group were population. 47 students in first group were sample which selected by cluster random sampling: in the first semester of academic year 2021. The research instruments consisted of learning management plans, learning package, pre- and post- study tests and questionnaire for satisfaction with teaching and learning with social media. The statistics used for data analysis are percentage, mean, standard deviation, t-test. The results of research showed that 1) the efficiency of learning package development is 88.71/87.32 which was higher than the standard criteria; 2) Comparison of different achievement levels and test scores before and after learning using learning package; found that after studying higher than before studying significantly at the .05 level 3) The effectiveness index of learning package is 0.5648, confirming that the development of sampled students in the research increased 56.48 percent. and 4) the students have higher attitude towards learning for learning package with online.

Keywords: Learning Package, The King's Philosophy, Social media

บทนำ

วิธีการสร้างความรู้ของนักศึกษาในสภาพปัจจุบันมีความแตกต่างจากอดีตไปค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจากในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์การสื่อสารโดยเฉพาะโทรศัพท์มือถือหรือสมาร์ทโฟนให้สามารถใช้งานได้หลากหลายและกว้างขวาง อุปกรณ์เหล่านี้มีราคาไม่แพงจนเกินไป นักศึกษาสามารถหาซื้อและนำมาใช้ได้สะดวกตลอดจนนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายและวันหนึ่ง ๆ จะใช้เวลาไปกับอุปกรณ์เหล่านี้ค่อนข้างมาก มีหลายแอปพลิเคชันที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งในหลายแอปพลิเคชันเหล่านี้จะเป็นที่ค้นหาคำรู้ที่จะสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักศึกษาได้ในอนาคต

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาที่มาเรียน พบว่าในขณะที่มีการเรียนการสอนในภาคทฤษฎีอยู่นั้น นักศึกษาส่วนใหญ่จะปฏิบัติตนเป็นเพียงผู้ฟังเพียงอย่างเดียวเท่านั้น และอาจจะมีบางคนนำโทรศัพท์มาถ่ายรูปสื่อการสอนและในช่วงที่มีการปฏิบัติ นักศึกษามักจะปฏิบัติเฉพาะตามที่ครูผู้สอนบอกหรือแนะนำเท่านั้น ทำให้เมื่อถึงเวลาสอบนักศึกษาบางส่วนทำข้อสอบไม่ได้หรือได้คะแนนน้อย จากสภาพการณ์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่านักศึกษาขาดปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนระหว่างครูผู้สอนกับนักศึกษา นักศึกษาไม่กล้าถามและครูผู้สอนมีเวลาจำกัดทำให้ไม่มีเวลาในการดูแลแนะนำหรือตอบปัญหาข้อสงสัยให้กับนักศึกษาเป็นรายบุคคล ประกอบกับในช่วงเวลาที่ผ่านมามหาวิทยาลัยได้ประกาศให้มีการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ เนื่องจากสถานการณ์การระบาดของโรคโควิด-19 จึงทำให้การจัดการเรียนการสอนมีการเปลี่ยนแปลงไป

ชุดการสอนเป็นสื่อการสอนที่ประกอบด้วย เนื้อหา บทเรียน และใบความรู้ที่จัดขึ้น สำหรับหน่วยการเรียนรู้ โดยจัดเป็นชุด ๆ ลักษณะเป็นเล่ม ตามที่ผู้สร้างจัดทำขึ้น [1] การนำชุดการสอนมาใช้ร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ เพื่อเป็นช่องทางหนึ่งในการจัดการชั้นเรียนในระดับปริญญาตรี จะทำให้นักศึกษาได้ใช้อุปกรณ์สื่อสารของตนเองในการแสวงหาความรู้ และทำให้นักศึกษาสามารถหาความรู้ที่ค้นพบไปแชร์ให้กับนักศึกษาคนอื่นได้ ถือเป็น การแชร์ประสบการณ์ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ได้อย่างสร้างสรรค์ ในกรณีที่นักศึกษาหาคำตอบไม่ได้หรือมีปัญหาข้อสงสัยก็สามารถถามครูผู้สอนผ่านสื่อออนไลน์ได้ ทำให้นักเรียนได้ทราบว่ายังสามารถเพิ่มเติมเนื้อหาหรือเพิ่มถ่ม จุดบกพร่องตรงไหนได้อีกบ้าง

ศาสตร์พระราชา คือ ศาสตร์แห่งการจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ รวมทั้งทรัพยากรป่าไม้ ที่พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ทรงศึกษา คิดค้น และวิจัย แล้วพระราชทานให้กับปวงชนชาวไทย เพื่อใช้ในการจัดการลุ่มน้ำ ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ สู่ปลายน้ำ จากผืนป่าสู่ใจกลางเมือง เมื่อน้องมีความรู้ที่มาปฏิบัติตามแนวหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและทฤษฎีใหม่ จะนำไปสู่การพึ่งพาตนเองและการพัฒนาอย่างยั่งยืนของทั้งตนเองและต่อครอบครัว รวมถึงองค์กรในระดับต่าง ๆ ซึ่งการน้อมนำพระบรมราโชวาทของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตรที่พระราชทานแก่ปวงชนชาวไทย มากำหนดเป็นหลักในการปฏิบัติตน ซึ่งถือได้ว่าเป็น“ศาสตร์ของแผ่นดิน” อันครอบคลุมทั้ง “พระราชดำริ” คือ แนวคิดเกี่ยวกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและ “พระราชดำรัส” คือ คำสั่งสอน ตักเตือน ให้สติ รวมทั้ง “พระราชกรณียกิจ” คือ หลักการทรงงาน และ“พระราชจริยวัตร” ตลอดระยะเวลาว่า 70 ปี ที่ผ่านมามีปวงพลสกนิกรชาวไทย ได้น้อมนำมาเป็นแบบอย่างที่ดีในการประพฤติตน เพื่อพัฒนาตนเองและเรียนรู้การพึ่งพาตนเองที่นำไปสู่การพัฒนาประเทศ อย่างสมดุลและยั่งยืน

การทรงงานในพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ทรงยึดการดำเนินงานในลักษณะทางสายกลางที่สอดคล้องกับสิ่งที่อยู่รอบตัวและสามารถปฏิบัติได้จริง ทรงมีคุณละเอียดยรอบคอบ ทรงคิดแนวทางพัฒนาโดยมุ่งประโยชน์ต่อประชาชนสูงสุด มีคุณค่า ควรยึดหลักการทรงงานของพระองค์เป็นแบบอย่างในการเจริญรอยตามเบื้องพระยุคลบาทนำไปปฏิบัติเพื่อให้เกิดผลต่อตนเอง สังคมและประเทศชาติตลอดไป [2]

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์เป็นมหาวิทยาลัยเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ที่ได้น้อมนำเอาศาสตร์พระราชามาปฏิบัติโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการพัฒนาน้ำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและทฤษฎีใหม่มาใช้ในการบริหารจัดการและการเรียนการสอน และให้ความสำคัญกับนักศึกษาทุกคนที่เรียนในมหาวิทยาลัยว่าจะต้องเรียนวิชาพื้นฐานที่เป็นวิทยาศาสตร์พระราชา เพื่อให้นักศึกษาได้ตระหนักถึงความสำคัญในวิทยาศาสตร์พระราชาในการศึกษาและน้อมนำเอาแนวคิด คำสั่งสอนและแบบอย่างในการทรงงานมาเป็นแนวทางในการดำรงชีวิต และปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเทคโนโลยี การจัดการความรู้ในรายวิชาศาสตร์พระราชาให้เป็นหมวดหมู่ ทำให้เกิดเป็นชุดความรู้ที่จะนำไปสู่การสร้างชุดการสอนที่สามารถส่งผ่านสื่อสังคมออนไลน์ไปยังนักศึกษา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ทันต่อสถานการณ์ การพัฒนาชุดการสอนรายวิชาศาสตร์พระราชาก็ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้และมีกิจกรรมประกอบเนื้อหาที่ครอบคลุมและเกี่ยวข้องในรายวิชาศาสตร์พระราชา และยังมีผลให้นักศึกษาเพิ่มพูนทักษะในการคิดวิเคราะห์ การวางแผนและการทำงานเป็นทีม นักศึกษารู้จักปรับตัวและประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากเนื้อหาและการฝึกปฏิบัติจากชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น เพื่อการดำรงชีวิตที่มีคุณภาพและเป็นพลเมืองที่ดีในสังคมต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์วิทยาศาสตร์พระราชาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังการเรียน ด้วยชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์วิทยาศาสตร์พระราชา
3. เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์วิทยาศาสตร์พระราชา
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการสอนด้วยชุดการสอนร่วมกับสังคมสื่อออนไลน์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่ลงทะเบียนเรียนนิเวศศาสตร์พระราชา (รหัสวิชา 2001102g) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 230 คน
กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่ลงทะเบียนเรียนนิเวศศาสตร์พระราชามุ่งเรียนที่ 1 จำนวน 47 คน ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาศาสตร์พระราชา จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้จาก 5 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ประวัติและความเป็นมาของราชภัฏสุรินทร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มารัฐจกมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แผนยุทธศาสตร์ในการพัฒนาราชภัฏ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การพัฒนาประเทศด้วยระบบการศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 แผนยุทธศาสตร์ในการพัฒนาราชภัฏ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 หัวใจศาสตร์พระราชาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 หัวใจศาสตร์พระราชา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การพัฒนาที่ยั่งยืน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เศรษฐกิจพอเพียงและโครงการตามพระราชดำริ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและทฤษฎีใหม่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 โครงการตามพระราชดำริ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ภูมิปัญญาและนวัตกรรม โครงการงานสืบสานศาสตร์พระราชา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ภูมิปัญญาและนวัตกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 การประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาและนวัตกรรม

2.2 ชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์วิชาศาสตร์พระราชา จำนวน 10 ชุดการสอน

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน วิชาศาสตร์พระราชา จำนวน 2 ชุด จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยสื่อสังคมออนไลน์

3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ออกแบบชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ใช้สื่อสังคมออนไลน์ ได้แก่ คลิปวีดิทัศน์บน YouTube ให้นักศึกษาดูเพื่อกระตุ้น
เร้าความสนใจเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน

ขั้นกิจกรรมการสอน ใช้สื่อสังคมออนไลน์ ได้แก่ Google Classroom และ Google Meeting โดยทั้งสอง Application นี้ใช้สลับกัน เพื่อบริหารจัดการเรียนการสอน และอภิปรายแสดงความคิดเห็นแบบเรียลไทม์ รวมทั้งให้นักศึกษาถามตอบและทำแบบฝึกหัดจากชุดการสอนที่ส่งให้

ขั้นการทดสอบ ใช้สื่อสังคมออนไลน์ ได้แก่ Google Form เพื่อให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งนักศึกษาสามารถทราบผลคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้ทันทีหลังเสร็จสิ้นการทำแบบทดสอบ

3.2 นำชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นและแผนการจัดการเรียนรู้ เสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาเพื่อประเมินความเหมาะสมของชุดการสอนที่ใช้ในการทำวิจัยและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุง ผลการประเมินคุณภาพความเหมาะสม พบว่า ชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ซึ่งจากผลการประเมินมีข้อปรับปรุงให้เหมาะสมเพียงเล็กน้อยจากผู้เชี่ยวชาญในเรื่องการเว้นวรรค

3.3 ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์พระราชเป็นแบบปรนัย ชนิด 5 ตัวเลือก เริ่มจากการวิเคราะห์การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากตารางวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาในการให้นำหนักคะแนน ความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรม จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อให้ได้จำนวนข้อสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาและตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และทำการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผลการประเมิน พบว่า ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 แสดงว่าข้อสอบแต่ละข้อเป็นตัวแทนของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพเชิงเนื้อหาไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ โดยทำการหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนวิทยาศาสตร์พระราชในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน จากการทดลองใช้ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.50 – 0.67 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.2 – 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ .86 จึงสรุปได้ว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ นี้มีคุณภาพทั้งเชิงคุณภาพและเชิงเนื้อหาสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

3.4 สร้างและหาคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามรูปแบบของลิเคิร์ต (Likert's Scale) [3] แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ ด้านสื่อสังคมออนไลน์ และด้านวิธีการวัดผล จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการประเมิน พบว่า ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามความพึงพอใจมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 แสดงว่าข้อคำถามแต่ละข้อเป็นตัวแทนของวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามความพึงพอใจ สามารถนำแบบสอบถามความพึงพอใจไปใช้ได้ และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่า เท่ากับ 0.92

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบ One – Group Pretest – Posttest Design สามารถอธิบายได้ ดังนี้

4.1 ทดสอบความรู้พื้นฐาน (Pre-Test) ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก โดยใช้ Google Form

4.2 สอนด้วยสื่อสังคมออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น ตามขั้นตอนการสอนคือขั้นนำเข้าสู่บทเรียนด้วยคลิปวีดีทัศน์ผ่านโปรแกรม YouTube จากนั้นเข้าสู่ขั้นกิจกรรมการสอนด้วยโปรแกรม Google Classroom หรือ Google Meeting เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการสอนจะเข้าสู่ขั้นการทดสอบโดยใช้ Google Form

4.3 เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอน ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน จากนั้นให้นักศึกษาทุกคนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยสื่อสังคมออนไลน์ โดยทำการประเมินแบบออนไลน์ โดยใช้ Google Form

ผลการวิจัย

จากการวิจัยการพัฒนาชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ รายวิชาศาสตร์พระราชา สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์วิชาศาสตร์พระราชาตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

คะแนน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	E_1/E_2
ผลการปฏิบัติกิจกรรม (E_1)	100	88.71	2.97	88.71	88.71/87.32
ผลการทดสอบหลังเรียน (E_2)	40	34.93	3.42	87.32	

จากตารางที่ 1 พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการทดลองชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชา พบว่าคะแนนระหว่างเรียน (E_1) คะแนนเฉลี่ย 88.71 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.97 คิดเป็นร้อยละ 88.71 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน (E_2) คะแนนเฉลี่ย 34.93 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.42 คิดเป็นร้อยละ 87.32 แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.71/87.32

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ผลสัมฤทธิ์	\bar{X}	S.D.	\bar{D}	S.D. _D	t	P-value
ก่อนเรียน	28.36	3.42	6.58	2.61	19.02*	0.00
หลังเรียน	34.93	5.42				

*ค่า t มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .05 df46 = 1.6787)

จากตารางที่ 2 พบว่า นักศึกษาที่เรียน วิชาศาสตร์พระราชา โดยใช้ชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ การเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	n	ผลรวมคะแนน	E.I.
ก่อนเรียน	40	47	1333	0.5648
หลังเรียน	40	47	1642	

จากตารางที่ 3 พบว่าดัชนีประสิทธิผลของการใช้ชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชา มีค่าเท่ากับ 0.5648 ซึ่งหมายความว่า นักศึกษามีพัฒนาการการเรียนรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 56.48

ตารางที่ 4 ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์

รายด้าน	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	แปลผล
ด้านเนื้อหา	4.40	0.65	มาก
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.45	0.57	มาก
ด้านสื่อสังคมออนไลน์	4.38	0.73	มาก
ด้านวิธีการวัดผล	4.33	0.75	มาก
รวม	4.39	0.68	มาก

จากตารางที่ 4 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.68) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ทุกด้านมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.45$, S.D. = 0.57) รองลงมา ได้แก่ ด้านเนื้อหา ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.65) ด้านสื่อสังคมออนไลน์ ($\bar{X} = 4.38$, S.D. = 0.73) และด้านวิธีการวัดผล ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.75) ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าการใช้ชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ แล้วมาอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลการหาประสิทธิภาพจากการใช้ชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ ซึ่งประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบความรู้ แบบฝึกหัดและแบบฝึกทักษะ รายวิชาศาสตร์พระราชา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ มีประสิทธิภาพ 88.71/87.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดการสอนร่วมกับสื่อออนไลน์จะทำให้ลักษณะการเรียนการสอนและการหาความรู้ของนักศึกษาได้เปลี่ยนแปลงไปจากการเรียนการสอนที่อยู่ในห้องเรียนอย่างเดียวที่ยึดตัวผู้สอนเป็นศูนย์กลางในการหาความรู้ ไปสู่การค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนจะมีบทบาทในการให้ความรู้ในลักษณะของการเป็นผู้ชี้แนะแนวทางหรือเป็นเพียงผู้ประสานงานให้เกิดความรู้ในทิศทางที่มีเป็นประโยชน์และมีประสิทธิภาพเท่านั้น นักศึกษาสามารถค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ได้ตลอดเวลาจากสื่อสังคมออนไลน์ อีกประการหนึ่งประสิทธิภาพของชุดการสอนร่วมกับสื่อออนไลน์ที่สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อาจเกิดจากชุดการสอน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้มีการสร้างอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน และได้รับการตรวจสอบความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา การใช้ภาษาจากผู้เชี่ยวชาญ และมีการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญนอกจากนี้สอดคล้องกับแนวคิดของชัยยงค์ พรหมวงศ์ [4] ที่อธิบายไว้ว่าระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือแบบฝึกทักษะจะช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่า ประสิทธิภาพเป็น $E1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) จากคำอธิบายดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า การหาประสิทธิภาพในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 และยังสอดคล้องกับการวิจัยของไพศาล สีมาเลาเต่า และกฤษ สินธนะกุล [5] ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานตามแผนการสอนฐานสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้โครงการเป็นฐานร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเว็บด้วยภาษา PHP ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานตาม แผนการสอนฐานสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้

โครงการเป็นฐานร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การ พัฒนาโปรแกรมเว็บด้วยภาษา PHP มีประสิทธิภาพ 88.30/84.34 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อีกทั้งยังสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของรุ่งอรุณ พรเจริญ และทรงสิริ วิชราพันธ์ [6] พบว่าการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน โดยใช้สื่อสังคมออนไลน์ จะช่วยสนับสนุนและส่งเสริมการเกิดการเรียนรู้เนื้อหาได้อย่างต่อเนื่อง สามารถให้ข้อเสนอแนะแก่นักศึกษาได้อย่างทันที เมื่อมีการถามตอบปัญหาต่าง ๆ ที่นักศึกษาสงสัยหรือไม่เข้าใจ

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการใช้ชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ประกอบการเรียนรู้และได้จัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม บรรยายภาคการเรียนได้สอนให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน ระหว่างเรียนผู้สอนคอยดูแลช่วยเหลือนักศึกษาอย่างใกล้ชิด จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของเผชิญ กิจระการ [7] ที่ได้เสนอแนวทางในการหาค่าพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนโดยอาศัยการหาค่า t-test (แบบ Dependent Samples) เป็นการพิจารณาว่านักศึกษามีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ โดยทำการทดสอบนักศึกษาทุกคนก่อน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) แล้วนำมาหาค่า t-test แบบ Dependent Samples หากมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็ถือได้ว่า นักศึกษากลุ่มนั้นมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของมนัสวี สว่างตระกูล พรรณี ลีกิจวัฒน์ และไพฑูรย์ พิมพ์ [8] ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างโมเดลกระดาษ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในทัศนสถานวัยหนุ่มกลาง ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการสร้างโมเดลกระดาษ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

3. การวิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ พบว่ามีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.5648 แสดงว่านักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 56.48 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักศึกษามีพัฒนาการเพิ่มขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและน่าพอใจ เนื่องจากการสร้างชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์มีกระบวนการสร้างหลายขั้นตอน เมื่อสร้างเสร็จแล้วต้องผ่านผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ประเมินหาค่าความสอดคล้อง นำไปใช้ทดลอง ใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนจากนั้นนำไปเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนเพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงมีผลต่อค่าดัชนีประสิทธิผล สรุปได้ว่า นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของเผชิญ กิจระการ [7] ที่ได้เสนอแนวทางในการหาประสิทธิผลของสื่อหรือชุดการสอนที่สร้างขึ้น โดยให้พิจารณาจากพัฒนาการของนักศึกษาจากก่อนเรียนและหลังเรียนว่ามีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ หรือเพิ่มขึ้นเท่าใดซึ่งอาจพิจารณาได้จากการคำนวณค่า t - test แบบ Dependent Samples และหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I) ซึ่งค่า E.I เป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่าง จะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนค่าต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้เพราะค่าต่ำกว่า -1.00 และถ้าเป็นค่าลบแสดงว่า ผลคะแนนสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ซึ่งหมายความว่าระบบการเรียนการสอนหรือสื่อที่สร้างขึ้นไม่มีคุณภาพ นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับงานวิจัยของรัชฎาภรณ์ ขนานแข็ง สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ และอชชา เขตบำรุง [9] ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะด้านฐานสมรรถนะวิชาชีพ ในรายวิชา คอมพิวเตอร์เพื่องานอาชีพ เรื่อง การใช้งานโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ที่เรียน

ด้วยบทเรียนบนเครือข่ายแบบ T5 Model กับการเรียนแบบปกติ ผลการวิจัยในส่วนของ การหาค่าดัชนีประสิทธิผล พบว่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนบนเครือข่ายแบบ T5 Model เรื่องการใช้งานโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 วิชาคอมพิวเตอร์เพื่องานอาชีพ ระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นปีที่ 2 คือ 0.8250 แสดงว่าบทเรียนบนเครือข่ายแบบ T5 Model ที่พัฒนาขึ้นทำให้นักศึกษามีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนร้อยละ 82.50 เนื่องจากได้ออกแบบเนื้อหาที่สามารถทบทวนเนื้อหาตามที่คุณเรียนต้องการเพื่อสร้างความ แปลกและความ ตื่นเต้นให้กับผู้เรียน

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชา พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยสื่อออนไลน์อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เพราะว่าในปัจจุบันสื่อสังคมออนไลน์มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากในการค้นคว้าหาความรู้ และนักศึกษาใช้เวลาส่วนใหญ่กับสื่อสังคมออนไลน์จึงทำให้นักศึกษาสามารถใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ได้อย่างคล่องแคล่ว ถือเป็นจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริงและสอดคล้องกับการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ (Learning by Doing) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการรายงานของรุ่งอรุณ พรเจริญ และทรงสิริ วิชิรานนท์ [6] ที่แสดงผลของความพึงพอใจของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่เรียนวิชาโลก ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับการรายงานของวิภาส วิกรมสกุลวงศ์ [10] ที่ได้พัฒนาบทเรียนผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างชิ้นงาน วิชาคอมพิวเตอร์ เพื่อการศึกษาและฝึกอบรมในระดับปริญญาตรี ว่านักศึกษาที่ผ่านสื่อสังคมออนไลน์สามารถช่วยให้นักศึกษา จุดประกายความคิดและเกิดความพึงพอใจหลังจากรับใช้สื่อสังคมออนไลน์ในระดับมาก เช่นกัน

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอสรุปผลการวิจัย ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยเป็นรายข้อ ดังนี้

1. ผลการหาประสิทธิภาพจากการใช้ชุดการสอนร่วมกับสื่อออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชา สำหรับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ มีประสิทธิภาพ 88.71/87.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการใช้ชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชาสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชาสำหรับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ พบว่ามีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.565 แสดงว่า นักศึกษามีความรู้อเพิ่มขึ้นร้อยละ 56.50
4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชา พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยสื่อออนไลน์อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลการใช้ชุดการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ วิชาศาสตร์พระราชา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ก่อนนำชุดกิจกรรมไปใช้กับนักศึกษา ผู้สอนควรวางข้อตกลงให้นักศึกษาเข้าใจจุดประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนด้วยสื่อสังคมออนไลน์ ถึงวิธีการทำงานส่งหรือวิธีการทำแบบทดสอบ และกำหนดเวลาที่ใช้ในแต่ละชิ้นงานให้ชัดเจน

1.2 ผู้สอนควรจัดเวลาให้นักศึกษาเข้าพบที่นอกเหนือจากการถาม-ตอบ ในสื่อสังคมออนไลน์ จากแอปพลิเคชันต่าง ๆ ทั้งนี้เพราะการได้พบอาจารย์ผู้สอนและมีการถาม-ตอบ แบบเห็นหน้าตาจะทำให้เกิดความสัมพันธ์ ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการใช้การเรียนการสอนร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ ในรูปแบบอื่น อีก เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่นักศึกษาต่อไป (ทั้งนี้เพราะสถานการณ์การระบาดของโรคโควิด-19 ยังคงอยู่กับประเทศเราไปอีกนาน ดังนั้นจึงต้องปรับตัวให้สามารถอยู่กับสถานการณ์แบบนี้ได้)

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชัยชนะรินทร์ ทับมะเรียง. (2562). *พฤติกรรมการสอนวิชาเกษตรศาสตร์ 2*. สุรินทร์: มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุรินทร์.
- [2] สมบัติ นพริก. (2561). *ศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนาศาสตร์การบริหาร*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.
- [3] พิเชิต ฤทธิ์จรูญ. (2559). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: แฮ็สออฟเคอร์มิสท์.
- [4] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556, มกราคม-มิถุนายน). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*. 5(1), 5-20.
- [5] ไพศาล สิวาเลาเต่า, และกฤษ สินธนะกุล. (2562, พฤษภาคม-สิงหาคม). การจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานตามแผนการสอนฐานสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้โครงการเป็นฐานร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการพัฒนาโปรแกรมเว็บด้วยภาษา PHP. *วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. 10(2), 11.
- [6] รุ่งอรุณ พรเจริญ, และทรงสิริ วิชิรานนท์. (2563, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน โดยใช้สื่อสังคมออนไลน์. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์การศึกษานิวส์ ทางไกลเชิงนวัตกรรม*. 10(2), 62-72.
- [7] เผชัญญ์ กิจระการ. (2546). "ดัชนีประสิทธิผล". ใน *เอกสารประกอบการสอน*. ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [8] มนัสวี สว่างตระกูล, พรรณี ลีกิจวัฒน์, และไพฑูรย์ พิมพ์ดี. (2560, กันยายน-ธันวาคม). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างโมเดลกระดาษ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในทัศนสถานวัยหนุ่มกลาง. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*. 15(3), 176.
- [9] รัชฎาภรณ์ ขนานแข็ง, สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ, และอัชชา เขตบำรุง. (2558, มกราคม-เมษายน). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะด้านฐานสมรรถนะวิชาชีพ ในรายวิชา คอมพิวเตอร์ เพื่องานอาชีพเรื่องการใช้งานโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายแบบ T5 Model กับการเรียนแบบปกติ. *วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม*. 5(1), 80.
- [10] วิภาส วิกรมสกุลวงศ์. (2560). *การพัฒนาบทเรียนผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างชิ้นงานวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาและฝึกอบรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (เทคโนโลยีและนวัตกรรมการเรียนรู้). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยราชชมงคล ธัญบุรี.

RANC15-025 การศึกษาการผลิตแผ่นบล็อกจากฟางข้าวและยางพาราเป็นวัสดุปูพื้นเพื่อใช้ในอาคารสำหรับผู้สูงอายุและเด็กเล็ก

Study of making block from organic rice straw and natural rubber for paving in buildings with elderly and children.

ศीलวตฺร สาธร^{1*} ศิริกันยา เลาสูวรณ¹ รัชนีวรรณ สันลาด² ธนาวุฒิ มุลกาศ¹ รวิภา อินทจักร¹
Sillawat Sathorn, Sirikanya Laosuwan, Ratchaneewan Sanlad, Thanawut Moolkad, Ravipa Intajak

¹ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
¹Department of Industrial Technology, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

²ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง
*²Department of Industrial Engineering,
Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang*

*Corresponding author, Email: Sillawat_Sat@cmru.ac.th, Sillawat512@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันวัสดุปูพื้นสำหรับงานก่อสร้างมีหลากหลายประเภทให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมและรูปแบบการใช้งาน โดยเฉพาะอาคารที่มีผู้สูงอายุและเด็กเล็กพักอาศัยอยู่ ควรจะต้องมีวัสดุปูพื้นที่สามารถรองรับการกระแทกจากอุบัติเหตุอันไม่พึงประสงค์ของผู้ใช้งานเช่นการหกล้ม หรือกระแทกพื้นเป็นต้น งานวิจัยชิ้นนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะผลิตแผ่นบล็อกจากวัสดุจากธรรมชาติเหลือใช้ทางการเกษตรและวัสดุประสานอันได้แก่ ฟางข้าว และยางพารา เพื่อตอบโจทยการแก้ไขปัญหาการเผาฟางข้าวเพื่อเตรียมปลูกข้าวในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย และเพิ่มทางเลือกในการใช้ยางพาราให้เกิดประโยชน์สูงสุดและแก้ไขปัญหาการคายางตกต่ำ ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ยางพารากับฟางข้าว ที่ล้างด้วยน้ำเกลือ ก่อนนำไปตัดให้ได้ขนาดไม่เกิน 5 เซนติเมตร และนำไปอบด้วยความร้อนอัตราส่วนที่ชื้นสม ฟางข้าว ต่อ น้ำยางพารา อยู่ที่ 50:70 ,50:80 ,50:90 ,50:100 (กรัม/มิลลิลิตร) ตามลำดับ และนำไปอัดขึ้นรูปชิ้นงานตัวอย่างขนาด 10x10x2 ซม. ด้วยแรงอัดโดยตรงที่แตกต่างกันเพื่อหาแรงอัดที่สามารถขึ้นรูปแผ่นยางได้เหมาะสมที่สุดในแต่ละสัดส่วน โดยพบว่า เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำยางพาราที่ 70 มิลลิลิตร จะใช้กำลังอัดเพื่อขึ้นรูปสูงถึง 1621 กิโลกรัมต่อพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด แต่ถ้าหากเพิ่มปริมาณน้ำยางขึ้นไป กำลังอัดที่กดเพื่อขึ้นรูปจะใช้กำลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ : ยางพารา ฟางข้าว แผ่นปูพื้น บ้านพักคนชรา สถานอนุบาลเด็ก

Abstract

Nowadays pavement materials are used for proper works especially in buildings with elderly and children are risked from accidental and falling, these building needs special pavement that can reduce damage from any accident. The aim of the research is to create the organic block from agriculture waste and binding material which are rice straw and natural rubber (NR) from rubber tree .To solve the main problem of small particle dust in northern region of Thailand which is caused by farmer burning the rice straw to preparation the production in the rice field, the research offers both alternative choices to rice straw and organic rubber in Thailand to reduce the particle dust and price drop of the natural rubber. This research study the proportion between rice straw and natural rubber (NR) at 50:70, 50:80, 50:90, 50:100 (grams/milliliter) respectively, to make 10x10x2 centimeter block with a proper compress load applied. The result shows the formular that contain 70 milliliter of NR used compress load at 1621 kilograms to cast the block while others formular apply lower loads significantly.

Keywords: Natural Latex Rubber, Rice Straw, Block, Construction, Shock Proof

บทนำ

ในปัจจุบันนี้ ประเทศไทยประสบปัญหาจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) โดยเฉพาะในภาคเหนือตอนบน ซึ่งโดยพบว่าปัญหาการเกิดฝุ่นส่วนหนึ่งเกิดจากการเผาทำลายฟางข้าว ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรในช่วงหลังฤดูเกี่ยวข้าวเนื่องจากเป็นวิธีกำจัดฟางข้าวได้ง่ายที่สุดก่อนเตรียมดินทำนารอบใหม่และนิยมทำมากกว่าการฝังกลบซึ่งมีต้นทุนที่สูงกว่า โดยข้าวเป็นผลผลิตทางการเกษตรในประเทศที่มีการผลิตเป็นปริมาณมากและมีการนำส่งออกเป็นปริมาณมากเช่นกัน ในขณะที่ประเทศไทยมีการเพาะปลูกข้าวมากกว่าร้อยละ 60 ของพื้นที่ และผลิตได้ปริมาณมากกว่า 25.9 ล้านตันต่อปี [1] ซึ่งการเผาฟางข้าวทำให้เกิดผลเสียต่อสภาพอากาศโดยรวมของภาคเหนือยาวนานมาจนถึงปัจจุบัน จากปัญหาที่เกิดขึ้นได้มีการพยายามให้เกษตรกรรปลูกข้าวเข้าใจในเรื่องผลกระทบจากการเผาฟางข้าว แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ทางผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะนำฟางข้าวที่เหลือจากการเกี่ยวข้าวแปรรูปให้เป็นสินค้าเพิ่มมูลค่า และสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรทางอ้อมได้อีกช่องทางหนึ่งแทนการเผาที่จะทำให้เกิดมลพิษต่อไป ทั้งนี้หนึ่งในวิธีที่ทางผู้วิจัยได้เลือกนำฟางข้าวไปแปรรูป ได้แก่การแปรรูปฟางข้าวให้อยู่ในรูปแบบของบล็อกยาง โดยทางผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของความปลอดภัยในการใช้อาคารของเด็กและผู้สูงอายุ ซึ่งมีโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นล้มได้มากกว่าวัยรุ่นและวัยทำงานรวมไปถึงมีโอกาสเกิดการบาดเจ็บที่มากกว่า ดังนั้น การแปรรูปฟางข้าวให้อยู่ในรูปแบบของวัสดุปูพื้นจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งโดยในปัจจุบันวัสดุปูพื้นสำหรับงานก่อสร้างมีหลากหลายประเภทให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมและรูปแบบการใช้งาน หากพิจารณาเฉพาะอาคารที่มีผู้สูงอายุและเด็กเล็กพักอาศัยอยู่ วัสดุปูพื้นควรจะสามารถรองรับการกระแทกจากอุบัติเหตุอันไม่พึงประสงค์ของผู้ใช้งานเช่นการหกล้ม หรือพฤติกรรมใด ๆ ที่เกิดการกระทบกับพื้นขึ้น จึงเป็นอีกตัวเลือกที่ต้องนำมาพิจารณา ดังนั้นการขึ้นรูปของฟางข้าวให้เป็นวัสดุปูพื้นและมีคุณสมบัติรองรับแรงกระแทกได้ดีกว่าวัสดุปูพื้นทั่วไปนั้น การนำฟางข้าวมาเป็นวัสดุประสานจึงเป็นอีก

ตัวเลือกหนึ่งที่ทางผู้วิจัยให้ความสนใจ เพราะยางพารามีคุณสมบัติวัสดุที่มีความยืดหยุ่นสูง รับแรงดึงได้ดี [9] ด้านทานการฉีกขาด และมีคุณสมบัติรับแรงกระแทกได้ดี [10] ขึ้นรูปได้ง่าย มีค่าความต้านทานมอดูลัสแตกกร้าวและมีมอดูลัสยืดหยุ่นสูง [11] สามารถหาได้ง่ายในประเทศไทย อีกทั้งยังเป็นการช่วยเหลือและอุดหนุนเกษตรกรเมื่อยามราคายางพาราตกต่ำได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ วัสดุทั้งสองชนิดล้วนเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และในบางช่วงยางพารามีปริมาณล้นตลาดจนก่อให้เกิดปัญหาหาราคาตกต่ำ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาว่าการใช้วัสดุเหลือใช้จากการเกษตรขึ้นรูปเป็นบล็อกได้เช่นถ้าไม้ยางพารา และขุยมะพร้าว [2],[3] ฟางข้าวขึ้นรูปด้วยการอัดจะได้คุณสมบัติทางกายภาพที่ดี [4] ดังนั้นการนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรที่เป็นฟางข้าวมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการสร้างวัสดุรองรับพื้นจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่จะช่วยลดการทำลายฟางข้าวด้วยการเผาและลดการก่อกมลพิษจากอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กที่เกิดขึ้นจากการเผาได้อีกด้วย อีกทั้งฟางข้าวยังมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน [5],[6] และยังมีคุณสมบัติกันกระแทกได้ในระดับหนึ่ง [7] ประกอบกับการเลือกใช้ยางพาราเป็นวัสดุประสาน นอกจากจะมีงานวิจัยที่ศึกษาแล้วว่ายางพาราสามารถใช้ผสมกับเซลลูโลสได้ดี [8] การแปรรูปวัตถุดิบทั้งสองชนิดเพื่อใช้เป็นบล็อกปูพื้นจึงอาจเป็นการส่งเสริมให้เกิดรายเสริมได้ให้กับเกษตรกรอีกทางหนึ่งด้วยเช่นเดียวกัน และเมื่อหมดอายุการใช้งาน วัสดุทั้งสองชนิดยังสามารถย่อยสลายเองได้ในดินหากขึ้นรูปขึ้นงานได้ด้วยกำลังอัดโดยตรงผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีความเป็นมิตรแก่สิ่งแวดล้อมด้วยเช่นกัน [12],[13] ทางผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการใช้ฟางข้าวผสมกับยางพารา มีความเป็นไปได้ที่จะขึ้นรูปได้ตามต้องการ จึงได้มีการศึกษาและวิจัยในปัจจัยต่าง ๆ ที่พึงศึกษาเพื่อตอบโจทย์การแก้ปัญหาการสร้างบล็อกฟางข้าวผสมยางพาราเพื่อปูพื้น ซึ่งประกอบไปด้วยสัดส่วนผสมของฟางข้าวและน้ำยางพาราในปริมาณที่ต่างกัน และกำลังอัดที่ใช้ในการขึ้นรูป ทั้งนี้ เพื่อต่อยอดให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้ง่าย จำเป็นที่จะต้องขึ้นรูปให้ได้ง่ายที่สุด กำลังอัดที่ใช้ต้องมีความเหมาะสมที่จะสามารถขึ้นรูปได้โดยใช้แรงอัดที่ไม่มากเกินไปเพื่อต่อยอดเป็นเครื่องมือที่สามารถใช้อัดขึ้นรูปได้อย่างง่ายเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มเติมต่อไป

โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้ฟางข้าวในท้องถิ่นเพื่อนำมาใช้ผสมกับน้ำยางพาราที่สามารถหาได้จากร้านค้าทั่วไปนำมาผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และขึ้นรูปด้วยวิธีการให้กำลังอัดลงในแบบตัวอย่างขนาด 10x10x2 เซนติเมตร สังเกตความเปลี่ยนแปลง และพิจารณาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการขึ้นรูปบล็อกฟางข้าวผสมยางพาราต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำฟางข้าวตัดมาใช้ในการผสมกับยางพาราเพื่อขึ้นรูปเป็นบล็อกในขนาดที่กำหนดไว้
2. เพื่อศึกษากำลังอัดที่เหมาะสมในการขึ้นรูปของบล็อกจากฟางข้าวและยางพาราตามขนาดที่กำหนดไว้ เพื่อนำไปพัฒนาการทำเครื่องอัดบล็อกอย่างง่าย
3. เพื่อศึกษาอัตราส่วนของฟางข้าวและยางพาราที่เหมาะสมสำหรับการอัดขึ้นรูปขนาดขึ้นตัวอย่าง 10x10x2 เซนติเมตร

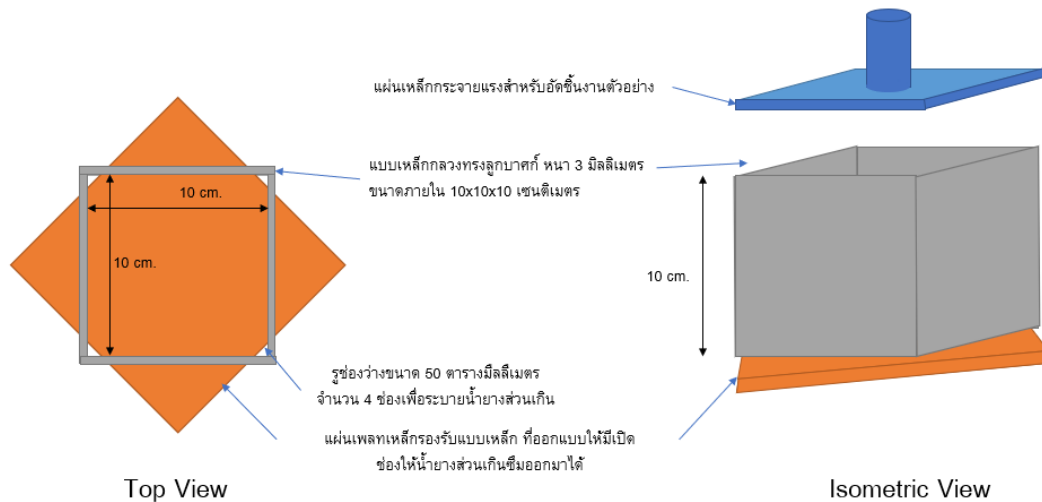
วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเลือกวัตถุดิบในการทดสอบ

วัตถุดิบหลักในงานวิจัยชิ้นนี้คือ ฟางข้าว และยางพารา โดยฟางข้าวที่ใช้ในการทดสอบ เป็นฟางข้าวจากทุ่งนา อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ที่เป็นผลผลิตเหลือใช้หลังจากการเก็บเกี่ยวข้าว โดยนำฟางข้าวที่เหลือจากการข้าว นำมาล้างด้วยน้ำเกลือ ก่อนจะนำไปอบด้วยเตาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง และนำไปเก็บในตู้เก็บความชื้น ก่อนจะนำมาใช้งาน ส่วนยางพาราที่เลือกใช้ จะเป็นยางพาราสำเร็จรูปที่สามารถหาได้ตามร้านสะดวกซื้อหรือร้านเครื่องเขียนทั่วไป

2. สร้างแบบหล่อสำหรับขึ้นรูปชิ้นงานตัวอย่าง

สำหรับงานวิจัยนี้จะขึ้นรูปชิ้นงานตัวอย่างขนาด 10x10x2 เซนติเมตร พื้นที่เทียบเท่ากับขนาดกระเบื้องขนาดเล็ก เพื่อเป็นตัวอย่างในการทำงานวิจัย โดยแบบที่ใช้ขึ้นรูปชิ้นงานตัวอย่างจะทำมาจากเหล็กประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ หนา 3 มิลลิเมตร และมีช่องว่างให้สำหรับน้ำยางพาราที่มีปริมาณมากเกินไปจากการให้แรงอัดซึ่มและระบายออกมาเป็นช่องขนาดไม่เกิน 50 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 4 ช่อง และหัวถ่ายแรงที่สามารถกระจายแรงกดได้ให้ทั่วทั้งพื้นที่หน้าตัด ดังภาพที่ 1 และ 2 โดยแบบหล่อสามารถถ่ายแรงส่งต่อได้จากเครื่องมือกด CBR (California Bearing Ratio) Motorize ให้กระจายได้ทั่วชิ้นงาน และสามารถควบคุมกำลังอัดด้วยการใช้มือหมุน



ภาพที่ 1 รูปแสดงตัวอย่างขนาดและชิ้นส่วนของแบบหล่อบล็อก



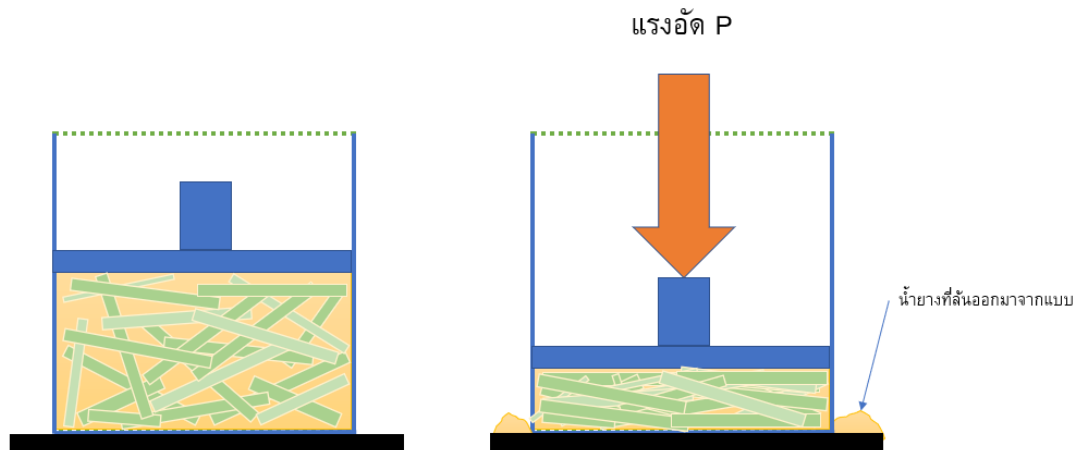
ภาพที่ 2 รูปชิ้นงานหัวกระจายแรง และแบบเหล็กสำหรับขึ้นรูปชิ้นงาน

3. ขั้นตอนการทดสอบ

I. การเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมของฟางข้าวและยางพารา โดยฟางข้าวใช้เป็นหน่วยน้ำหนัก (กรัม) ชั่งน้ำหนักโดยเครื่องชั่งดิจิทัล และน้ำยางพาราใช้เป็นหน่วยปริมาตร (มิลลิลิตร) ตวงด้วยบีกเกอร์ โดยใช้อัตราส่วนในการผสม ฟางข้าวและยางพาราที่ 50:70 , 50:80 , 50:90 , 50:100 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

II. ขั้นตอนการผสม ให้นำฟางข้าวจากแหล่งที่เลือกใช้งานโดยตัดให้ได้ขนาดไม่เกิน 5 เซนติเมตร และนำไปล้างด้วยน้ำเกลือเพื่อทำความสะอาด หลังจากนั้นให้พักประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อเตรียมนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ และนำออกมาพักและเก็บไว้ในกล่องดูความชื้นหรือใส่ในถุงปิดระหว่างรอผสม เพื่อไม่ให้ความชื้นจากอากาศเข้ามารบกวนขึ้นตัวอย่างก่อนทำการผสมกับน้ำยางพารา จากนั้นให้ผสมกับน้ำยางพาราในสัดส่วนที่ต้องการ ทำขึ้นตัวอย่างสำหรับแต่ละอัตราส่วนให้ได้ 3 ชิ้นตัวอย่างเพื่อหาค่าเฉลี่ย

III. การอัดแรงเพื่อขึ้นรูปชิ้นงาน จากนั้นจะนำส่วนผสมในอัตราส่วนที่ต้องการไปขึ้นรูปด้วยแบบเหล็ก ดังภาพ โดยแบบเหล็กจะมีช่องว่างอยู่ระหว่างช่วงฐานเพื่อให้ น้ำยางที่ล้นจากการอัดไหลออกมาได้ สำหรับการให้แรงอัด ทำโดยการใช้เครื่อง CBR Motorize ผ่านหัวกระจายแรงที่ออกแบบมาเพื่อทำตัวอย่างขนาด 10x10x2 เซนติเมตร หลังจากให้แรงอัด (P) ด้วยความเร็วคงที่ 200 กิโลกรัมต่อนาที จนถึงจุดที่เหมาะสมแล้ว น้ำยางจะซึมออกมาจากแบบ ดังภาพที่ 3 และ 4 เมื่อสังเกตเห็นน้ำยางไหลออกมาจากแบบให้จดบันทึกค่าและลักษณะการซึม หลังจากนั้นทำสอบซ้ำในชิ้นตัวอย่างของแต่ละอัตราส่วนให้ได้ครบ 3 ชิ้น



ภาพที่ 3 ภาพแสดงตัวอย่างการอัดแรงผ่านแบบหล่อจนน้ำยางซึมออกมาจากแบบ



ภาพที่ 4 ลักษณะการขึ้นรูปชิ้นงานจริงด้วยการอัดแรงจนน้ำยางซึมล้นออกมา

4. การพิจารณาเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการอัดขึ้นรูป

ในการพิจารณาเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปจะพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำยางพาราที่ใช้ ความใกล้เคียงของขนาดที่กำหนดไว้และปริมาณแรงกดที่เหมาะสม เนื่องจากน้ำยางพาราเป็นวัตถุดิบที่มีราคาสูงที่สุดในชิ้นงาน หากปริมาณของน้ำยางพาราน้อย ราคาของชิ้นงานจะต่ำลงตามลำดับ ส่วนเกณฑ์การพิจารณานั้นจะเลือกอัตราส่วนที่ใช้ยางพาราให้น้อยที่สุดที่ทำให้ชิ้นงานสามารถขึ้นรูปได้ความหนาใกล้เคียงสัดส่วนที่กำหนดไว้เป็นเกณฑ์อันดับหนึ่ง และแรงอัดที่เหมาะสมที่สุดเป็นปัจจัยรองลงมา ในวิธีการทดสอบนี้ หากสัดส่วนใดให้แรงอัดถึงขนาดที่ต้องการแล้ว แต่ไม่มีน้ำยางพาราซึมออกมา จะถูกพิจารณาว่า น้ำยางพารา

ยังไม่เต็มพื้นที่ของชิ้นงานตัวอย่าง และจะไม่นับพิจารณาเป็นชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพ และตัดออกจากตัวเลือกในการทดสอบไป




ภาพที่ 5 ตัวอย่างชิ้นงานที่ได้จากการอัด

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการอัดขึ้นรูปบล็อกจากฟางข้าวและยางพารา

ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการอัดขึ้นรูปบล็อกจากฟางข้าวและยางพาราในแต่ละอัตราส่วนฟางข้าวกับยางพาราทั้ง 4 อัตราส่วน ได้แก่ 50:100, 50:90, 50:80 และ 50:70 กรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า ในทุกส่วนผสมสามารถขึ้นรูปได้ โดยมีความหนาที่แตกต่างกันไปในแต่ละอัตราส่วนผสม นอกจากนี้ ยังพบว่าชิ้นงานที่ใช้ปริมาณยางพาราสูงเมื่อขึ้นรูปจะมีความหนาที่สูงเมื่อใช้แรงกดแล้วน้ำยางล้นออกมาจากแบบ จากผลการทดสอบพบว่า อัตราส่วนที่ให้ขนาดความหนาใกล้เคียงขนาดของบล็อกจากฟางข้าวและยางพาราที่กำหนดไว้ (10x10x2 เซนติเมตร) จะอยู่ที่อัตราส่วน 50:90 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : ตารางแสดงขนาด ความหนาเฉลี่ยและกำลังอัดเฉลี่ยของชิ้นตัวอย่างที่ได้รับการทดสอบ

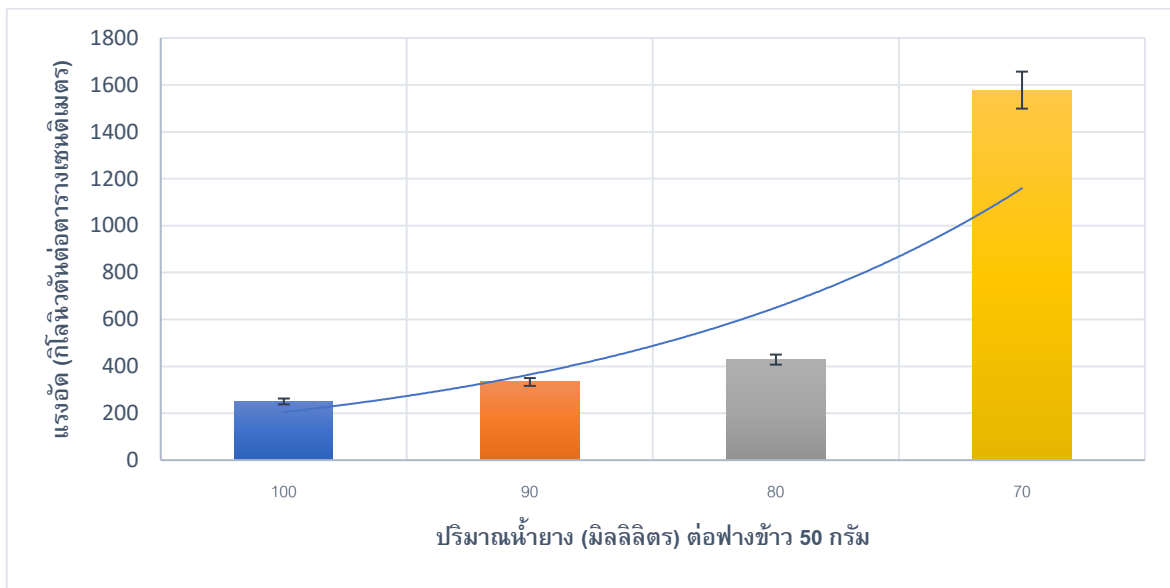
ตัวอย่างรูปชิ้นงาน	อัตราส่วนผสม	ความกว้างเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความหนาเฉลี่ย (เซนติเมตร)	กำลังอัดเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
	50:100	10.04	10.00	1.93	256.25	6.34
	50:90	10.03	9.99	1.95	340.44	43.93
	50:80	10.01	10.05	1.64	439.28	32.95
	50:70	10.07	10.02	1.42	1621.68	37.46

จากผลการทดสอบ จะสังเกตได้ว่าเมื่ออัตราส่วนน้ำยางพารามีปริมาณไม่ต่ำกว่า 80 มิลลิลิตร ต่อฟางข้าว 50 กรัม ความหนาที่ได้จากการอัดจะมีค่าใกล้เคียงกับความหนาที่กำหนดไว้คือ 2 เซนติเมตร โดยมีความคลาดเคลื่อนอยู่ไม่เกิน

1 มิลลิเมตร แต่ถ้าหากมีน้ำยางพาราที่น้อยกว่า 80 มิลลิตร ต่อฟางข้าว 50 กรัม แรงกดที่ใช้จะสูงขึ้นและความหนาจะยุบตัวลงไปอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการศึกษากำลังอัดที่เหมาะสมในการขึ้นรูปของบล็อกจากฟางข้าวและยางพารา

ในการอัดเพื่อขึ้นรูปบล็อกจากฟางข้าวและยางพาราด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกส์พบว่า ในการอัดขึ้นรูปของบล็อกมีการใช้แรงอัดที่แตกต่างกัน โดยอัตราส่วนที่มียางพาราสูง จะใช้แรงกดที่น้อยกว่าอัตราส่วนที่มียางพาราลด โดยค่ากำลังอัดจะถูกเปลี่ยนให้เป็นหน่วยแรงต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) มีค่าดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ค่ากำลังอัด กับ ปริมาณน้ำยางที่ผสมกับฟางข้าว 50 กรัม

จากกราฟจะสังเกตเห็นได้ว่า ปริมาณน้ำยางมีผลต่อกำลังอัดขึ้นรูปของบล็อกจากฟางข้าวและยางพาราอย่างชัดเจน เมื่อลดปริมาณน้ำยางลง กำลังอัดเพื่อขึ้นรูปจะต้องใช้มากขึ้นตามลำดับ โดยเห็นได้ชัดเมื่อน้ำยางลดลงจาก 80 มิลลิตร ลงไปเป็น 70 มิลลิตร ค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่ต้องใช้เพิ่มขึ้นสูงถึง 1182.4 กิโลกรัม ซึ่งหากเปรียบเทียบเป็นร้อยละกับอัตราส่วนที่ใช้ น้ำยาง 100 มิลลิตร จะต้องใช้กำลังอัดเพิ่มสูงกว่าถึง 630.57% โดยการเปรียบเทียบกำลังอัดในแต่ละอัตราส่วนเป็นไปตามตาราง 2

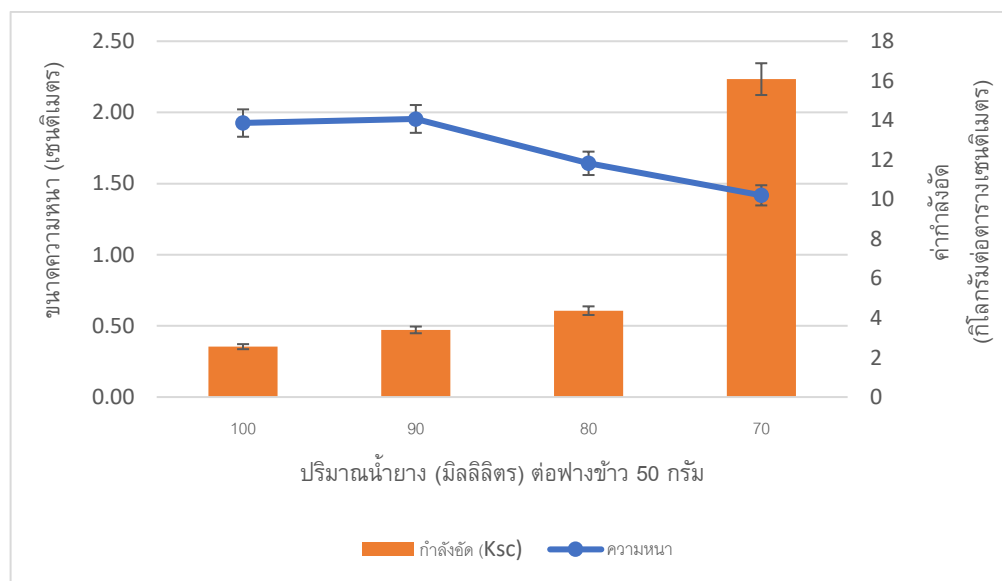
ตารางที่ 2 : ตารางแสดงกำลังอัดเฉลี่ย,พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยและร้อยละของกำลังอัดที่เพิ่มขึ้นของชิ้นตัวอย่างที่ได้รับการทดสอบ

อัตราส่วนที่	อัตราส่วนผสม ฟางข้าว:ยางพารา (g/ml)	กำลังอัดเฉลี่ย (กิโลกรัม)	พื้นที่หน้าตัด เฉลี่ย (ตาราง เซนติเมตร)	กำลังอัดเฉลี่ย (กิโลนิวตันต่อ ตารางเมตร)	ร้อยละกำลังอัดที่ เพิ่มขึ้น เปรียบเทียบกับ สัดส่วนที่ 1
1	50:100	256.25	100.47	250.21	100.00%
2	50:90	340.44	100.20	333.31	133.21%
3	50:80	439.28	100.53	428.68	171.33%
4	50:70	1621.68	100.83	1577.76	630.57%

จากข้อมูลในตาราง 2 ในส่วนของการขึ้นรูปด้วยการอัดด้วยแรง หากในส่วนผสมมีน้ำยางน้อยกว่า 80 มิลลิลิตร ต่อฟางข้าว 50 กรัม จะต้องใช้แรงอัดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

เพื่อศึกษาอัตราส่วนของฟางข้าวและยางพาราที่เหมาะสมสำหรับการอัดขึ้นรูปขนาดชิ้นตัวอย่าง 10x10x2 เซนติเมตร

จากข้อมูลในการทดสอบการขึ้นรูปด้วยกำลังอัดจากเครื่องอัดไฮดรอลิกส์ และขนาดความหนาของบล็อกจากฟางข้าวและยางพาราหลังจากอัดขึ้นรูปพบว่า หากใช้ปริมาณน้ำยางพاران้อยลงกำลังอัดที่ใช้เพื่อขึ้นรูปจะสูงขึ้น และเมื่อปริมาณน้ำยางพาราน้อยกว่า 80 มิลลิลิตร ต่อฟางข้าว 50 กรัม จะต้องใช้กำลังอัดเพื่อขึ้นรูปสูงกว่าอัตราส่วนที่น้ำยางพารา 90 และ 100 มิลลิลิตรเป็นเท่าตัว ดังนั้น การเลือกใช้อัตราส่วนที่ใช้กำลังอัดขึ้นรูปสูงจึงไม่เป็นตัวเลือกที่ผู้วิจัยให้ความสนใจ ประกอบกับ การพิจารณาขนาดความหนาที่ได้จากการอัดขึ้นรูปของในแต่ละอัตราส่วนดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนา ค่ากำลังอัด กับ ปริมาณน้ำยางที่ผสมกับฟางข้าว 50 กรัม

จากกราฟ จะสามารถสังเกตเห็นได้ว่า หากใช้ปริมาณน้ำอย่างพาราต่ำกว่า 90 มิลลิลิตร ความหนาของบล็อกยางจะลดลง จากขนาดที่กำหนดไว้ 2 เซนติเมตร ถึง 29.13% และจะต้องใช้กำลังอัดสูงขึ้นถึง 1621.88 กิโลกรัม หากใช้น้ำอย่างพาราผสมที่ 70 มิลลิลิตร ดังนั้นจากการศึกษาอัตราส่วนฟางข้าวต่ออย่างพาราทั้ง 4 อัตราส่วน จะพบว่า อัตราส่วนที่มีความเหมาะสมในการขึ้นรูปที่สุด จะเป็นอัตราส่วนที่มีน้ำยาง 100 มิลลิลิตร และ 90 มิลลิลิตร แต่ถ้าหากพิจารณาถึงความประหยัดในการผลิตแล้ว อัตราส่วนที่ใช้น้ำยางน้อยกว่าจะมีความเหมาะสมมากกว่าตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาการขึ้นรูปบล็อกจากฟางข้าวและยางพารา พบว่า การนำฟางข้าวที่ล้างด้วยน้ำเกลือให้สะอาด และอบด้วยความร้อน และนำไปผสมกับยางพาราสำเร็จรูปในอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบไว้ ให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน โดยถ้าพิจารณาด้านความหนาของชิ้นงานเป็นหลัก สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีความหนาใกล้เคียงกับที่ออกแบบไว้ และกลุ่มที่มีความหนาลดลงจากที่ออกแบบไว้เกิน 15% ได้แก่อัตราส่วนที่มีน้ำยางพารา 100 และ 90 มิลลิลิตร จะมีความหนาลดลงจากที่ออกแบบไว้ที่ ไม่เกิน 5% นอกจากนั้นจะมีความหนาลดลงจากที่ออกแบบไว้เกิน 15% ทั้งนี้ลักษณะของชิ้นงานตัวอย่างไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดดังนั้น หากพิจารณาถึงปัจจัยด้านความคงตัว หลังจากอัดขึ้นรูปแล้วการเลือกใช้น้ำยางพาราไม่ต่ำกว่า 90 มิลลิลิตร จะให้ได้ขนาดตามที่ออกแบบไว้หลังจากการอัดขึ้นรูปที่ดีกว่า

และเมื่อพิจารณากำลังอัดเพื่อขึ้นรูปบล็อกจากฟางข้าวและยางพาราในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณากำลังอัดสุดด้วยการสังเกตปริมาณน้ำยางที่ล้นออกมาจากแบบ พบว่า กำลังอัดสูงสุดเพื่อขึ้นรูปสำหรับอัตราส่วนที่มีปริมาณน้ำยางน้อยกว่า 80 มิลลิลิตร จะใช้กำลังอัดที่สูงมาก โดยปริมาณน้ำยางที่ 70 มิลลิลิตร จะใช้กำลังอัดสูงกว่าปริมาณน้ำยาง 100 มิลลิลิตร ถึง 630.57% สอดคล้องกับงานวิจัยอ้างอิงที่พบว่า เมื่อใช้ปริมาณตัวเชื่อมประสานลดลง จะทำให้ใช้แรงในการอัดขึ้นรูปมากขึ้น [11] ทั้งนี้ นอกจากจะใช้กำลังอัดที่สูงเพื่อขึ้นรูป ขนาดของชิ้นงานมีความหนาอยู่ที่ 1.42 เซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่าขนาดที่กำหนดไว้ถึง 0.58 เซนติเมตร ผู้วิจัยจึงมองว่าปริมาณน้ำยางที่น้อยกว่า 80 มิลลิลิตร มีความเหมาะสมในการใช้ขึ้นรูปชิ้นงานน้อยกว่าชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยปริมาณน้ำยางที่ 100 และ 90 มิลลิลิตร ตามลำดับ และถ้าหากพิจารณาถึงปริมาณน้ำยางที่ใช้ น้ำยางที่ 90 มิลลิลิตร ใช้ปริมาณน้อยกว่า แต่กลับให้ผลการทดสอบความหนาใกล้เคียงกับอัตราส่วนที่มีน้ำยาง 100 มิลลิลิตรพอสมควร ดังนั้นอัตราส่วนฟางข้าวต่อน้ำยางที่ 50:90 จึงเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการขึ้นรูปบล็อกฟางข้าวและยางพารา ทั้งนี้บล็อกที่ขึ้นรูปแล้ว ผู้วิจัยยังได้สังเกตถึงขนาดที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อชิ้นงานมีอายุมากขึ้น หากมีการศึกษาเพิ่มเติม ควรศึกษาการเปลี่ยนแปลงของขนาดของชิ้นงานที่แปรผันต่อเวลา และศึกษาผลต่ออุปกรณ์ที่จะสามารถขึ้นรูปชิ้นงานได้อย่างง่าย เพื่อที่จะพัฒนาบล็อกจากฟางข้าวและยางพาราให้ใช้งานในพื้นที่ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

การขึ้นรูปบล็อกจากฟางข้าวและยางพาราด้วยวิธีการอัดด้วยแรงสามารถขึ้นรูปได้โดยไม่ต้องพิจารณาถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมของฟางข้าวและน้ำยางพาราเป็นหลัก เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อความหนาและกำลังอัดที่ใช้ขึ้นรูป โดย

ปริมาณน้ำยางที่ 100 และ 90 มิลลิลิตรจะไม่ส่งผลกระทบต่อขนาดความหนาแน่น ส่วนอัตราส่วนที่น้ำยางมีปริมาณ 80 และ 70 มิลลิลิตรเมื่อรับแรงอัดเพื่อขึ้นรูปจนน้ำยางล้นออกจากแบบตามเกณฑ์การทดสอบจะพบว่าขนาดของชิ้นงานมีขนาดลดลงจากที่กำหนดไว้ถึง 0.36 และ 0.58 เซนติเมตรตามลำดับ ในด้านของกำลังอัดที่ใช้ขึ้นรูปจะแปรผกผันกับอัตราส่วนน้ำยาง อัตราส่วนน้ำยางที่น้อย จะใช้กำลังอัดที่สูงขึ้น หากปริมาณน้ำยางน้อยกว่า 80 มิลลิลิตร กำลังอัดที่ใช้จะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Srihabutra P. Et al. (Jul/Aug2017). The usage of rice straw in Interlocking block. Journal of Science & Technology MSU. Vol. 36 Issue 4, p478-785. 8p.
- [2] ประมวล ดีประดง, วันชัย อัครภูมิกุล และอนุรักษ์ ประสิทธิ์สุทธิพร. 2529. การผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดความหนาแน่นต่ำจากขุยมะพร้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [3] ภวินท์ รัชภัทรานนท์ และ นงลักษณ์ เล็กรุ่งเรืองกิจ. (2020). การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเข้ามายังพารา กลับมาใช้เป็นส่วนผสมอิฐบล็อกประสาน. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ปีที่ 26 ฉบับที่ 2 (2563): หน้า 47-52
- [4] นริรัตน์ แยมโอบุษฐ์ และ อติสรณ์พงษ์สุวรรณ,(January – April 2021) . แผ่นใยไม้อัดจากวัสดุธรรมชาติ กรณีศึกษา ฟางข้าว ไบยางพารา และผักตบชวา. Technical Education Journal: King Mongkut's University of Technology North Bangkok Vol.12, No.1, p20-29
- [5] กิตติศักดิ์ บัวศรี. (2001). การผลิตแผ่นฉนวนความร้อนจากฟางข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี
- [6] วิเศษ ไล่เจริญรัตน์. (2003). การผลิตฉนวนความร้อนจากเส้นใยฟางข้าวและน้ำยางธรรมชาติ. วิศวกรรมสาร มก. ปีที่ 19 ฉบับที่ 57: หน้า 32-45
- [7] ธนากร แนวกลาง. (2013). การป้องกันความเสียหายเชิงกลของผลไม้โดยใช้วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยสุรนารี
- [8] Seena K. Thomas, Jyotishkumar Parameswaranpillai, Senthilkumar Krishnasamy, P.M. Sabura Begum, Debabrata Nandi, Suchart Siengchin, Jinu Jacob George, Nishar Hameed, Nisa.V. Salim, Natalia Sienkiewicz. (2021). A comprehensive review on cellulose, chitin, and starch as fillers in natural rubber biocomposites. Carbohydrate Polymer Technologies and Applications. Volume 2,2021,100095: ISSN 2666-8939
- [9] Upendra Kulshrestha, Tanmay Gupta, Pankaj Kumawat, Harsh Jaiswal, Subrata Bandhu Ghosh, Niti Nipun Sharma. (2020). Cellulose nanofibre enabled natural rubber composites: Microstructure, curing behaviour and dynamic mechanical properties. Polymer Testing. Volume 90,2020,106676: ISSN 0142-9418,

- [10] Masłowski, M, Miedzianowska, J, Strzelec, K. (2018). Influence of wheat, rye, and triticale straw on the properties of natural rubber composites. *Adv Polym Technol.* 2018; 37: 2866– 2878.
- [11] วาที ทองสัมฤทธิ์, ธนวรรณ เวียงสีมา. (1995). การศึกษาระดับปริมาณเนื้อกาบที่มีผลต่อกายสมบัติและกลสมบัติของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพารา. *วิทยานิพนธ์ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (ภาควิชาก่อสร้างและงานไม้)*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- [12] Marcos V. Lorevice, Eduardo O. Mendonça, Naíma M. Orra, Antonio C. Borges, and Rubia F. Gouveia. (2020). Porous Cellulose Nanofibril–Natural Rubber Latex Composite Foams for Oil and Organic Solvent Absorption. *ACS Applied Nano Materials* 2020 3 (11): 10954-10965
- [13] Julien Bras, Mohammad L. Hassan, Cecile Bruzesse, Enas A. Hassan, Nahla A. El-Wakil, Alain Dufresne. (2010). Mechanical, barrier, and biodegradability properties of bagasse cellulose whiskers reinforced natural rubber nanocomposites. *Industrial Crops and Products*. Volume 32, Issue 3: Pages 627-633, ISSN 0926-6690,

RANC15-026 การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการเตรียม ทดสอบ และปรับปรุงสมบัติของ ฟิล์มไหมไฟโบรอินจากรังไหมสีขาว โดยเติมสารกลีเซอรอล

PRELIMINARY STUDY ON THE PREPARATION, CHARACTERIZATION AND PROPERTY IMPROVEMENT OF SILK FIBROIN FILM FROM WHITE COCOON BY ADDING GLYCEROL

ณัฐหรี ศิระพรหม, สุปราณี แก้วภิรมย์
*Natnaree Siraprom, Supranee Kaewpirom**

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Department of Chemistry, Faculty of Science, Burapha University.

**Corresponding author, E-mail: kaewpiro@buu.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเตรียม ทดสอบ และปรับปรุงสมบัติของฟิล์มจากไหมไฟโบรอิน โดยทำการสกัดไหมไฟโบรอินจากรังไหมสีขาวด้วยสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ทำการเตรียมสารละลายไหมไฟโบรอินโดยละลายในสารละลายผสม $\text{CaCl}_2/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}/\text{H}_2\text{O}$ (อัตราส่วนโดยโมล 1:2:8) ทำให้สารละลายไหมบริสุทธิ์ด้วยวิธีไดอะไลซิส และเตรียมฟิล์มไหมไฟโบรอินด้วยวิธีหล่อจากสารละลาย ผลการทดลองพบว่า การสกัดไหมจากรังไหมได้เส้นไหมและกาวไหม เท่ากับ 62 %w/w และ 38 %w/w ตามลำดับ ความเข้มข้นของสารละลายไหมบริสุทธิ์หลังจากการไดอะไลซิสมีค่าเท่ากับ 4.91 ± 0.81 %w/v ฟิล์มไหมไฟโบรอินที่ได้มีความโปร่งแสงในช่วงแสงวิสิเบิลและดูดกลืนแสงช่วงยูวี เมื่อเติมกลีเซอรอลพบว่า ฟิล์มไหมมีหมู่ฟังก์ชัน OH เพิ่มขึ้น ตามปริมาณกลีเซอรอลที่เพิ่มขึ้น แต่โครงสร้างเคมีอื่นไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ซึ่งสอดคล้องกับค่าปริมาณเจลไหมที่ลดลงเมื่อปริมาณกลีเซอรอลซึ่งละลายน้ำได้มีค่าเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการเติมกลีเซอรอลไม่ทำให้ความโปร่งแสงของฟิล์มไหมเปลี่ยนแปลง

คำสำคัญ: กลีเซอรอล ไฟโบรอิน ไดอะไลซิส

Abstract

This study aims to study on the preparation, characterization and property improvement of silk fibroin films. Silk fibroin was extracted from white silk cocoons by a standard degumming process using Na_2CO_3 solution. Then silk fibroin solution was prepared by dissolving the degummed silk fibroin in a $\text{CaCl}_2/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}/\text{H}_2\text{O}$ at a mole ratio of 1:2:8 and purified by dialysis against distilled water. Subsequently, the silk fibroin film was prepared by solution casting. The experimental results show that after extraction, silk fibroin and sericin contents were 62 %w/w and 38 %w/w, respectively, and the concentration of the silk solution after dialysis was 4.91 ± 0.81 %w/v. Silk fibroin films showed good transparency in visible range together with UV absorption characteristic. As glycerol content increased, FTIR spectra of silk fibroin

films showed a broader spectrum with increased peak intensity of —OH stretching, while other peaks hardly changed. This is in good agreement with the reduction of gel fraction after the increment of glycerol due to the dissolution of glycerol in water. However, the addition of glycerol did not make any change to the transparency of the silk fibroin films.

Keywords: Glycerol, Fibroin, Dialysis

บทนำ

การวิจัยสมบัติของไหมอย่างแพร่หลาย ทำให้เกิดประดิษฐ์กรรมจากไหมมากมาย และสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นที่ทำให้เส้นไหมมีมูลค่าที่สูงขึ้น มีความต้องการในตลาดที่มากขึ้น เช่น อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อาหาร และเวชภัณฑ์ เส้นไหมได้ถูกแปรรูปไปเป็นผงไหม ไหมละลายและแผ่นฟิล์ม ซึ่งอาจอยู่ในรูปไหมบริสุทธิ์หรือผสมกับสารอื่นเพื่อให้เกิดสมบัติตามต้องการได้ [1] ปัจจุบัน เส้นใยไฟโบรอินมีการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ และนอกเหนือจากนี้ การใช้ในอุตสาหกรรมทอผ้า รวมถึงปุ๋ยไหมและเศษไหม ซึ่งเป็นวัสดุที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตเส้นไหม ก็ถูกนำมาสกัดสารไฟโบรอินที่อยู่ในเส้นไหมมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ และนอกเหนือจากการใช้ในอุตสาหกรรมทอผ้ารวมถึงปุ๋ยไหมและเศษไหม ซึ่งเป็นวัสดุที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตเส้นไหม โดยนิยมทำให้อยู่ในรูปผงไหมไฟโบรอินที่ละลายน้ำ (Hydrolysate fibroin powder) เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการ นำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ [2]

ไฟโบรอินของเส้นใยไหม เกิดจากปฏิกิริยาการควบแน่นของ α -amino acid กลายเป็นพันธะเปปไทด์ซึ่งเกิดจากการเรียงลำดับของกรดอะมิโนเป็นหน่วยซ้ำๆ กัน คือ Gly-Ser-Gly-(Ala)₂-Gly-[Ser-Gly-(Ala-Gly)_n]-Tyr (เมื่อ n เป็น 2 เสมอ) และมีการเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างหมู่คาร์บอกซิลกับหมู่อะมิโนของกรดอะมิโน 2 ตัว และเกิดผลิตภัณฑ์เป็นน้ำ 1 โมเลกุล ทำให้มีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบแผ่นฟิล์มหรือ โครงสร้างแบบเบต้าชีท (β -sheet) ชนิดที่สายเปปไทด์สวนทางกัน (Anti-parallel) โดยแผ่นฟิล์มของไฟโบรอินแต่ละแผ่นจะซ้อนทับกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der waals forces) ระหว่างแผ่นเพื่อเสริมความแข็งแกร่งอีกทางหนึ่งด้วย ทำให้เส้นใยไฟโบรอินมีความแข็งแรงสูงมากแต่ไม่ยืดหยุ่น นอกจากนี้สายโซ่ของเปปไทด์มีความไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) สูง ละลายน้ำได้ยาก งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษารเตรียมสารละลายไหม เพื่อเตรียมเป็นฟิล์มไหมด้วยวิธีหลอจากสารละลายน้ำ และปรับปรุงสมบัติของฟิล์มโดยการเติมกลีเซอรอลลงไปในฟิล์มไหมไฟโบรอิน เพื่อเพิ่มความชอบน้ำให้กับฟิล์ม

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาการเตรียม และผลของปริมาณกลีเซอรอลต่อโครงสร้างเคมี สมบัติทางแสง และสมบัติทางกายภาพของฟิล์มไหมไฟโบรอินจากรังไหมสีขาว

วิธีดำเนินการวิจัย

สารเคมีโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate; Na_2CO_3) จาก QRëC New Zealand และแคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride; CaCl_2) จาก LOBA CHEMIE PVT.LTD. และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH) จาก LOBA CHEMIE PVT.LTD. และเอทานอล (Ethanol; $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) จาก QRëC New Zealand และกลีเซอรอล (Glycerol; $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) จาก Ajax Finechem

วิธีการสกัดใหม่จากรังไหม

ต้มน้ำปะปาให้เดือด เติมโซเดียมคาร์บอเนต ประมาณ 3.6 g รอจนน้ำเดือด จากนั้นใส่รังไหมที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ (5.00 g) ลงไปในสารละลาย ต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นนำมาเทน้ำทิ้ง และล้างด้วยน้ำปะปา โดยใช้ น้ำปะปาไหลผ่านเป็นเวลา 30 นาที และล้างด้วยน้ำปราศจากไอออน (Deionized; DI) 3 ครั้ง เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกในไหม และนำไปอบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำเส้นใยไหมที่แห้งแล้วมาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาร้อยละของไหมที่แยกได้ (%Recovery) โดยคำนวณจากสมการที่ 1 จากนั้นนำไหมที่อบเสร็จ (2.00 g) ละลายในสารละลายเกลือ $\text{CaCl}_2/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}/\text{H}_2\text{O}$ (อัตราส่วนโดยโมล 1:2:8) 10.0 mL ที่อุณหภูมิ 110°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีไดอะไลซิส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง [3]

$$\% \text{Recovery} = \frac{W_{\text{SF}}}{W_{\text{S}}} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ W_{SF} = น้ำหนักเส้นใยไหม

W_{S} = น้ำหนักรังไหม

การหาความเข้มข้นของสารละลายไหมไฟโบรอิน

ชั่งน้ำหนักแม่พิมพ์พลาสติกพอลิโพรพิลีน แล้วเปิดสารละลายไหมไฟโบรอินบริสุทธิ์ 1.00 mL ใส่ลงในแม่พิมพ์พลาสติกพอลิโพรพิลีนในแต่ละถ้วย และปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง (Room temperature) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปใส่ตู้อบสูญญากาศ (Vacuum oven) ที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งแห้งสนิทและได้น้ำหนักคงที่ และนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาความเข้มข้นของสารละลายไหม (% w/v) โดยคำนวณจากสมการที่ 2

$$\text{concentration (\%w/v)} = \frac{W_{\text{F}}}{V} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ W_{F} = น้ำหนักฟิล์มไหม

V = ปริมาตรสารละลายไหมไฟโบรอินที่ใช้ในการทดลอง (1.00 mL)

วิธีการขึ้นรูปฟิล์ม

นำสารละลายไหมไฟโบรอิน 6.00 mL เติมสารละลายกลีเซอรอลความเข้มข้น 20 22 24 และ 26 %w/v แล้วเทลงในถาดแม่พิมพ์พลาสติกพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลต 4 หลุม ขนาดความกว้าง 8.7 ตารางเซนติเมตร ความยาว 8.7 ตารางเซนติเมตร จากนั้นปล่อยให้แห้งเป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำเข้าอบที่ตู้สูญญากาศที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และทำการแกะฟิล์มเก็บไว้ในถุงซิปล็อค เพื่อนำไปทดสอบผล สัมผัสที่ชี้แสดงฟิล์มไหมแต่ละชนิด แสดงดังตารางที่ 1

การทดสอบสมบัติของแผ่นฟิล์ม

วิเคราะห์โครงสร้างทางเคมี ตัดตัวอย่างฟิล์ม ขนาดความกว้าง 2.54 เซนติเมตร ความยาว 2.54 เซนติเมตร นำไปวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของตัวอย่างไหม ที่เลขคลื่น 400-4000 cm^{-1} จำนวนครั้งที่ทำการสแกน (Scan) ตัวอย่าง 15 ครั้ง ค่าความละเอียดสูงที่สุดในการเก็บข้อมูล (Resolution) เท่ากับ 4 cm^{-1} ด้วยเครื่อง Fourier transform infrared spectroscopy, FTIR (Perkin Elmer System 2000)

วิเคราะห์การส่องผ่านแสงของแผ่นฟิล์ม ตัดตัวอย่างฟิล์ม ขนาดความกว้าง 2.54 เซนติเมตร ความยาว 2.54 เซนติเมตร นำไปวิเคราะห์ปริมาณแสงและค่าความเข้มแสง (Intensity) ของตัวอย่างฟิล์มไหม ในช่วงความยาวคลื่นที่ 200-900 nm ด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer (Shimadzu Scientific, โมเดล UV-2600)

วิเคราะห์การบวมน้ำและการเกิดเจล (Swelling and Gel fraction) ตัดตัวอย่างฟิล์ม ขนาดความกว้าง 2.54 เซนติเมตร ความยาว 2.54 เซนติเมตร นำไปอบให้ฟิล์มแห้งสนิทในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำฟิล์มมาชั่งน้ำหนักที่แห้ง (W_d) จากนั้นนำฟิล์มไปแช่ในน้ำปราศจากไอออนและเอาออกมาชั่งน้ำหนักทุกๆ 1 2 3 และ 24 ชั่วโมง เพื่อศึกษาพฤติกรรมการบวมน้ำเทียบกับเวลา โดยใช้กระดาษกรองซับน้ำส่วนเกินออกก่อนชั่งน้ำหนัก (W_s) จากนั้นนำฟิล์มไปอบที่ตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และนำฟิล์มมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง (W_{rd}) นำไปคำนวณในสมการที่ 3 และสมการที่ 4

$$\text{Swelling (\%)} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Gel fraction (\%)} = \frac{W_{rd}}{W_d} \times 100 \quad (4)$$

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนฟิล์มใหม่แต่ละชนิด

สัญลักษณ์	ชนิดของฟิล์มใหม่
WSF	ฟิล์มใหม่ไฟโบรอิน
WSFGly20	ฟิล์มใหม่ไฟโบรอินที่มีสัดส่วนของกลีเซอรอลเท่ากับ 20 %
WSFGly22	ฟิล์มใหม่ไฟโบรอินที่มีสัดส่วนของกลีเซอรอลเท่ากับ 22 %
WSFGly24	ฟิล์มใหม่ไฟโบรอินที่มีสัดส่วนของกลีเซอรอลเท่ากับ 24 %
WSFGly26	ฟิล์มใหม่ไฟโบรอินที่มีสัดส่วนของกลีเซอรอลเท่ากับ 26 %

ผลการวิจัย

การศึกษาการสกัดไหมจากรังไหม โดยผ่านกระบวนการลอกกาวไหมด้วยการต้มในสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เป็นเวลา 30 นาที แล้วล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนจนเป็นกลาง และทำให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะได้ไหมที่แห้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาร้อยละของไหมที่แยกได้ (%Recovery) พบว่า ไหมไฟโบรอิน ที่แยกได้จะเป็นร้อยละ 62.33 ± 1.58 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ร้อยละของไหมที่แยกได้

ครั้งที่	ร้อยละของไหมที่แยกได้
1	63.08
2	63.87
3	64.84
4	60.97
5	62.71
6	59.74
7	60.43
8	63.13
9	61.10
10	63.44
เฉลี่ย	62.33 ± 1.58

และเมื่อนำมาเตรียมสารละลายไหมบริสุทธิ์ พบว่าความเข้มข้นของสารละลายไหมไฟโบรอินมีค่าเท่ากับ 4.91 ± 0.81 ดังแสดงในตารางที่ 2

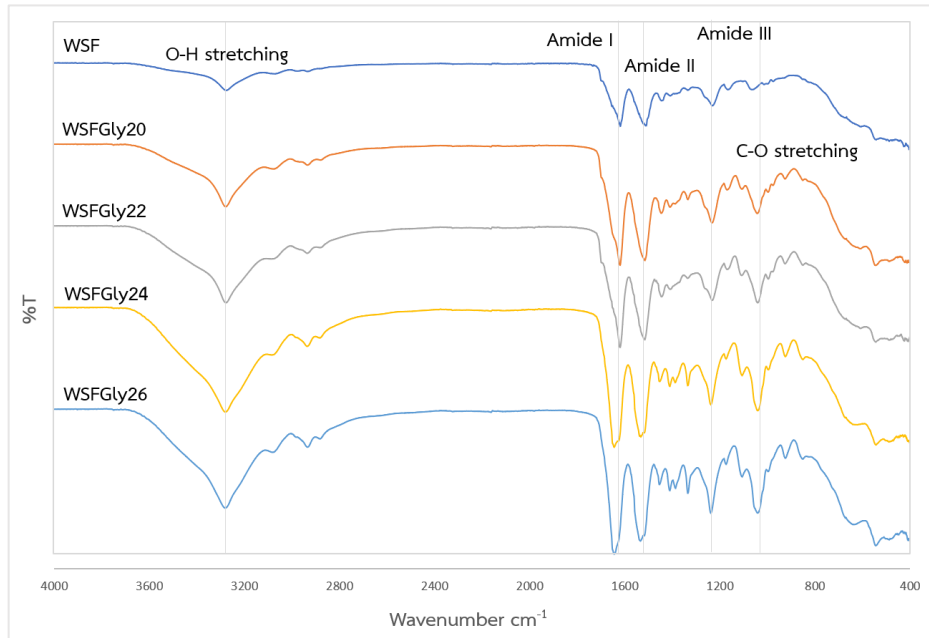
ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายไหมไฟโบรอิน

ครั้งที่	น้ำหนัก (g)			ความเข้มข้น (%w/v)
	ถ้วยเปล่า	ถ้วย+ฟิล์ม	ฟิล์ม	
1	0.9683	1.0227	0.0544	5.44
2	1.0178	1.0751	0.0573	5.73
3	1.0080	1.0648	0.0568	5.68
4	0.9984	1.0407	0.0423	4.23
5	0.9991	1.0367	0.0376	3.76
6	1.0106	1.0565	0.0459	4.59
เฉลี่ย				4.91 ± 0.81

สมบัติของฟิล์มไหม

วิเคราะห์ยืนยันโครงสร้างด้วยเทคนิค FT-IR สเปกตรัมของฟิล์มไหมทุกตัวอย่าง ได้แก่ WSFGly20 WSFGly22 WSFGly24 และ WSFGly26 ปรากฏสัญญาณแสดงพันธะ O-H stretching ในช่วงเลขคลื่น

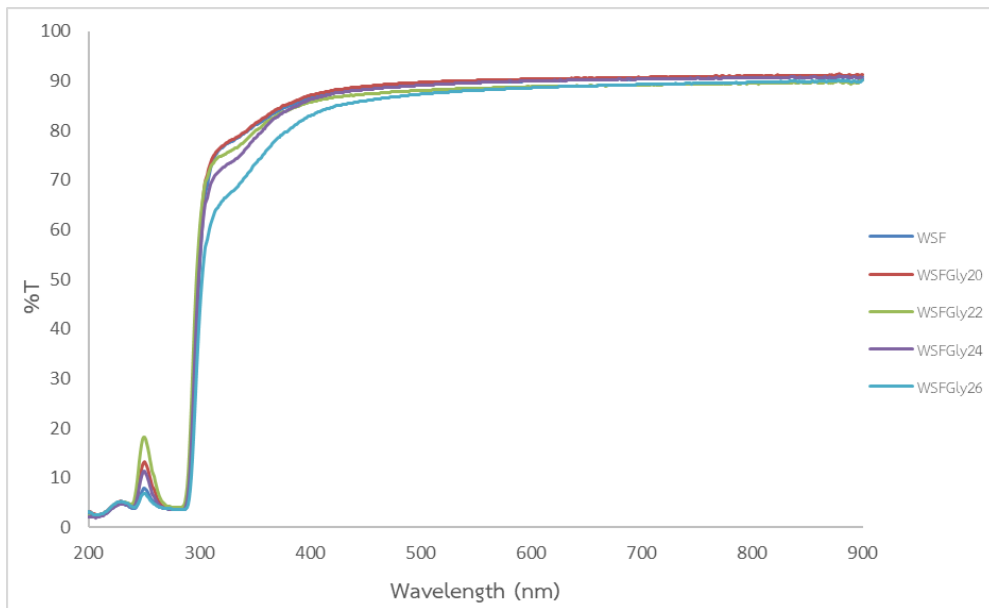
3272-3278 cm^{-1} พันธะ Amide I ในช่วงเลขคลื่น 1618-1642 cm^{-1} พันธะ Amide II ในช่วงเลขคลื่น 1511-1528 cm^{-1} และพันธะ Amide III ในช่วงเลขคลื่น 1225-1237 cm^{-1} [4]



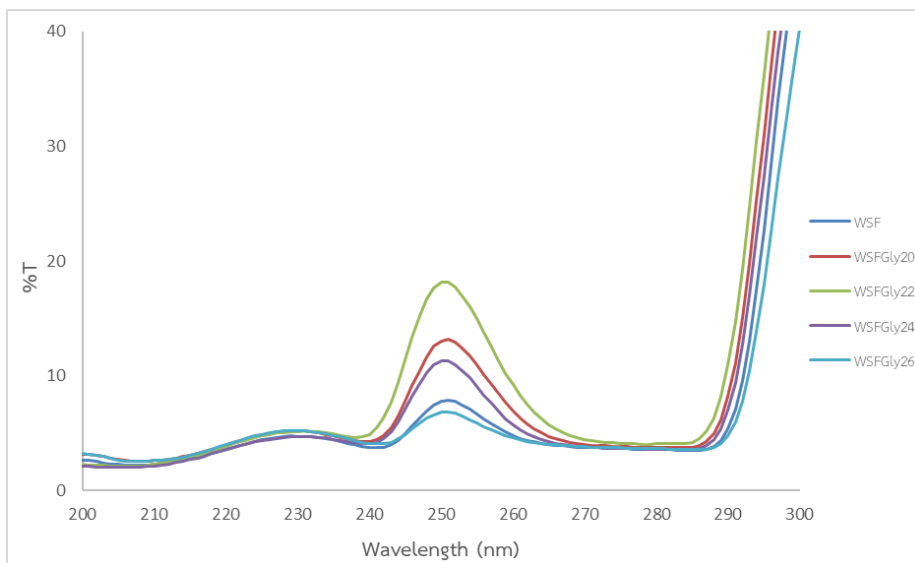
ภาพที่ 1 อินฟราเรดสเปกตรัมของฟิล์มไหม

วิเคราะห์การดูดกลืนแสง

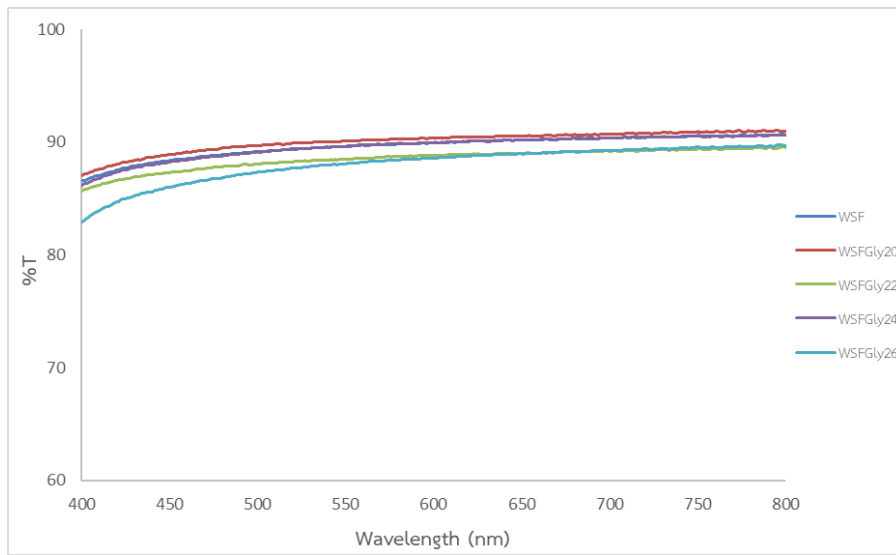
การศึกษาค่าการส่องผ่านแสงของฟิล์มไหม ในช่วงความยาวคลื่น 200–900 nm โดยศึกษาในช่วงยูวีที่ความยาวคลื่น 200-300 nm และช่วงวิสิเบิล (Visible) ที่ความยาวคลื่น 400-800 nm พบว่า ตัวอย่างฟิล์มไหมทั้งหมดมีค่าร้อยละการส่องผ่านสูง โดยที่ตัวอย่างฟิล์ม WSF WSFGly20 WSFGly22 WSFGly24 และ WSFGly26 แสดงค่าการส่องผ่านแสงเท่ากับ 89.59% 90.11% 89.61% 89.67% และ 88.02% ตามลำดับ



(ก)



(ข)

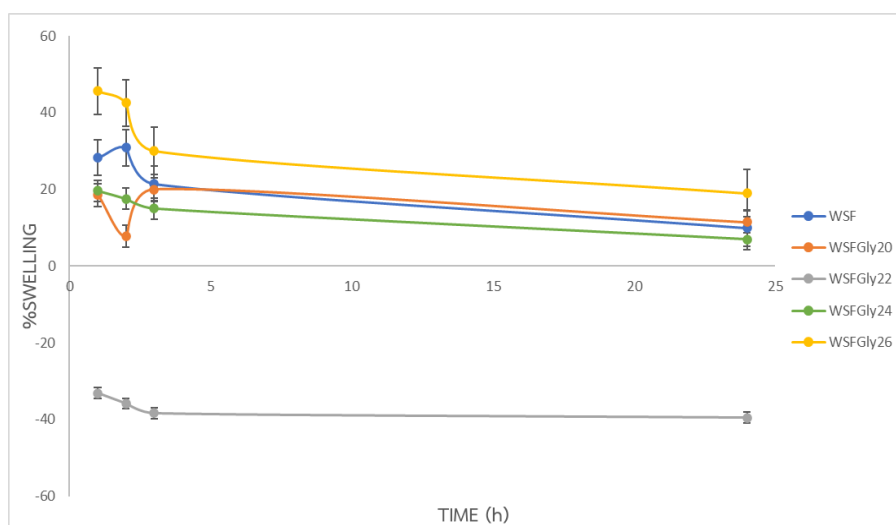


(ค)

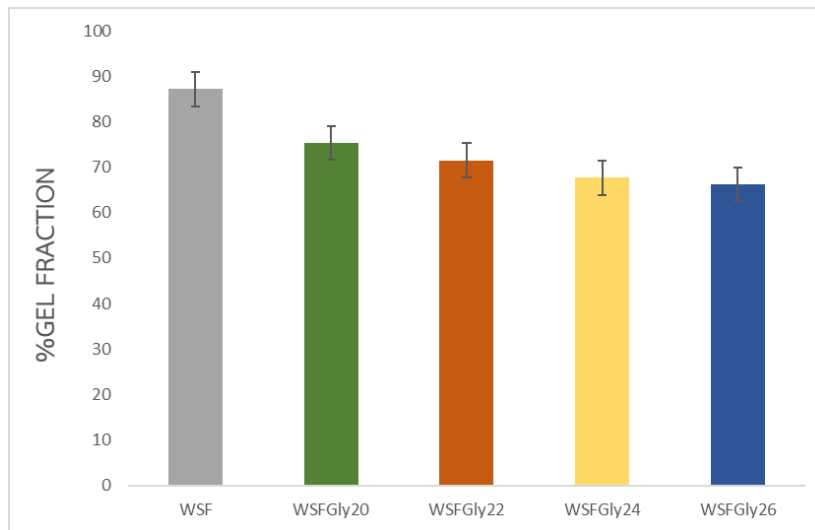
ภาพที่ 2 ค่าการส่องผ่านแสงของฟิล์มไหม (ก) ในช่วงความยาวคลื่น 200-900 nm (ข) ในช่วงยูวีที่ความยาวคลื่น 200-300 nm (ค) ในช่วงวิสิเบิลที่ความยาวคลื่น 400-800 nm

การบวมน้ำและการเกิดเจล

อัตราการบวมน้ำของฟิล์มที่แช่น้ำแล้วชั่งน้ำหนักในเวลาที่แตกต่างกัน คือ 1 2 3 และ 24 ชั่วโมง พบว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น น้ำหนักของฟิล์มจะลดลง โดยฟิล์มที่บวมน้ำมากที่สุดไปน้อยที่สุด เรียงตามลำดับดังนี้ ลดลง โดย WSFGly20 WSFGly 24 และ WSFGly 26 จะมีการบวมน้ำมากที่สุดใน 1 ชั่วโมงแรก และ WSF จะมีการบวมน้ำมากที่สุด ใน 2 ชั่วโมง และน้ำหนักของ WSFGly22 WSFGly24 WSFGly26 จะลดลงหลังการบวมน้ำ 3 ชั่วโมง (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 อัตราการบวมตัวของฟิล์มไหมที่ไม่เติมกลีเซอรอล (WSF) และที่เติมกลีเซอรอล 20 (WSFGly20) 22 (WSFGly22) 24 (WSFGly24) และ 26 (WSFGly26)



ภาพที่ 4 อัตราการเกิดเจลของฟิล์มไหมที่ไม่เติมกลีเซอรอล (WSF) และที่เติมกลีเซอรอล 20 (WSFGly20) 22 (WSFGly22) 24 (WSFGly24) และ 26 (WSFGly26)

อภิปรายผลการวิจัย

จากตารางที่ 1 การสกัดไหมจากรังไหมสีขาวย ทำโดยผ่านกระบวนการลอกกาวไหมด้วยการต้มในสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เป็นเวลา 30 นาที แล้วล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนจนเป็นกลาง และทำให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะได้ไหมที่แห้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาร้อยละของไหมที่แยกได้ (%Recovery) แสดงดังตารางที่ 1 พบว่า การสกัดไหมจากรังไหมสีขาวยเป็นการละลายกาวไหมที่เรียกว่าเซรีซิน ออกจากเส้นไหมไฟโบรอิน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าร้อยละของไหมที่แยกได้และกาวไหมเท่ากับ 62 %w/w และ 38 %w/w ตามลำดับ

จากตารางที่ 2 การเตรียมสารละลายไหมบริสุทธิ์ เตรียมโดยการละลายไหมด้วยสารละลายผสม $\text{CaCl}_2/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}/\text{H}_2\text{O}$ (อัตราส่วนโดยโมล 1:2:8) และทำการไดอะไลซิสเป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นเปิดสารละลายไหม 1.00 mL ใส่แม่พิมพ์ด้วยพลาสติกโพลีเอทิลีนเทเรพทาเลต ทำให้แห้งด้วยตู้อบสุญญากาศ และนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาความเข้มข้น (%w/v) ของสารละลายไหมผลการทดลอง พบว่าหลังจากหาความเข้มข้นของฟิล์มเรียบร้อยแล้ว ทำการผสมฟิล์มไหมกับสารละลายกลีเซอรอลความเข้มข้น 20 22 24 และ 26 %w/v จากนั้นรอให้ฟิล์มแห้งที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 วัน แล้วนำแผ่นฟิล์มที่แห้งแล้วไปอบที่ตู้อบสุญญากาศ อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วจะได้แผ่นฟิล์มไหมที่ขึ้นรูปแล้ว

จากภาพที่ 1 จากผลการทดลอง พบว่าเมื่อเติมกลีเซอรอลทำให้โครงสร้างของไหมไฟโบรอินเปลี่ยนรูปแบบไปและมีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น และยังพบลักษณะสเปกตรัมแสดงพีคที่กว้างขึ้นที่ตำแหน่ง $3200-3600\text{ cm}^{-1}$ ซึ่งเกิดจากการเกิดพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลและระหว่างโมเลกุลของกลีเซอรอลกับโมเลกุลของไฟโบรอิน (พันธะระหว่างหมู่ฟังก์ชัน O-H ของกลีเซอรอล และหมู่ฟังก์ชัน -OH และ -NH ของไหมไฟโบรอิน) และยังพบพีคที่แสดงลักษณะเฉพาะของกลีเซอรอลที่พีคเลขคลื่น 1041 cm^{-1} (C-O stretching) ของ WSFGly20 WSFGly22 WSFGly24 และ WSFGly26 [5]

จากภาพที่ 2 ผลการทดสอบค่าการส่องผ่านแสงของฟิล์มใหม่ ในช่วงความยาวคลื่น 200–900 nm (ก) ในช่วงยูวีที่ความยาวคลื่น 200-300 nm (ข) และช่วงวิสิเบิล (Visible) ที่ความยาวคลื่น 400-800 nm (ค) พบว่าที่ความยาวคลื่น 500 nm ตัวอย่างฟิล์มใหม่ทั้งหมดมีค่าร้อยละการส่องผ่านสูง โดยที่ตัวอย่างฟิล์ม WSF WSFGly20 WSFGly22 WSFGly24 และ WSFGly26 แสดงค่าการส่องผ่านแสงเท่ากับ 89.59% 90.11% 89.61% 89.67% และ 88.02% ตามลำดับ ค่าการส่องผ่านของแสงที่สูงนี้สอดคล้องกับค่าการส่องผ่านแสงของไหมไฟโบรอินที่รายงานโดยงานวิจัยของ [6] นอกจากนี้ในช่วงยูวี (UV) ที่ความยาวคลื่น 200-300 nm เมื่อวิเคราะห์ค่าการส่องผ่านแสงที่ความยาวคลื่น 280 nm พบว่าตัวอย่างฟิล์มใหม่ทั้งหมดจะแสดงลักษณะการดูดกลืนแสงช่วงยูวี ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่า ความสามารถในการดูดกลืนแสงช่วงยูวีของฟิล์มใหม่มีค่าการดูดกลืนจากสูงสุดไปต่ำสุด ตามลำดับดังนี้ WSFGly20 > WSFGly22 > WSFGly24 > WSF > WSFGly26

ภาพที่ 3 และภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่า อัตราการบวมตัวของฟิล์มที่แช่น้ำแล้วชั่งน้ำหนักในเวลาที่แตกต่างกัน คือ 1 2 3 และ 24 ชั่วโมง พบว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น น้ำหนักของฟิล์มจะลดลง โดยฟิล์มที่บวมน้ำมากที่สุดไปน้อยที่สุด เรียงตามลำดับดังนี้ ลดลง โดย WSFGly20 WSFGly 24 และ WSFGly 26 จะมีการบวมน้ำมากที่สุดใน 1 ชั่วโมงแรก และ WSF จะมีการบวมน้ำมากที่สุดใน 2 ชั่วโมง และน้ำหนักของ WSFGly22 WSFGly24 WSFGly26 จะลดลงหลังการบวมน้ำ 3 ชั่วโมง %swelling ของ WSFGly22 ที่ติดลบ อาจเกิดจากกลีเซอรอลมีการละลายน้ำหลุดออกจากฟิล์ม และฟิล์มอาจมีการแตกเป็นชิ้นเล็กมาก ๆ จึงทำให้น้ำหนักหลังจากการแช่น้ำมีค่าน้อยกว่า น้ำหนักก่อนแช่น้ำและการลดลงของการบวมน้ำของฟิล์ม เกิดจากในช่วงแรกฟิล์มที่อยู่ในสภาพแห้งเกิดการดูดซึมน้ำเอาไว้ในฟิล์ม และเมื่อฟิล์มดูดซึมน้ำมากเกินไป จะมีการปล่อยน้ำส่วนเกินออกมา [7] เสนอว่า กลีเซอรอลจะเข้าแทนที่น้ำในสายโซ่ไฟโบรอิน ซึ่งส่งผลให้โครงสร้างแบบเกลียวคู่ในฟิล์มเริ่มมีเสถียรภาพ ดังนั้น WSFGly26 มีการบวมน้ำต่ำที่สุดที่ภาวะสมดุล และ WSF มีค่าการบวมตัวในน้ำและค่าการเป็นเจลสูงถึง 42% และ 87% ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาการเตรียมฟิล์มใหม่โดยนำสารละลายไหมบริสุทธิ์มาทำการเติมกลีเซอรอล และศึกษาผลของปริมาณกลีเซอรอลต่อโครงสร้างเคมี สมบัติทางแสง และสมบัติทางกายภาพของฟิล์มใหม่

1. การสกัดไหมจากรังไหมสีขาว ได้ร้อยละของไหมที่แยกได้และกาวไหม เท่ากับ 62 %w/w และ 38 %w/w ตามลำดับ
2. สามารถเตรียมสารละลายไหมบริสุทธิ์โดยการละลายเส้นไหมด้วยสารละลายผสม $\text{CaCl}_2/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}/\text{H}_2\text{O}$ ในอัตราส่วนโดยโมล 1:2:8 พบว่าความเข้มข้นของสารละลายไหมไฟโบรอินมีค่าเท่ากับ 4.91 ± 0.81
3. ฟิล์มใหม่ที่เติมและไม่เติมกลีเซอรอลมีความโปร่งแสง มีค่าร้อยละการส่องผ่านแสงที่ 500 nm สูงกว่าร้อยละ 88
4. ฟิล์มใหม่ที่เติมกลีเซอรอล จะมีแถบกว้างของสเปกตรัมที่เลขคลื่น 3272 cm^{-1} เด่นชัด เนื่องจากเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลและภายในโมเลกุลระหว่างกลีเซอรอลและสารละลายไฟโบรอิน
5. WSFGly26 มีอัตราการบวมน้ำต่ำที่สุด เท่ากับ 42% และ WSF มีร้อยละการเป็นเจลสูงที่สุด เท่ากับ 87%

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยบริการนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา (SIF-IN-61030212)

เอกสารอ้างอิง

- [1] มาโนชญ์ สุธีร์วัฒนานนท์. (2549). การพัฒนากรรมวิธีการผลิตฟิล์มจากไฟโบรอินเพื่อใช้เป็นเวชภัณฑ์ทางการแพทย์. รายงานการวิจัย. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี.
- [2] ชัยวัฒน์ วามวรรตน์. (2556). การทดลองที่ 7 เจลฟิลเตรชันและไดอะไลซิส. *บทความวิจัย*. สาขาชีวเคมี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน Biochemistry KU KPS.
- [3] มยุรี จันทรสาयทอง. (2555). การเตรียมไฮโดรเจลจากโปรตีนไหมโดยการฉายรังสีแกมมาเพื่อใช้สำหรับปิดแผล. *วิทยานิพนธ์*. สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี. ภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์. คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [4] Pranamuda, H., & Tokiwa, Y. (1999). Degradation of poly (L-lactide) by strains belonging to genus *Amycolatopsis*. *Biotechnology Letters*, 21(10), 901-905.
- [5] Brown, J. E., Davidowski, S. K., Xu, D., Cebe, P., Onofrei, D., Holland, G. P. & Kaplan, D. L. (2016). Thermal and structural properties of silk biomaterials plasticized by glycerol. *Biomacromolecules*, 17(12), 3911–3921. <https://doi.org/10.1021/acs.biomac.6b01260>
- [6] Shivananda, C.S., Madhu Kumar, R., Narayana, B., Byrappa, K., Renu, P., Wang, Y. & Sangappa, Y. (2016). Preparation and characterisation of silk fibroin–silver nanoparticles (SF–AgNPs) composite films. *Materials Research Innovations*, 21 : 210-214. <https://doi: 10.1080/14328917.2016.1200844>
- [7] Lu, S., Wang, X., Lu, Q., Zhang, X., Kluge, J.A., Uppal, N., Omenetto, F., & Kaplan, D.L. (2010). Insoluble and flexible silk films containing glycerol. *Biomacromolecules*, 11(1), 143– 150. <https://doi.org/10.1021/bm900993n>

RANC15-027 การพัฒนาทักษะการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลขเพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

DEVELOPMENT OF LEARNING SKILLS BY USING A ONLINE LESSONS ON PROBLEM SOLVING THROUGH NUMBERSTO ENHANCE CRITICAL THINKING SKILLS OF THE FIFTHGRADE STUDENTS

พรรณี แผงทิพย์^{1*} สิทธิชัย แผงทิพย์²
Panee Pangtip^{1*}, Sittichai Pangtip²

¹สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

¹Computer Education Program, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University.

²สาขาวิชาภาษาอังกฤษและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

²English and Educational Technology Program, Faculty of Education, Yala Rajabhat University.

*Corresponding author, E-mail: pannee.p@yru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 2) เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านโกตาบารู อำเภอรามัน จังหวัดยะลา จำนวน 30 คน เครื่องมือการวิจัย ประกอบด้วย 1) บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข 2) แบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที (t-test Dependent) ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข โดยภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.50) 2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการใช้บทเรียนออนไลน์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนออนไลน์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.47$, S.D. = 0.16)

คำสำคัญ: บทเรียนออนไลน์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข

Abstract

The purposes of this research for 1) develop an online lessons on problem solving through numbers to enhance critical thinking skills of the fifth grade students. 2) to study critical thinking abilities of fifth grade students, and 3) assess the satisfaction of an online lessons. The samples were 30 fifth grade students within Bankotabaru school in yala province. The research instruments were 1) The online lessons 2) evaluation form 3) achievement tests contained 20 items and 4) satisfaction questionnaire. The research statistics used were mean, standard deviation and t-test. Results of the research found that: 1) the developed online lessons had a quality at a good level ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.50) 2) the critical thinking ability of fifth grade students after using the online lessons was significantly higher than before at the .05 level, and 3) the students showed satisfaction with using the developed online lessons at the high level. ($\bar{X} = 4.47$, S.D = 0.16)

Keywords: Online Lessons, Critical Thinking, Problem Solving Through Numbers

บทนำ

การพัฒนาคุณภาพการศึกษาในยุคปัจจุบัน มุ่งเน้นพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจำเป็นต้องมีทักษะการเรียนรู้ ประกอบด้วย ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา การสื่อสารและการร่วมมือทำงาน แต่ในความเป็นจริงในปัจจุบันผู้เรียนยังขาดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะเกี่ยวกับการคิดและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งจะสังเกตได้จากผลการประเมินมาตรฐานโรงเรียนที่ส่วนใหญ่นักเรียนมีความสามารถในการคิดระดับสูงอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งทักษะการคิดในระดับสูง ได้แก่ ทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และการประเมินค่า รวมทั้งทักษะการคิดแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ [1-3] นอกจากนี้กระบวนการคิดยังจำเป็นและสำคัญที่สุดสำหรับผู้เรียนทุกระดับ เนื่องจากเป็นกระบวนการคิดที่ผ่านการไตร่ตรองและพิจารณาจากข้อมูล หลักฐานที่มีอยู่มาเป็นอย่างดี จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย เป็นพื้นฐานของการคิดทั้งปวง ดังนั้นจึงต้องเตรียมนักเรียนให้พร้อมทั้งชีวิตตามกระแสการปรับเปลี่ยนทางสังคมอันจะส่งผลต่อวิถีการดำรงชีพในสังคมในอนาคต [4] และจากการประเมินคุณภาพภายนอกของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา [5] ที่ผ่านมามีพบว่านักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมีความสามารถด้านการคิดยังไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดเป็นส่วนใหญ่ โดยมีสถานศึกษาเพียงร้อยละ 10.40 ที่มีผลการประเมินด้านการคิดวิเคราะห์การคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองอยู่ในระดับดี นอกนั้นอยู่ในระดับพอใช้ และระดับควรปรับปรุงผลการประเมินดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมและพัฒนาด้านการคิดของนักเรียนยังไม่บรรลุตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน จากสภาพที่กล่าวมาจึงจำเป็นต้องมีการส่งเสริมและเร่งพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้มีทักษะตามศตวรรษที่ 21 ในเรื่องทักษะการเรียนรู้โดยเฉพาะการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนด้านทักษะการคิด โดยควรมีการศึกษาและพัฒนาสื่อหรือนวัตกรรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดที่ชัดเจน ควรเป็นสื่อหรือนวัตกรรมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน [6]

บทเรียนออนไลน์เป็นนวัตกรรมการสอนที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหา ปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลง การสอนแบบเดิม ๆ ให้ดียิ่งขึ้น และเมื่อเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 นานาประเทศต่างให้ความสำคัญกับการนำเทคโนโลยี สารสนเทศมาใช้เป็นเครื่องมือในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางด้านธุรกิจ อุตสาหกรรม และการ บริการ ตลอดจนนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนานวัตกรรมของประเทศในทุกภาคส่วน ทั้งนี้รวมถึงการ ยกระดับคุณภาพการศึกษาที่มุ่งเน้นในการพัฒนาประชาชนให้มีความพร้อมและเท่าทันกับการนำเทคโนโลยีไปใช้ อย่างมีประสิทธิภาพ แนวโน้มการศึกษาในระดับนานาชาติได้มุ่งเน้นไปที่ทักษะความสามารถ การดำรงชีวิต การอ่านออก เขียนได้ คิดเลขเป็น รวมไปถึงทักษะพื้นฐานในการทำงาน การคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีม การนำเทคโนโลยีสารสนเทศไปใช้ให้เกิดประโยชน์ และการสื่อสาร อันเป็นทักษะที่องค์การ สหประชาชาติ (UN) และองค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) [7] ให้ความสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ที่ยึดคนเป็น ศูนย์กลางการพัฒนาอย่างมีส่วนร่วม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแข่งขันของชาติ เป็นผลให้เกิดการปรับตัว ในด้านการพัฒนากำลังคนเพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลก อีกทั้งกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารได้จัดทำแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ฉบับที่ 3) ของประเทศไทย พ.ศ. 2557– 2561 ที่มุ่งเป้าหมายในการพัฒนาสังคมอุดมปัญญา เพื่อเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจดิจิทัลโดยเท่าเทียมและทั่วถึง ในทุกชุมชนและท้องถิ่นด้วยความมั่นคงและยั่งยืน (Shape-Up Smart Thailand Toward Digital Economy) โดยหนึ่งในยุทธศาสตร์ที่สำคัญของแผนแม่บทนี้คือการพัฒนาเยาวชนให้มีทักษะการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ มีทักษะในการใช้เครื่องมือในการพัฒนาตนเอง และใช้ความรู้ที่มีไปใช้ พัฒนาชาติบ้านเมืองอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล อันจะเป็นการเพิ่มศักยภาพให้กับประเทศไทยได้ อย่างมั่นคงและยั่งยืน

จากความสำคัญและปัญหาที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาทักษะการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลขของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ขึ้น ซึ่งผู้วิจัยมั่นใจว่าหากนักเรียนได้รับการเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมี วิจารณญาณจากบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นแล้ว จะส่งผลทำให้นักเรียนมีความสามารถด้านการคิดอย่างมี วิจารณญาณเพิ่มสูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. พัฒนบทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การคิด แก้ปัญหาด้วยตัวเลขสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
2. เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้บทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น
3. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาบทเรียนออนไลน์และการตรวจสอบคุณภาพ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนออนไลน์โดยผู้เชี่ยวชาญ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ เป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

การเก็บรวบรวมข้อมูลเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์ จำนวน 3 คน

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้และประเมินผลบทเรียนออนไลน์

ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลา เขต 1

ตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านโกตาบารู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลา เขต 1 จำนวน 30 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 มีดังนี้

1. บทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยลักษณะของแบบทดสอบประกอบด้วย ข้อคำถามที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหาหรือประเด็นปัญหาต่าง ๆ และคำตอบจะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายเท่ากับ .28 - .78 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ .20 - .66 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design) [8] มีรายละเอียด ดังนี้

1. กลุ่มทดลอง ตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านโกตาบารู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลา เขต 1 จำนวน 30 คน

2. ดำเนินการทดลองใช้บทเรียนออนไลน์ ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

2.1 ทดสอบก่อนใช้บทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลขสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นตัวอย่าง
ด้วยแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้น

2.2 ดำเนินการทดลองใช้บทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กับนักเรียนกลุ่มทดลอง

2.3 ทดสอบหลังการใช้บทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลขสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นตัวอย่าง
ด้วยแบบทดสอบที่เป็นฉบับเดียวกันกับก่อนใช้บทเรียนออนไลน์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาผลการใช้และประเมินผลบทเรียนออนไลน์โดยเปรียบเทียบคะแนนความสามารถ
ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนใช้และหลังใช้บทเรียนออนไลน์ของตัวอย่าง โดยการทดสอบค่าที่
(t-test Dependent)

2. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาบทเรียนออนไลน์และการตรวจสอบคุณภาพ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ผลการออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข ในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัย
ตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องแล้วนำความรู้ที่ได้มาออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์ ซึ่งเครื่องมือหลักในการ
พัฒนา ได้แก่ โปรแกรม Adobe Flash CS6 ซอฟต์แวร์ด้านกราฟิกได้แก่ Adobe Photoshop CS6 และโปรแกรม
Adobe Illustrator CS6 ซอฟต์แวร์ด้านสร้างภาพเคลื่อนไหว ได้แก่ Adobe Premier Pro, Xara 3D Maker
ซอฟต์แวร์จัดการเสียง ได้แก่ Cool Edit Pro และซอฟต์แวร์สนับสนุนอื่น ๆ ได้แก่ Microsoft Word 2010
ดำเนินการพัฒนาตามสตอรี่บอร์ดที่ได้ออกแบบไว้ มีลักษณะเป็นสื่อประสม ประกอบด้วยข้อความ (Text)
ภาพ (Picture) ภาพกราฟิก (Graphic) ภาพเคลื่อนไหว (Graphic Animation) วิดีโอ (Video) เสียง (Sound)
และเสียงประกอบ (Sound Effect) จึงทำให้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นใช้งานง่าย สวยงามและน่าสนใจ สามารถกระตุ้นให้
นักเรียนสนใจในบทเรียนและกิจกรรมที่มีอยู่ในบทเรียนได้เป็นอย่างดี

1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพบทเรียนออนไลน์

นำบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาเสร็จสมบูรณ์แล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนา
บทเรียนออนไลน์ 5 คน ประเมินคุณภาพบทเรียน ซึ่งปรากฏผล ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีบทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		แปลผล
	\bar{X}	S.D.	
เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	4.40	0.55	มาก
ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน	4.40	0.55	มาก
ความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาบทเรียน	4.40	0.45	มาก
ความเหมาะสมในการลำดับเนื้อหา	4.60	0.55	มากที่สุด
เนื้อหาความต่อเนื่องและเรียงจากง่ายไปยาก	4.20	0.45	มาก
ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอเนื้อหา	4.40	0.55	มาก
ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.80	0.45	มากที่สุด
ความเหมาะสมของภาพ ภาพเคลื่อนไหวและเสียงกับเนื้อหา	4.40	0.55	มาก
ความเหมาะสมเนื้อหากับระดับผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา	4.40	0.55	มาก
ความเหมาะสมเนื้อหาแต่ละหน้า	4.40	0.55	มาก
ความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
ความเหมาะสมของเวลาเรียน	4.00	0.00	มาก
เนื้อหาและวิธีการนำเสนอบทเรียนสามารถนำไปใช้เรียนและเกิดความรู้ได้จริง	4.60	0.55	มาก
เฉลี่ยรวม	4.43	0.50	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่า บทเรียนออนไลน์เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.50) จำแนกเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้านความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.45) และด้านความเหมาะสมในการลำดับเนื้อหาด้านความเหมาะสมเนื้อหาที่ระดับผู้เรียน ด้านความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และด้านเนื้อหาและวิธีการนำเสนอบทเรียนสามารถนำไปใช้เรียนและเกิดความรู้ได้จริง ($\bar{X} = 0.60$, S.D. = 0.55) ส่วนด้านที่มีประเมินคุณภาพน้อยที่สุดได้แก่ ด้านความเหมาะสมของเวลาเรียน ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.00)

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังใช้บทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังใช้
บทเรียนออนไลน์

ตัวอย่าง	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t
ก่อนใช้บทเรียนออนไลน์	30	20	12.46	2.12	
หลังใช้บทเรียนออนไลน์	30	20	16.96	1.32	9.69*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนใช้บทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถ ด้านการคิด
อย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลขนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 12.46
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.12 และค่าเฉลี่ยคะแนนหลังใช้บทเรียนออนไลน์ มีค่าเฉลี่ย 16.96 ส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐาน 1.32 เมื่อทดสอบด้วยค่าสถิติที่ พบว่า ได้ค่าที่เท่ากับ 9.69 แสดงว่า นักเรียนมีความสามารถด้านการคิด
อย่างมีวิจารณญาณ หลังจากเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ ที่พัฒนาขึ้น

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อบทเรียนออนไลน์
เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		แปลผล
	\bar{X}	S.D.	
ความเหมาะสมในการลำดับเนื้อหา	4.40	0.55	มาก
ความเหมาะสมของเวลาเรียน	4.00	0.00	มาก
ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอเนื้อหา	4.60	0.55	มากที่สุด
ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.40	0.55	มาก
ความเหมาะสมเนื้อหาแต่ละหน้า	4.60	0.55	มากที่สุด
ขนาดตัวอักษรที่ชัดเจนและเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
ขนาดและรูปแบบของภาพกราฟิกที่เหมาะสม	4.60	0.45	มากที่สุด
มีความสวยงามน่าใช้	4.40	0.55	มาก
มีกติกาในการใช้งานที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย	4.40	0.55	มาก
ช่วยกระตุ้นความสนใจ และการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
มีความสะดวกในการใช้งาน	4.60	0.55	มากที่สุด
มีรูปแบบและวิธีการจัดกิจกรรมที่หลากหลายและเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
ความเหมาะสมในการลำดับเนื้อหา	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ยรวม	4.47	0.16	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.47$, S.D. = 0.16) จำแนกเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอเนื้อหาความเหมาะสมเนื้อหาแต่ละหน้า ขนาดและรูปแบบของภาพกราฟิกที่เหมาะสมช่วยกระตุ้นความสนใจ และการเรียนรู้ของผู้เรียนมีความสะดวกในการใช้งาน และมีรูปแบบและวิธีการจัดกิจกรรมที่หลากหลายและเหมาะสม ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.55) ส่วนด้านที่มีประเมินคุณภาพน้อยที่สุดได้แก่ ด้านความเหมาะสมของเวลาเรียน ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.00)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยจนได้ผลสรุปการวิจัย มีประเด็นสำคัญนำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

บทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้น โดยภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.50) ทั้งนี้เนื่องมาจากบทเรียนออนไลน์เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่นิยมนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ซึ่งในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์อย่างเป็นระบบ โดยศึกษางานวิจัย ตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้อง สอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ด้านเทคนิควิธีการจัดการเรียน และด้านเนื้อหา เพื่อนำความรู้ที่ได้มาออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์ให้มีคุณภาพ โดยอาศัยหลักวิธีการเชิงระบบตามหลักการของ ADDIE model ของ Seel และ Glasgow มาใช้ [9] ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาบทเรียนตามหลักวิธีการที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เมื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์เสร็จสมบูรณ์ได้นำบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความสมบูรณ์และทำการปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิก่อนนำไปใช้จริง ส่งผลให้บทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นใช้งานง่าย สวยงามและน่าสนใจ สามารถกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในบทเรียนและกิจกรรมที่มีอยู่ในบทเรียนออนไลน์ได้เป็นอย่างดี เห็นได้จากผลการประเมินคุณภาพบทเรียนของผู้ทรงคุณวุฒิในด้านความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.45) นอกจากนี้ยังมีการดำเนินการทดลองที่เป็นไปตามกระบวนการของการวิจัย มีการแก้ไขปรับปรุงบทเรียนออนไลน์ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นจนมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ว่า บทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในบทเรียนได้เป็นอย่างดีสอดคล้องกับมณฑลชัย เทียนทอง [10] ที่กล่าวว่า ขั้นตอนการทดลองใช้นวัตกรรม เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ผู้พัฒนาจะต้องทำการทดลองใช้งานในลักษณะเสมือนจริงทุกประการ เพื่อศึกษาและตรวจสอบการทำงานของบทเรียนอย่างรอบคอบ ทั้งนี้เนื่องจากมีเหตุผลที่สนับสนุนให้บทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

2. เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์

การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ นักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับ หลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ พบว่า คะแนนสอบของนักเรียนก่อนใช้บทเรียนออนไลน์ มีค่าเฉลี่ย 12.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.12 และหลังใช้บทเรียนออนไลน์ มีค่าเฉลี่ย 16.96 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.32 เมื่อทดสอบด้วยค่าสถิติทีได้ค่าที เท่ากับ 9.69 แสดงว่า นักเรียนมีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังจากเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 เนื่องมาจากการพัฒนา บทเรียนออนไลน์ได้ดำเนินการเป็นไปตามลำดับขั้นตอนหลักการ แนวคิด ทฤษฎี จุดมุ่งหมาย มีการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่จะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้นเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด และมีการ พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผล ทำให้เกิดความสมบูรณ์ของ กระบวนการเรียนการสอน เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้แก่นักเรียนอย่าง เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของทิสนา แชมมณี [11] ที่กล่าวว่า การพัฒนาการเรียนการสอนเป็นแบบ แผนการเรียนที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบ มีหลักเกณฑ์เพื่อให้เกิดผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด การจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับนักเรียนทุกคน เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้อง เชื่อมโยงกัน ตั้งแต่การแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ มีการจัดเตรียมสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายสอดคล้องกับ ชีวิตประจำวัน เพื่อนักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีแนวทางในการหาผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การที่นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบตามกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียน ได้บรรลุถึงเป้าหมายของการเรียนรู้ของแต่ละคนจึงทำให้บทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ Aliasgari, Riahinia and Mojdehavar [12] ได้ศึกษาบทเรียนออนไลน์และเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ พบว่า กลุ่มผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์ มีพัฒนาการเรียนรู้อื่นที่เพิ่มขึ้น รวมถึงสอดคล้องกับจาร์จัน สองเมือง [13] ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์เหมาะสมกับการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สามารถช่วยเหลือ สนับสนุน ส่งเสริมศักยภาพ ของผู้เรียนให้เกิดความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียนเพิ่มขึ้นได้โดยนักเรียนสนุกกับการเรียนรู้ด้วยสื่อสมัยใหม่ นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มขึ้น กระตุ้นนักเรียนให้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากกิจกรรมที่ครูได้ออกแบบไว้ และนำความรู้ที่ได้สู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักเรียนด้วยกันเองและระหว่างนักเรียนกับครูผู้สอน อีกทั้ง ส่งเสริมการทบทวนเนื้อหาการเรียนรู้อื่น ระบบทำให้เกิดการทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากครูสามารถนำผลสรุปจากการเรียนในชั้นเรียนปกติไปนำเสนอไว้สำหรับการทบทวนของนักเรียนได้อีก ครั้งในห้องเรียนออนไลน์ และช่วยให้เกิดพัฒนาการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน ทั้งนี้ครูสามารถติดตามการ เรียนรู้ของนักเรียนผ่านระบบได้ ขณะเดียวกันยังสามารถใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในระบบสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน ได้อย่างหลากหลายช่องทางและทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่าง มีวิจารณญาณ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อผู้เรียนต่อบทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้าน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลข สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.47$, S.D. = 0.16)

ซึ่งสาเหตุอาจเนื่องมาจากบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นใช้งานง่าย สวยงามและน่าสนใจ สามารถกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในบทเรียนและกิจกรรมที่มีอยู่ในบทเรียนได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาได้ทุกที่ทุกเวลา สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ มีการสอดแทรกเกมเพื่อการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะเพื่อให้สามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ อีกทั้งทำให้ผู้เรียนมีความสนใจต่อการเรียนในบทเรียนออนไลน์ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับเกรียงไกร พลະสนธิ และนริรัตน์ สร้อยศรี [14] ที่ได้ศึกษาวิจัย เรื่องการพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบการเรียนรู้มีส่วนร่วมในรายวิชา การเตรียมการก่อนการผลิตเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี และพงษ์นที ศิลลาอาศน์ เกษมสันต์ พานิชเจริญ และนคร ละลอกน้ำ [15] ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาสถิติและการประยุกต์ทั่วไป เรื่อง การทดสอบสมมติฐาน สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีที่ พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน

สรุปผลการวิจัย

1. บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลขโดยภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.50)

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการใช้บทเรียนออนไลน์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนออนไลน์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.47$, S.D. = 0.16)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 บทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การคิดแก้ปัญหาผ่านตัวเลขสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้ เป็นบทเรียนออนไลน์ที่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หรือสูงกว่า เนื่องจากเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน เหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียนในช่วงวัยดังกล่าว

1.2 การเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ ต้องคำนึงถึงทักษะพื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์ของผู้เรียนด้วย ถ้าผู้เรียนไม่เคยมีประสบการณ์การใช้บทเรียนบนเว็บมาก่อน ควรได้รับการฝึกทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์พื้นฐานก่อน ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ด้วยบทเรียนบนเว็บบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

1.3 ก่อนที่จะเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ควรให้นักเรียนศึกษาคู่มือแนะนำการใช้บทเรียน ตลอดจนทำความเข้าใจกับสัญลักษณ์และปุ่มคำสั่งต่าง ๆ เพื่อให้การเรียนเป็นไปด้วยความราบรื่น

1.4 เพื่อสนองตอบต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล การเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ จึงไม่ควรมีการจำกัดเวลา เนื่องจากความสามารถในการเรียนรู้ของแต่ละคนต่างกัน ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เวลาอย่างเต็มที่ตามความต้องการ จนกว่าจะเข้าใจในบทเรียนในบทเรียนบนเว็บทั้งหมด

1.5 การเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ครูยังมีบทบาทสำคัญโดยเป็นผู้ชี้แนะ ให้คำปรึกษา และช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในกรณีที่คอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมมีปัญหา

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับที่สูงขึ้น เช่น ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หรือระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นต้น

2.2 ควรพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในด้านอื่น ๆ เช่น ด้านคุณธรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์ เป็นต้น

2.3 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบบทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับรูปแบบอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิจารย์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- [2] วัชรรา เล่าเรียนดี. (2554). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 7. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- [3] Gardner, H. (2010). Five minds for the future. In J. Bellanca & R. Brandt (Eds.), *21st Century Skills: Rethinking How Learners Learn*. (pp. 9-31). Bloomington, IN: Solution Tree Press.
- [4] พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์; และเพียว ยินดีสุข. (2558). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [5] รับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (องค์การมหาชน), สำนักงาน. (2557). *ระบบสารสนเทศเพื่อการประเมินคุณภาพภายนอก*. สืบค้นเมื่อ 27 มิถุนายน 2559. จาก <http://203.144.163.91/onesqa/th/home/index.php>
- [6] องค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ. (2558). *บทสรุป รายงานการติดตามผลทั่วโลกเรื่องการศึกษาเพื่อปวงชน (EFA) 2015*. สืบค้นเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2560. จาก <http://www.unescobkk.org/vi/resources/e-library/publications/article/2000-2015>
- [7] กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2557). *แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ฉบับที่ 3) ของประเทศไทย พ.ศ. 2557-2561*. สืบค้นเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2560, จาก http://itc.ddc.moph.go.th/file/it_plan_58.pdf
- [8] องอาจ นัยพันธ์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สามลดาการพิมพ์.
- [9] Seels, B. & Glasgow, Z. (1998). *Making Instructional Design Decisions* (2nd. ed.). OH: Columbus. Prentice Hall.
- [10] มนต์ชัย เทียนทอง. (2554). *การออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [11] ทิศนา ขัมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- [12] Aliasgari, M.; Riahinia, N; and Mojdehavar, F. (2010). Education, Business and Society: Contemporary Middle Eastern Issues Emerald Article: Computer assisted instruction and student attitudes towards learning mathematics. *Education, Business and Society: Contemporary Middle Eastern Issues*. 3(1), 6-14.
- [13] จารุวัจน์ สองเมือง. (2555). การพัฒนาระบบอีเลิร์นนิ่งสำหรับการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.
- [14] เกரியงไกร พลະสนธิ; และนริรัตน์ สร้อยศรี. (2559). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบการเรียนรู้มีส่วนร่วมในรายวิชา การเตรียมการก่อนการผลิตเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. *วารสารการอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีศึกษา*. 6(11), 9-17.
- [15] พงษ์นที ศิลาอาศน์; เกษมสันต์ พานิชเจริญ; และนคร ละลอกน้ำ. (2563). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาสถิติและการประยุกต์ทั่วไป เรื่องการทดสอบสมมติฐาน สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยปทุมธานี*. 12(1), 151-163.

**RANC15-028 การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วย
แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร
THE DEVELOPMENT OF TEACHING & LEARNING MANAGEMENT SYSTEM FOR
PRIMARY EDUCATION WITH DIGITAL PLATFORMS FOR THE SCHOOLS IN
BANGKOKNOI DISTRICT OFFICE, BANGKOK**

อดุลย์ ไชยเสนา^{1*} พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ²
Adul Chaisena^{1*}, Phongsak Phakamach²

¹สาขาวิชานวัตกรรมทางการศึกษา วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

¹*Educational Innovation Administration Department, College of Innovation Management,
Rajamangala University of Technology Rattanakosin.*

²มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

²*Rajamangala University of Technology Rattanakosin.*

*Corresponding author, E-mail: adul.cha@mutr.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทดลองใช้ประเมิน และเพื่อนำเสนอระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เลือกมาโดยวิธีเจาะจง ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษาระดับประถมศึกษา จำนวน 5 คน ครูผู้สอนระดับประถมศึกษา จำนวน 15 คน สังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ผู้ใช้ระบบและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง จำนวน 30 คน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 10 คน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น จำนวน 60 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 2) แบบประเมินคุณภาพสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ 3) แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง สำหรับสอบถามการใช้ระบบ แนวทางการพัฒนาระบบ ปัญหาความต้องการ และข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบและ 4) แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง สำหรับสัมภาษณ์การทดสอบและประเมินผลการใช้งานระบบการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความเที่ยงของแบบสอบถามโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาช ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร กลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจในต้นแบบที่พัฒนาขึ้น โดยเห็นว่าเป็นช่องทางที่เหมาะสมสำหรับการบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาควบคู่ไปกับเทคโนโลยีและมีการใช้งานที่ไม่ยุ่งยาก 2) การทดลองใช้งานและประเมินผลระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร กลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจกับระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.93$, S.D.=0.74) และประสิทธิภาพการใช้งานอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.76$, S.D.=0.72) และ 3) ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียน

สังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ตามรูปแบบที่พัฒนาสามารถใช้งานได้ง่าย และสามารถประยุกต์เพื่อเพิ่มฟังก์ชันและข้อมูลบางอย่างให้สอดคล้องกับการใช้งานของผู้ใช้ทั้งในส่วนของผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน บุคลากรทางการศึกษาและผู้เรียน รวมถึงการรองรับฟังก์ชันของส่วนการจัดการศึกษาในอนาคต

คำสำคัญ: ระบบบริหารจัดการเรียนการสอน แพลตฟอร์มดิจิทัล ประถมศึกษา

Abstract

This research objectives were to develop, test, evaluate and present a digital platform for primary school teaching and learning management systems for schools under the Bangkok Noi District Office. Bangkok. This research is research and development. The samples used in this study were selected by a specific method, namely 5 primary school administrators, 15 primary school teachers under the Bangkok Noi District Office of Bangkok, 30 system users and stakeholders and 10 experts in ICT systems and educational innovations, including a total of 60 samples. The research tools were: 1) Teaching and learning management system at primary level with digital platform for schools under the Bangkok Noi District Office. Bangkok 2) Quality Assessment Form for Professionals It is a 5-level estimation. 3) Structured questionnaire. for inquiries about the use of the system system development guidelines, problems, requirements, and recommendations for system development; and 4) unstructured interview form. for interviewing, testing and evaluating the system usage. Data were analyzed by percentage, mean, standard deviation and questionnaire reliability using Cronbach's alpha coefficient formula. The results of the research were as follows: 1) Primary education teaching management system with digital platform for schools under the Bangkok Noi District Office. Bangkok The target group was satisfied with the developed model. It was seen that it was a suitable channel for teaching and learning management at the primary level. Coupled with technology and easy to use; 2) experimental and evaluating the primary education teaching management system with a digital platform for schools under the Bangkok Noi District Office Bangkok The target group was satisfied with the developed system at a high level. (\bar{X} =3.93, S.D.=0.74) and the efficiency of use is at a high level. (\bar{X} =3.76, S.D.=0.72); and 3) teaching management system for primary school level with a digital platform for schools under the Bangkok Noi District Office Bangkok According to the developed model, it can be used easily. And can be applied to add some functions and information in accordance with the use of users in the part of the school administrators, teachers, educational personnel and students. including supporting the functions of the education management section in the future.

Keywords: Teaching Management System, Digital Platform, Primary School

บทนำ

กระทรวงศึกษาธิการกำหนดให้มีการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง พ.ศ. 2552-2561 ซึ่งมีวิสัยทัศน์ที่ว่า “ให้คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ” มีการปฏิรูปการศึกษาและการเรียนรู้อย่างเป็นระบบใน 3 ประเด็นหลัก คือ การพัฒนาคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ การเพิ่มโอกาสทางการศึกษา การเปิดโอกาส

ให้คนไทยเข้าถึงการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ และการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนของสังคม นอกจากนี้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 1) พ.ศ. 2562 ได้กำหนดให้มีจุดเน้นการพัฒนาคุณภาพสำหรับเป็นแนวทางการขับเคลื่อนหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ รวมถึงการวัดและประเมินผลผู้เรียนเพิ่มคุณภาพผู้เรียนเป็นสำคัญ [1-2] ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ที่ได้กำหนดให้มีการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้และมีใจใฝ่เรียนรู้ตลอดเวลา มีการออกแบบระบบการเรียนรู้ใหม่ให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 การปรับเปลี่ยนบทบาทครูจาก “ครูสอน” เป็น “โค้ช” หรือ “ผู้อำนวยการการเรียนรู้” การเพิ่มประสิทธิภาพระบบบริหารจัดการศึกษาในทุกระดับและทุกประเภทโดยให้มีมาตรฐานขั้นต่ำของโรงเรียน การพัฒนาระบบการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยเน้นการจัดระบบการศึกษาและระบบฝึกอบรมบนฐานสมรรถนะที่มีคุณภาพสูงและยืดหยุ่นผ่านกลไกต่าง ๆ การสร้างความตื่นตัวให้คนไทยตระหนักถึงบทบาท ความรับผิดชอบ และการวางตำแหน่งของประเทศไทยในภูมิภาคเอเชียอาคเนย์และประชาคมโลก การวางพื้นฐานระบบการรองรับการเรียนรู้โดยใช้ดิจิทัลแพลตฟอร์มที่เน้นการพัฒนาทักษะดิจิทัล ทักษะการคัดกรององค์ความรู้การใช้เทคโนโลยีผสมผสานกับคุณค่าของครูการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ และการสร้างระบบการศึกษาเพื่อเป็นเลิศทางวิชาการระดับนานาชาติ [3]

ปัจจุบันกล่าวได้ว่าเป็นยุคเศรษฐกิจฐานความรู้ (Knowledge-Based Economy) ดังนั้นการดำเนินธุรกรรมหรือกิจการงานต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้ความรู้มาสร้างกระบวนการและผลผลิตให้เกิดมูลค่าเพิ่ม การจัดการความรู้ (Knowledge Management : KM) มีความหมายครอบคลุมเทคนิคและกลไกต่าง ๆ มากมายเพื่อสนับสนุนให้การทำงานของแรงงานความรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น [4] ศาสตราจารย์นายแพทย์วิจารณ์ พานิช ได้อธิบายว่าการจัดการความรู้เป็นการเรียนรู้แบบใหม่ที่ใช้การปฏิบัติเป็นตัวนำเพื่อทำให้เกิดประสบการณ์และเน้นความรู้ที่เป็นความรู้ในตัวคนเป็นหลัก ซึ่งกลไกดังกล่าว ได้แก่ การรวบรวมความรู้ที่กระจัดกระจายมาไว้ที่เดียวกัน การสร้างบรรยากาศให้คนคิดค้น เรียนรู้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ การจัดระเบียบความรู้ และการใช้ระบบไอซีที (Information and Communication Technology System : ICT System)

ปัจจุบันการก้าวเข้าสู่ยุคอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ กับอินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลาซึ่งเป็นการปฏิวัติดิจิทัล (Digital Revolution) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างฉับพลัน (Disruptive Technology) จากผลการปฏิวัติดิจิทัลนี้เองทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารและแหล่งเรียนรู้ที่ไร้ขีดจำกัด พัฒนาตนเองผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้สมัยใหม่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นผลให้รัฐบาลและหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการศึกษา กำหนดนโยบายและแผนที่ใช้ความก้าวหน้าเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัลมาส่งเสริมด้านการศึกษา มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกระดับให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อาทิ ทักษะด้านการสื่อสารและสารสนเทศ (Communications Information) เพื่อขยายสู่การสร้างความรู้เชิงวิจัยและการพัฒนานวัตกรรมผ่านระบบเทคโนโลยีดิจิทัล โดยเฉพาะด้านการศึกษาที่มุ่งให้มีการพัฒนารูปแบบวิธีการวัดการประเมินผลที่มีคุณภาพและมาตรฐาน มีระบบการบริหารจัดการศึกษาที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ส่งเสริมให้น้องค์ความรู้และนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีดิจิทัลสมัยใหม่มาใช้ในทุกระดับการศึกษา เพื่อนำมาใช้ในการเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต เช่น การใช้แพลตฟอร์ม แอปพลิเคชัน โมเดล และเนื้อหา/สื่อการเรียนรู้ในการเรียนการสอน [5]

แพลตฟอร์มดิจิทัล (Digital Platforms) จัดเป็นเทคโนโลยีดิจิทัลประเภทหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาได้ โดยเป็นการผนวกเอาระบบไอซีทีเข้าด้วยกัน สามารถส่งเสริมและพัฒนาการเรียนรู้ร่วมกับการสอนแบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Learning) ทำให้ผู้สอนและผู้เรียนสามารถเข้าถึงองค์ความรู้และนวัตกรรมในโลกยุคใหม่ รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์กันได้สะดวกรวดเร็วขึ้นบนโลกออนไลน์ ปัจจุบันแพลตฟอร์มดิจิทัลที่เป็นเครื่องมือการจัดการเรียนการสอน (Instructional Tools) และนำมาใช้กับการศึกษาได้มีจำนวนมากมาย เช่น

Blackboard, Moodle, Edmodo, Schoology, Google Classroom, MOOC, YouTube Channels, Digital TV, Facebook, Dropbox และ Line เป็นต้น ดิจิทัลแพลตฟอร์มที่เป็นที่นิยมกับการประยุกต์ใช้งานด้านการศึกษาในปัจจุบัน ก็คือ Moodle เนื่องจากเป็นระบบบริหารจัดการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่มีจำนวนคุณสมบัติเฉพาะและจำนวนข้อดีมากที่สุด [6]

ด้วยบริบทของโรงเรียนประถมศึกษาในสังกัดกรุงเทพมหานคร รวมถึงโรงเรียนวัดเจ้าอาวาส สำนักงานเขตบางกอกน้อย ได้จัดการศึกษาให้มีความสอดคล้องกับนโยบายของกรุงเทพมหานครที่ว่า “มหานครแห่งการเรียนรู้” ที่มีนโยบายส่งเสริมการเรียนรู้นอกห้องเรียน ส่งเสริมการนำระบบเครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนและการบริหารจัดการ โดยมุ่งหวังให้เด็กเป็นคนดีมีคุณภาพสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้ อย่างมีความสุขและมีคุณธรรม อีกทั้งโรงเรียนวัดเจ้าอาวาสได้รับผลกระทบจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) จึงนำการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดดังกล่าว ตามแนวคิด “การเรียนรู้ผ่านการศึกษารองรับการเรียนรู้ได้ทุกที่ แต่การเรียนรู้หยุดไม่ได้” ทั้งนี้เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนรวมถึงการบริหารจัดการสถานศึกษาสามารถดำเนินกิจกรรมไปได้ตามนโยบายอย่างมีประสิทธิภาพ

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ซึ่งจะปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนการสอนด้วยการใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลมาสนับสนุนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อมุ่งสู่การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ตลอดจนการเป็นผู้นำทางวิชาการในอนาคต ดังนั้นต้นแบบแพลตฟอร์มจะเป็นแบบจำลองระบบจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยการใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลและการให้บริการ ตลอดจนการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้บริหารสถานศึกษา ครูและนักเรียนระดับประถมศึกษา การปรับปรุงสมรรถนะตามข้อคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญระบบต้นแบบมีรูปแบบเหมาะสมกับการให้บริการกับผู้บริหารสถานศึกษา ครูและนักเรียนระดับประถมศึกษาสามารถนำไปใช้งานได้จริง ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริหารสถานศึกษา ครูและผู้เรียนระดับประถมศึกษาเพื่อเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการบริหารสถานศึกษาและการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 2) เพื่อทดลองใช้และประเมินระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร และ 3) เพื่อนำเสนอระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยและพัฒนาจะมีขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้

วัตถุประสงค์ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการบริหารจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษาในระดับประถมศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร (Documentation Method)

ขั้นที่ 2 รวบรวมความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอนในสถานศึกษาระดับประถมศึกษา โดยการสัมภาษณ์ (Interview Method) จากการเลือกแบบเจาะจง

ขั้นที่ 3 รวบรวมความคิดเห็นของผู้ใช้ระบบและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเกี่ยวกับงานระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร โดยใช้การสอบถาม (Questionnaires Method)

ขั้นที่ 4 รวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษา โดยใช้การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) จากการเลือกผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจงนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากขั้นที่ 1 ถึง 4 มาวิเคราะห์และสังเคราะห์สรุปเป็นภาพรวมของการบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลที่พึงประสงค์

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

วัตถุประสงค์ เพื่อการออกแบบและพัฒนาระบบที่ได้จากการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 โดยจะทำการสร้างแบบจำลองระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาในลักษณะฐานข้อมูลและเว็บไซต์กับการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษาในระดับประถมศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย ในการดำเนินการวิจัยจะนำรูปแบบของระบบในขั้นตอนที่ 1 มาออกแบบและสร้างแบบจำลองต้นแบบระบบเครือข่ายภายใต้กรอบแนวคิดในการทำวิจัย โดยจะทำการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาระบบ ได้แก่ (1) LMS Module (2) Moodle (3) DBMS (MySQL, PHP และ Java Script) (4) Web Page Programming และ (5) e-Learning (Microsoft Office, Adobe Acrobat และ Authowares)

การวิจัยในขั้นตอนนี้จะใช้กระบวนการพัฒนาระบบฐานข้อมูลแบบ DBLC โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) โดยจะเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน (User Requirements Analysis) เพื่อให้ทราบปัญหาและความต้องการของระบบหรือแพลตฟอร์ม รวมถึงเพื่อการแก้ไขปัญหาและปรับปรุงระบบงานเดิม โดยมีประเด็นที่ศึกษาคือ การศึกษาความเป็นไปได้และขอบเขตของระบบงานใหม่

2) การออกแบบระบบ (System Design) ขั้นตอนนี้จะทำการรายงานสรุปเสนอแก่ผู้บริหารสถานศึกษา เพื่อตัดสินใจในการดำเนินการพัฒนาโดยมีองค์ประกอบของระบบคือ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ข้อมูล และบุคลากร เป็นต้น ในออกแบบฐานข้อมูลจะนำเสนอโดยใช้โมเดลแบบ E-R (Entity-Relationship Model) หรือเรียกว่าโมเดลเชิงสัมพันธ์ และรูปแบบที่นอร์มัลไลซ์ (Normalize)

3) การดำเนินการระบบ (System Implementation) คือ การเขียนโปรแกรมตามที่ได้ออกแบบไว้และทำการทดสอบโปรแกรม (Program Testing) โดยจะใช้กลยุทธ์ในการพัฒนาระบบที่เจ้าของระบบทำการพัฒนาขึ้นมาเองและมีเอกสารประกอบการใช้โปรแกรมซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ เอกสารของผู้ใช้ (User Document) และเอกสารของผู้เขียนโปรแกรม (Programmer Document) เพื่ออธิบายและสอนวิธีการใช้งานโปรแกรม

4) การติดตั้งระบบ (System Installation) จะเป็นการติดตั้งระบบโดยนำโปรแกรมที่ผ่านการตรวจสอบมาติดตั้งให้ผู้ใช้ได้ใช้งานและจะมีการฝึกอบรมเพื่อให้เข้าใจการทำงานของระบบและให้สามารถใช้งานโดยไม่มีปัญหา รวมถึงก่อให้เกิดการจัดการที่มีประสิทธิภาพ

5) การบำรุงรักษาและปรับปรุงระบบ (System Maintenance and Evolution) คือ การบำรุงรักษาและการเพิ่มสมรรถนะของระบบให้มีความมั่นคงและยั่งยืน การออกแบบและพัฒนาในขั้นตอนนี้จะทำการสร้างเว็บไซต์และจัดทำระบบฐานข้อมูลจากฟังก์ชันอิเล็กทรอนิกส์ที่สังเคราะห์ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาออกแบบและสร้างระบบที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษาในระดับประถมศึกษา และทำการเชื่อมโยงกับระบบเครือข่ายที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการทดสอบใช้งานในเบื้องต้นกับระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาตามรูปแบบที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบการใช้งานและประเมินผล

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบการใช้งานระบบบริหารจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษาในระดับประถมศึกษา รวมถึงการพัฒนาให้สอดคล้องกับรูปแบบของระบบที่ได้ในขั้นตอนที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย ในการดำเนินงานจะนำวิธีการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบให้ดีขึ้น การวิจัยในขั้นตอนนี้จะวางแผนการดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ (Workshop) การใช้งานระบบโดยการนำผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน และบุคลากรทางการศึกษา มาแนะนำและทดสอบการใช้ระบบ ซึ่งจะจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการในส่วนของผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 1 ครั้ง ครูผู้สอนและบุคลากรทางการศึกษา จำนวน 2 ครั้ง

ขั้นที่ 2 การทดสอบใช้งาน โดยมีกลุ่มผู้ใช้งานประกอบด้วย ผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน และบุคลากรทางการศึกษา โดยใช้การประชุมร่วมกันในหน่วยงาน (Workshop Facilitation)

ขั้นที่ 3 การประเมินผลการใช้ระบบโดยใช้การสอบถามและการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation)

ขั้นที่ 4 การสรุปรูปแบบของระบบที่เหมาะสมและใช้งานได้จริง

การวิจัยในขั้นตอนนี้จะเป็นการประยุกต์ใช้กระบวนการในขั้นตอนที่ 1 และ 2 โดยทำการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของการใช้ระบบ ซึ่งข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 จะสามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการได้ตามความเหมาะสม มีการทดสอบการใช้งานจริงกับการบริหารจัดการศึกษาตามรูปแบบที่กำหนดเพื่อให้ได้รูปแบบของระบบที่ถูกต้องและเหมาะสมกับการบริหารจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษาในระดับประถมศึกษา

ขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงสมรรถนะของระบบ

วัตถุประสงค์ ในขั้นตอนนี้เพื่อพิจารณาผลการทดสอบการใช้งานจริงและการปรับปรุงที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 โดยการนำเอาระบบมาใช้กับบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ตามฟังก์ชันที่ได้ออกแบบไว้ โดยจะทำการวิจัยเพื่อปรับปรุงสมรรถนะของระบบเพื่อให้ได้ฟังก์ชันที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยคำนึงถึงผู้ใช้ระบบเป็นสำคัญ ส่วนเกณฑ์ในการเลือกผู้เชี่ยวชาญจะใช้เกณฑ์เดียวกันกับการเลือกผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย การวิจัยในขั้นตอนนี้จะนำผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 3 มาทำการปรับปรุงระบบซึ่งดำเนินการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างโดยใช้วิธีสัมภาษณ์แบบเจาะจง (Focused Interview) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษาตรวจสอบยืนยัน (Confirmatory) จำนวน 10 คน เพื่อให้เห็นและให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นนำผลการตรวจสอบไปปรับปรุงระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาและจัดทำรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยดำเนินการ ดังนี้

1) ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปรูปแบบของระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานครที่พึงประสงค์ และวิเคราะห์โดยการแจกแจงจำนวนและค่าร้อยละ

2) ขั้นตอนที่ 3 นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาระบบในส่วนงานของผู้บริหารสถานศึกษาสำหรับบริหารจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษาในระดับประถมศึกษา ตลอดจนการแนะนำการใช้งานที่ถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนดเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพข้อมูลที่เกี่ยวข้องความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานครซึ่งเป็นข้อมูลที่เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า วิเคราะห์โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และข้อมูลที่เกี่ยวข้องข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานครซึ่งเป็นข้อมูลที่เป็นแบบเติมข้อความ วิเคราะห์โดยการหาข้อสรุปเพื่อทราบข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพ

โดยค่าเฉลี่ยที่ได้จากข้อมูลแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่าจากการวิเคราะห์ข้อมูลในกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 นำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์สำหรับแปลความหมายค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ในการสรุปผลได้ดังนี้ 4.21-5.00 หมายถึง ประสิทธิภาพและความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด 3.41-4.20 หมายถึง ประสิทธิภาพและความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก 2.61-3.40 หมายถึง ประสิทธิภาพและความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง 1.81-2.60 หมายถึง ประสิทธิภาพและความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยและ 1.00-1.80 หมายถึง ประสิทธิภาพและความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุดโดยที่ช่วงความกว้างของอันตรภาคชั้นกำหนดได้จากสูตร = $(5-1)/5 = 0.8$

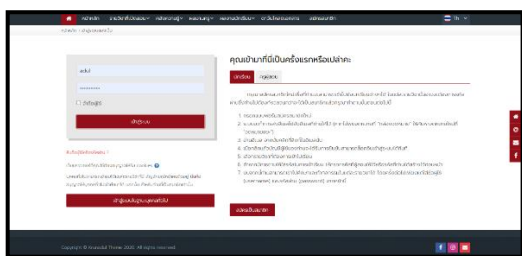
ตัวอย่างระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานครแสดงดังภาพที่ 1 ประกอบด้วย (1) หน้าหลักของระบบบริหารจัดการเรียนการสอน (2) หน้ารายวิชาที่เปิดสอนแต่ละระดับชั้น (3) หน้าต่างเข้าสู่ระบบ (Login) (4) หน้าเพิ่มรายวิชาที่สอนและ (5) ตัวอย่างหน้ารายวิชาที่จัดการเรียนการสอน



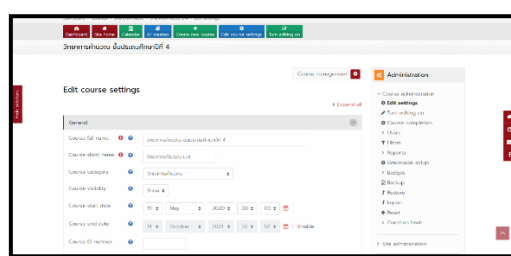
(1) หน้าหลักของระบบบริหารจัดการเรียนการสอน



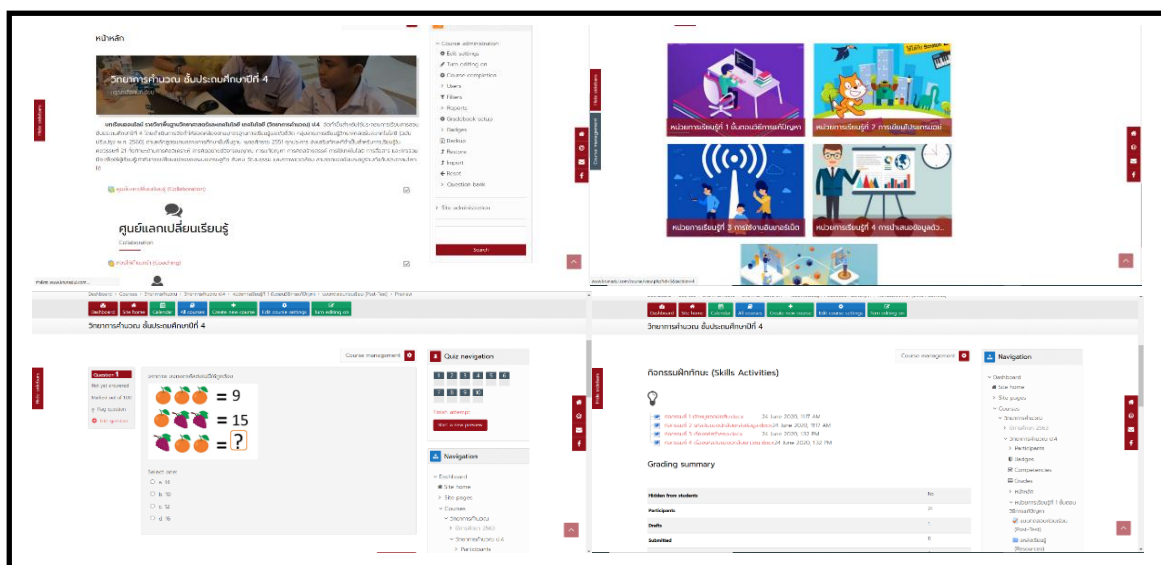
(2) หน้ารายวิชาที่เปิดสอนแต่ละระดับชั้น



(3) หน้าต่างเข้าสู่ระบบ (Login)



(4) หน้าเพิ่มรายวิชาที่สอน



(5) ตัวอย่างหน้าวิชาที่จัดการเรียนการสอน

ภาพที่ 1 ตัวอย่างระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัล
สำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร กลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจในต้นแบบที่พัฒนาขึ้น โดยเห็นว่าเป็นช่องทางที่เหมาะสมสำหรับการบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาควบคู่ไปกับเทคโนโลยีและมีการใช้งานที่ไม่ยุ่งยาก

2) การทดลองใช้งานและประเมินผลระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร กลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจกับระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.93$, S.D.=0.74) และประสิทธิภาพการใช้งานอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.76$, S.D.=0.72)

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการใช้งานระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานครในภาพรวม

ประสิทธิภาพการใช้งานระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานครในภาพรวม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	ระดับประสิทธิภาพ
ด้านการบันทึก/แก้ไขข้อมูล	3.77	.86	75.28	มาก
ด้านการสืบค้นข้อมูล	3.90	.81	78.13	มาก
ด้านการออกรายงาน	3.87	.86	77.33	มาก
ด้านการติดต่อกับผู้ใช้รวมถึงผู้ดูแลระบบ	3.39	.63	67.62	มาก
ด้านระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล	3.96	.81	79.26	มาก
ด้านคู่มือการใช้	3.17	.44	63.55	มาก
ด้านลักษณะโดยรวมของระบบ	4.29	.69	85.96	มาก
รวม	3.76	0.72	75.31	มาก

3) ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ตามรูปแบบที่พัฒนาสามารถใช้งานได้ง่าย และสามารถประยุกต์เพื่อเพิ่มฟังก์ชันและข้อมูลบางอย่างให้สอดคล้องกับการใช้งานของผู้ใช้ทั้งในส่วนของผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน บุคลากรทางการศึกษาและนักเรียน รวมถึงการรองรับฟังก์ชันของส่วนการจัดการศึกษาในอนาคต การเปลี่ยนแปลงข้อมูลในระบบทำได้ง่าย แต่ควรปรับปรุงเรื่องของข้อมูลในระบบ นั่นคือ ความชัดเจน ความครบถ้วน ความทันสมัย ความเป็นปัจจุบันของข้อมูล และการออกรายงานการเรียนการสอน การพัฒนารูปแบบของเว็บไซต์และแอปพลิเคชันให้รองรับการขยายตัวของข้อมูลการจัดการความรู้ในระดับประถมศึกษาโดยการใช้ซอฟต์แวร์มาตรฐานและการบริหารจัดการสถานศึกษาในอนาคตได้

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อการพัฒนาแบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร สามารถนำมาอภิปรายผลการวิจัยในประเด็นสำคัญตามวัตถุประสงค์และขั้นตอนการดำเนินการวิจัยได้ ดังนี้

1. การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้

ผู้ใช้ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร มีความต้องการใช้ระบบไอซีทีเพื่อการจัดเก็บ รวบรวม และประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ โดยการแปลงรูปแบบการบริหารจัดการระบบให้เป็นฟังก์ชันอิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา โดยต้องคำนึงถึงรูปแบบการใช้งานในการจัดการเรียนการสอน รวมถึงรายงานเอกสารที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการจัดการศึกษาให้มีความสะดวก รวดเร็ว และถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของชนิตาภา บุญประเสริฐ และสรเดช ครุฑจ้อน (2561), สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล และคณะ (2563), Wuttke & Henke (2009) และ Xin et al. (2018) [3, 5, 7] ที่ได้วิเคราะห์ว่าการบูรณาการระบบไอซีทีกับการบริหารจัดการรวมถึงการประเมินคุณภาพการศึกษาจะช่วยสร้างบรรยากาศ

และเพิ่มประสิทธิภาพการประเมินผลได้เป็นอย่างดี ซึ่งส่งผลให้เกิดการพัฒนาคุณภาพการศึกษาทุกระดับได้ในอนาคต ส่วนงานวิจัยของดร.ณิ ปัญจรตนากร และพงษ์ศักดิ์ ผกามาต (2563), พงษ์ศักดิ์ ผกามาต และคณะ (2564) [8-9] ได้กล่าวถึงกระบวนการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มที่ดีว่าการออกแบบและพัฒนากระบวนการเป็นการกำหนดคุณสมบัติ ลักษณะ และรูปแบบของระบบงานที่เหมาะสมกับองค์กร โดยจะเกี่ยวข้องกับการกำหนดคุณสมบัติทางเทคนิคซึ่งเป็นการนำระบบคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่ายมาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาของระบบงาน โดยการศึกษาหาวิธีการที่ดีเพื่อให้รู้วาระบบที่เหมาะสมที่จะทำให้องค์กรบรรลุตามวัตถุประสงค์จะมีรูปแบบเป็นอย่างไร นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับคำกล่าวของพงษ์ศักดิ์ ผกามาต และคณะ (2564), สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล และพงษ์ศักดิ์ ผกามาต (2564) [10-11] ที่ได้กล่าวถึงการออกแบบระบบและพัฒนาแพลตฟอร์มสมัยใหม่ว่าต้องมีการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้เพื่อให้สามารถสร้างฟังก์ชันการทำงานที่เหมาะสมกับสภาพงานจริง ทั้งนี้ก็เพื่อให้แพลตฟอร์มที่ได้มาสามารถตอบสนองต่อการใช้งานโดยสามารถสนับสนุนการปฏิบัติงานได้ครบทุกฟังก์ชัน

2. การออกแบบและพัฒนาระบบ

ผลการวิจัยที่พบว่าประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ดังนั้นการเลือกใช้รูปแบบวิธีการพัฒนามาตรฐานรวมถึงซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมสามารถสร้างแพลตฟอร์มที่มีคุณภาพได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพรทิพย์ วงศ์สินอุดม (2558) [12] ที่พบว่ากระบวนการออกแบบแพลตฟอร์มหรือแอปพลิเคชันที่ดีต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้เป็นสำคัญจึงจะสามารถสร้างและนำแพลตฟอร์มหรือแอปพลิเคชันนั้นไปใช้งานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนา นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับคำกล่าวของ Xin et al. (2018) และ Sedkaoui, S. and Khelifaoui, M. (2019) [7, 13] ที่ได้กล่าวถึงการออกแบบและพัฒนาระบบไอซีทีซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นงานใหญ่ของระบบไอซีทีที่กว่าได้ เนื่องจากกระบวนการนี้มีผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องด้วยเกือบจะทุกส่วนการออกแบบและพัฒนาจะมีกระบวนการในการปฏิบัติที่สลับซับซ้อน รวมถึงขอบเขตของงานที่หลากหลายครอบคลุมไปหลายส่วนงาน ดังนั้นจึงต้องอาศัยความสามารถของผู้เชี่ยวชาญในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งก็คือนักวิเคราะห์ระบบนั่นเอง การวิเคราะห์ระบบจะเป็นการศึกษาและวิเคราะห์ระบบที่เราสนใจ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาและแก้ปัญหาในระบุนั้น ๆ ให้สามารถดำรงอยู่ได้อย่างเป็นปกติและมีประสิทธิภาพ ในการวิเคราะห์จะต้องทำงานอย่างมีขั้นตอนและมีเหตุผล ในทางปฏิบัติการพัฒนาระบบนั้นอาจอาศัยแนวทางการค้นพบปัญหาที่มีอยู่และโอกาสในการแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ สำหรับการบริหารกระบวนการพัฒนาระบบงาน (Management of Implementation Process) ซึ่งเป็นการพัฒนาระบบงานใหม่จะต้องได้รับการบริหารจัดการอย่างมีระบบและระมัดระวัง ดังนั้นการพัฒนาระบบงานควรยึดถือรูปแบบอย่างเคร่งครัดเพื่อให้การบริหารกระบวนการพัฒนาเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ผู้ใช้ต้องเข้าใจและมั่นใจวาระบบงานใหม่ที่นำมาแทนที่สามารถทำให้เกิดการพัฒนาการดำเนินงานอย่างแท้จริงโดยไม่สร้างภาระให้กับผู้ใช้มากเกินไป

3. การทดสอบการใช้งานและประเมินผล

ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานครที่ออกแบบและพัฒนาใช้รูปแบบที่เหมาะสมเพื่อให้บริการข้อมูลสำหรับบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาสามารถใช้งานได้ง่าย สามารถประยุกต์เพื่อเพิ่มฟังก์ชันและข้อมูลบางอย่างให้สอดคล้องกับการใช้งานของผู้ใช้ทั้งในส่วนของครูผู้สอนและผู้เรียน รวมถึงการรองรับฟังก์ชันของส่วนการจัดการศึกษาในอนาคต การเปลี่ยนแปลงข้อมูลในระบบทำได้ง่าย แต่ควรปรับปรุงเรื่องของข้อมูล คือ ความชัดเจน ความครบถ้วน ความทันสมัย ความเป็นปัจจุบันของข้อมูล และการออกรายงานการเรียนการสอน การพัฒนารูปแบบของเว็บไซต์ให้รองรับการขยายตัวของข้อมูลการจัดการความรู้โดยการใช้ซอฟต์แวร์มาตรฐานและการบริหารจัดการการศึกษาในอนาคตได้ นอกจากนี้ ผู้เชี่ยวชาญกล่าวว่าแพลตฟอร์มมีส่วนช่วยให้บริหารจัดการเรียนการสอนในระดับศึกษามีประสิทธิภาพและความคล่องตัวเพิ่มขึ้น

สามารถเป็นต้นแบบ (Prototyping) ของการประยุกต์ใช้สำหรับการรองรับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ในปัจจุบัน เพราะแพลตฟอร์มถูกออกแบบมาให้มีความยืดหยุ่นสูงเพื่อให้รองรับการใช้งานในรูปแบบที่หลากหลาย โดยการเลือกใช้ฟังก์ชันอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ตามความเหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนระดับประถมศึกษา โดยสอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของชนิดาภา บุญประเสริฐ และสรเดช ครุฑจ้อน (2561), ดรฤณี ปัญญรัตน์ และพงษ์ศักดิ์ ผกามาต (2563), พงษ์ศักดิ์ ผกามาต และคณะ (2564) [3, 8, 10] ที่พบว่าวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความพึงพอใจของการใช้งานแพลตฟอร์มหรือแอปพลิเคชันจะช่วยประเมินผลการใช้งานแพลตฟอร์มหรือแอปพลิเคชันนั้นว่ามีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานเพื่อสนับสนุนการทำงานหรือการสร้างภาพลักษณ์ใหม่ให้กับองค์กรโดยต้องมีกระบวนการประเมินที่ถูกต้องตามหลักการระเบียบวิธีวิจัย

4. การปรับปรุงสมรรถนะของระบบ

ในการปรับปรุงระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานครให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นนั้นควรมีการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับ เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรแกนกลาง 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 รวมถึงหลักสูตรสถานศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้ได้ระบบตามรูปแบบของแพลตฟอร์มและระบบเครือข่ายที่มีมาตรฐานมากขึ้นในการพัฒนาระบบให้ตอบสนองต่อการใช้งานทุกฟังก์ชันเพื่อสร้างการเรียนรู้ที่ได้มาตรฐานสากล ผู้ออกแบบและดูแลระบบต้องเข้าใจการทำงานของระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เป็นอย่างดี ทั้งนี้เพื่อให้การพัฒนากระบวนการบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานครให้มากที่สุด มีข้อมูลไอซีทีที่เพียงพอ มีรูปแบบการเก็บข้อมูลไอซีทีที่เป็นมาตรฐาน มีการบริการและเผยแพร่ข้อมูลไอซีที การนำระบบไอซีทีไปใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด และรองรับการดำเนินงานประกันคุณภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชนิดาภา บุญประเสริฐ และสรเดช ครุฑจ้อน (2561), สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล และคณะ (2563), Wuttke & Henke (2009) และ Xin et al. (2018) [3, 5, 7] ที่พบว่าการพัฒนาารูปแบบของแอปพลิเคชันและระบบเครือข่ายที่มีมาตรฐานในการพัฒนาแอปพลิเคชันจะช่วยให้แอปพลิเคชันที่ออกแบบมาสามารถตอบสนองต่อการใช้งานตามที่กำหนดได้ทุกฟังก์ชัน ทั้งนี้ควรใช้หลักการวิจัยและพัฒนาระบบที่ได้มาตรฐานในการกำหนดขอบเขตการทำงานของแอปพลิเคชันโดยต้องคำนึงถึงการใช้งานของผู้ใช้ก่อนเป็นลำดับแรก อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของ Norleyza et al. (2015) [14] ที่พบว่าการปรับปรุงสมรรถนะของแอปพลิเคชันต้องกระทำอย่างต่อเนื่องเพื่อให้แอปพลิเคชันสามารถตอบสนองต่อการใช้งานและส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้งานของผู้ใช้อีกด้วย นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบไอซีที [15-19] ที่ได้ให้ข้อคิดเห็นในการพัฒนาแพลตฟอร์มที่ดีอีกว่าแพลตฟอร์มที่ดีจะต้องใช้ Data Usage เมื่อจำเป็นและคุ้มค่าที่สุดสำหรับผู้ใช้เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องเพราะการใช้ Data Usage ที่ไม่จำเป็นอาจทำให้ความเร็วในการเข้าถึงแพลตฟอร์มอาจมีปัญหาคือได้อินเตอร์เน็ตเมื่อข้อมูลในระบบมากขึ้น ดังนั้นต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานของระบบที่ออกแบบด้วยโดยเผื่อการทำงานไว้ล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 5 ปี เพื่อให้แพลตฟอร์มสามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้ในระยะยาว

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยการพัฒนากระบวนการบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร สามารถนำมาสรุปผลการวิจัยในประเด็นสำคัญตามวัตถุประสงค์และขั้นตอนการดำเนินการวิจัยได้ ดังนี้

1. การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ในภาพรวมผู้ใช้ต้องการแพลตฟอร์มนี้ร้อยละ 100 โดยมีระบบการบริหารจัดการและขั้นตอนการปฏิบัติงานด้านการจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาเป็นไปตามข้อกำหนดและระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาในระดับประถมศึกษา โดยหลักสูตรดำเนินการภายใต้กรอบของการบริหารรายวิชาตามห้วงระยะเวลาที่กำหนด ขั้นตอนการปฏิบัติงานดำเนินการตามลำดับ สามารถนำมาสรุปและอภิปรายผลการวิจัยในประเด็นสำคัญตามวัตถุประสงค์และขั้นตอนการดำเนินการวิจัยได้ ดังนี้ (1) การเปิดรายวิชา (2) การจัดครูผู้สอน (3) การศึกษารายละเอียดของรายวิชาที่จัดการเรียนการสอน (4) การจัดทำแผนการจัดการเรียนการสอน (5) การประเมินผลการเรียนและ (6) การแจ้งผลการเรียนและรายงานต่อผู้บริหารสถานศึกษา

การออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ควรใช้กระบวนการพัฒนาระบบมาตรฐานในการพัฒนาแพลตฟอร์ม การกำหนดขั้นตอนและวิธีปฏิบัติที่ชัดเจนเพื่อให้ได้มาซึ่งระบบที่สามารถตอบสนองต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาได้เต็มประสิทธิภาพ ดังนี้

1) องค์ประกอบของระบบไอซีทีเพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาจำแนกได้เป็น 2 ระบบ คือ e-Office และ e-Student ซึ่งระบบ e-Office จะให้บริการผู้ใช้ในส่วนของผู้บริหารสถานศึกษา และครูและบุคลากรทางการศึกษา ส่วนระบบ e-Student จะให้บริการการเรียนการสอนแก่นักเรียน และมีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ฟังก์ชันการทำงานอิเล็กทรอนิกส์ (e-Function) ในส่วนของระบบ e-Office จะมีฟังก์ชันการทำงานหลัก 5 ส่วน ได้แก่ (1) e-Administration Management, (2) e-Academic Affair, (3) e-Research and Innovation, (4) e-Planning and Quality Assurance และ (5) e-Student Affair ส่วนฟังก์ชันการทำงานรองของระบบ e-Office ในส่วนการทำงานของผู้บริหารฝ่ายต่าง ๆ สามารถแบ่งย่อยออกเป็นฟังก์ชันการทำงานสนับสนุน ได้แก่ (1) e-QM (Quality Manual), (2) e-FR (Forms), (3) e-WP (Work Procedure), (4) e-SD (Supporting Document) และ (5) e-DB (Debate) เป็นต้น

2) การกำหนดองค์ประกอบฟังก์ชันการทำงานดังที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา จะสามารถนำไปออกแบบระบบการทำงานจริงในส่วนของกรออกแบบฐานข้อมูลของระบบ e-School ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาต่อไป ส่วนกระบวนการในการออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูลควรใช้วิธีการมาตรฐานของ DBLC เพื่อให้การใช้งานมีประสิทธิภาพ

3) แนวทางในการพัฒนาระบบไอซีทีสำหรับการพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ควรกำหนดโครงสร้างการทำงานที่เกี่ยวข้องกับงานการจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาอย่างชัดเจน การพัฒนารูปแบบและวิธีการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับข้อกำหนดและระเบียบของกระทรวงศึกษาธิการที่เหมาะสม

ทั้งนี้ได้กำหนดแนวทางการพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย (1) ควรมีนโยบายแผนการดำเนินงาน และการปฏิบัติงานจริงอย่างชัดเจนและต่อเนื่อง (2) ควรจัดหาอุปกรณ์ เครื่องมือ รวมถึงโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพเพื่อสนับสนุนและรองรับการบริหารระบบจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาให้มีประสิทธิภาพ (3) จัดทำและวางแผนงานงบประมาณให้สอดคล้องและเหมาะสมกับการจัดทำระบบ (4) ประชาสัมพันธ์และรณรงค์ให้ครูบุคลากรทุกคนเห็นความสำคัญและเข้าใจถึงประโยชน์ของการใช้งาน

แพลตฟอร์มและระบบไอซีทีเพื่อการศึกษา (5) จัดอบรมครูบุคลากรให้เข้าใจและใช้งานแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอน และการเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านวิชาการได้เป็นอย่างดี (6) ควรมีหน่วยงานกลางในการประสานงาน ให้คำปรึกษา/แนะนำการใช้งานให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง และ (7) มีการจัดทำประเมินผลการใช้งานเพื่อค้นพบปัญหาและหาแนวทางแก้ไข

2. การออกแบบและพัฒนาระบบ

จากการใช้กระบวนการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มของฐานข้อมูลใช้วิธีการมาตรฐานของ DBLC โดยอาศัย LMS Modules และ LMS Objects เวอร์ชันปัจจุบัน รวมถึงการใช้โปรแกรมพัฒนา e-Learning ต่าง ๆ จะเป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับผู้ใช้ระบบเพื่อให้การใช้งานสามารถตอบสนองต่อความต้องการและสนับสนุนการพัฒนา ระบบงานสำหรับการศึกษาระดับชั้นพื้นฐานที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งกระบวนการ DBLC ประกอบด้วย ขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ (1) การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis), (2) การออกแบบระบบ (System Design), (3) การดำเนินการระบบ (System Implementation), (4) การติดตั้งระบบ (System Installation), (5) การนำไปใช้และประเมินผล (System Operation and Evaluation) และ (6) การบำรุงรักษาและปรับปรุงระบบ (System Maintenance and Evolution) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานครนี้ให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้เป็นอย่างดีและสอดคล้องกับสถานการณ์ทางการศึกษาในยุคปัจจุบัน ซึ่งพิจารณาได้จากผลการทดสอบการใช้งานและประเมินผลในขั้นตอนที่ 3 ที่จะกล่าวถึงในลำดับถัดไป

3. การทดสอบการใช้งานและประเมินผล

จากผลการศึกษาวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความพึงพอใจของการใช้งานระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร สามารถสรุปได้ว่า

1) การใช้งานระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานครในภาพรวมมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.76$, S.D.=0.72) แสดงว่าระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานครที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการใช้งานเป็นเครื่องมือสำหรับบริหารจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา สำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานครได้เป็นอย่างดี

2) ความพึงพอใจโดยรวมของการใช้งานระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานครอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.93$, S.D.=0.74) แสดงว่าผู้ใช้ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร มีความพึงพอใจในการใช้งานระบบนี้ในระดับที่น่าพอใจ เนื่องจากระบบนี้สามารถตอบสนองต่อการบริหารจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นสรุปได้ว่า ระบบที่ออกแบบและพัฒนาในรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อบริหารจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาสำหรับโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร สามารถใช้งานได้ง่าย และสามารถประยุกต์เพื่อเพิ่มฟังก์ชันและข้อมูลบางอย่างให้สอดคล้องกับการใช้งานของผู้ใช้ทั้งในส่วนของผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน บุคลากรทางการศึกษาและนักเรียน รวมถึงการรองรับฟังก์ชันของการจัดการศึกษาในอนาคต การเปลี่ยนแปลงข้อมูลในระบบทำได้ง่ายและสะดวก แต่ควรปรับปรุงเรื่องของข้อมูล นั่นคือ ความชัดเจน ความครบถ้วน ความทันสมัย ความเป็นปัจจุบันของข้อมูล และการออกรายงานการเรียนการสอน

การพัฒนารูปแบบของเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันให้รองรับการขยายตัวของข้อมูลการจัดการความรู้โดยการใช้ซอฟต์แวร์มาตรฐานและการบริหารจัดการสถานศึกษาในอนาคตได้

4. การปรับปรุงสมรรถนะของระบบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่าระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติดังนี้

1) เป็นระบบเพื่อบริหารจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาที่สามารถทำการบันทึก เพิ่มเติม แก้ไข การประมวลผล การออกรายงาน และลบข้อมูลของผู้ใช้ได้ด้วยตนเอง

2) เป็นระบบที่เป็นระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถจัดเก็บข้อมูลและสามารถติดต่อกับผู้ใช้ได้สะดวก รวดเร็ว และใช้งานง่าย

3) เป็นระบบเพื่อบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาที่สามารถสืบค้นข้อมูลการศึกษา เอกสาร และการจัดเรียงข้อมูลได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง

4) เป็นระบบเพื่อบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาที่สามารถออกรายงานทั้งที่หน้าจอ และการรายงานทางเครื่องพิมพ์ได้สะดวก

5) เป็นระบบเพื่อบริหารจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาที่มีระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูลโดยเป็นแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นใหม่จะต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยโดยใช้รหัสผ่าน

6) ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาที่มีความเคลื่อนไหวทางด้านข้อมูลและความรู้ใหม่อย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงในโลกดิจิทัล

จากเนื้อหาที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถสรุปเพิ่มเติมได้ว่า การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร จากการใช้ระเบียบวิธีวิจัยตามที่คณะผู้วิจัยนำมาใช้สามารถออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ได้จริง ระบบที่นำเสนอสามารถบริหารจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา มีการทดสอบประสิทธิภาพ และความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบทั้งในส่วนผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียน และผู้มีส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยเห็นว่าประสิทธิภาพและความพึงพอใจของการใช้งานแพลตฟอร์มโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าระบบบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ตามรูปแบบที่พัฒนาจะใช้เป็นเครื่องมือต้นแบบของการบริหารจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาและควรมีการพัฒนาเพื่อปรับใช้ในสภาพการณ์จริงในทางปฏิบัติอย่างเป็นระบบต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยและตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). *แนวทางการกระจายอำนาจการบริการและการจัดการศึกษาให้คณะกรรมการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาและสถานศึกษา ตามกฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการกระจายอำนาจการบริหารและการจัดการศึกษา พ.ศ. 2550*. หน้า 33. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

- [2] กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- [3] ชณิดามา บุญประสม, และสรเดช ครุฑจ้อน. (2561). การวิเคราะห์ระบบบริหารการจัดการเรียนรู้บนเทคโนโลยีคลาวด์ในรูปแบบการให้บริการซอฟต์แวร์. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ และสิ่งประดิษฐ์ ครั้งที่ 2*. ประจำปี พ.ศ. 2561, 273-284.
- [4] Davenport, T., and Michelman, P. (2018). *Management on the Cutting Edge*. pp. 3-10. New York: The MIT Press.
- [5] สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ดรุณี ปัญจรัตนกร, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ. (2563). การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนการศึกษาทางเลือกสำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับมัธยมศึกษา. ใน *การประชุมทางวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานและนวัตกรรมทางวิชาการของผู้บริหาร ครู และบุคลากรทางการศึกษา (สคปศ. วิชาการ ครั้งที่ 1)*. 3 สิงหาคม 2563. หน้า 55-56. นครปฐม: สคปศ.
- [6] สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ปรานทิพย์ เสยกระโทก, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ. (2564). การพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนการสอนออนไลน์เกี่ยวกับการบัญชีการเงินโดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับผู้เรียนระดับปริญญาตรีคณะบริหารธุรกิจ. ใน *การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564*. สมาคมเครือข่ายการพัฒนาวิชาชีพอาจารย์ และองค์กรระดับอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย (ควอท), 25-26 มีนาคม 2564. หน้า 187-197. กรุงเทพฯ: ควอท.
- [7] Xin, Y., Zuo, X., and Huang, Q. (2018). Research on the Construction of Seamless Learning Platform Based on Open Education. *Asian Association of Open Universities Journal*. 13(1): 88-99.
- [8] ดรุณี ปัญจรัตนกร, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ. (2563). การพัฒนาเพื่อสนับสนุนการจัดการความรู้เกี่ยวกับระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา. ใน *การประชุมทางวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานและนวัตกรรมทางวิชาการของผู้บริหาร ครู และบุคลากรทางการศึกษา (สคปศ. วิชาการ ครั้งที่ 1)*. 3 สิงหาคม 2563. หน้า 58-59. นครปฐม: สคปศ.
- [9] พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ, ดรุณี ปัญจรัตนกร, สำเร็จ อ่อนสัมพันธ์, สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ฤทธิเดช พรหมดี, และวิรัช เจริญเชื้อ. (2564). การพัฒนาโมดูลการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับระบบไอซีทีและนวัตกรรมเพื่อการบริหารการศึกษา. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติพะเยาวิจัย ครั้งที่ 10*. 25-28 มกราคม 2564. หน้า 3529-3544. พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา.
- [10] พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ, สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ดรุณี ปัญจรัตนกร, และชจรศักดิ์ ศิริมัย. (2564). การพัฒนาแพลตฟอร์มระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์รายวิชาการฝึกปฏิบัติการวิชาชีพการบริหารการศึกษาสำหรับบัณฑิตศึกษาสาขาวิชานวัตกรรมการบริหารการศึกษา. ใน *การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2564*. สมาคมเครือข่ายการพัฒนาวิชาชีพอาจารย์และองค์กรระดับอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย (ควอท), 25-26 มีนาคม 2564. หน้า 155-166. กรุงเทพฯ: ควอท.
- [11] สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ. (2564). การพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนการสอนออนไลน์เกี่ยวกับกฎหมายธุรกิจโดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบใช้กิจกรรมเป็นฐานสำหรับผู้เรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. ใน *การประชุมทางวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานและนวัตกรรมทางวิชาการของผู้บริหาร ครู และบุคลากรทางการศึกษา (สคปศ. วิชาการ ครั้งที่ 2)*. 22 มิถุนายน 2564. นครปฐม: สคปศ.

- [12] พรทิพย์ วงศ์สินอุดม. (2558). การพัฒนาแอปพลิเคชันบทเรียนบนคอมพิวเตอร์พกพา ร่วมกับการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [13] Sedkaoui, S., and Khelfaoui, M. (2019). Understand, Develop and Enhance the Learning Process with Big Data. *Information Discovery and Delivery*. 47(1), 2-16.
- [14] Norleyza Jailani, Zuraidah Abdullah, and Marini Abu Bakar. (2015). *Usability Guidelines for Developing Mobile Application in the Construction Industry*. Software Technology and Management Research Centre, Faculty of Information Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- [15] Cheng, Y.-M. (2020). Students' Satisfaction and Continuance Intention of the Cloud-Based e-Learning System: Roles of Interactivity and Course Quality Factors. *Education + Training*. 62(9), 1037-1059.
- [16] Kant, N., Prasad, K.D., and Anjali, K. (2021). Selecting an Appropriate Learning Management System in Open and Distance Learning: a Strategic Approach. *Asian Association of Open Universities Journal*. 16(1), 79-97.
- [17] Chen, W., Tang, X., and Mou, T. (2019). Course Design and Teaching Practice in STEAM Education at Distance via an Interactive E-learning Platform: A Case Study. *Asian Association of Open Universities Journal*. 14(2), 122-133.
- [18] Ukhov, P.A. Borshchenko, D.A. Kabanov, D.D. Bergen, M.E., and Ryapukhin, A.V. (2021). Customization of Open-Source Solutions on the Example of the LMS Moodle Distance Learning Platform. *Journal of Physics: Conference Series*. 1889(2021), 1-8.
- [19] Rajabion, L., Wakil, K., Badfar, A., Nazif, M., and Ehsani, A. (2019). A New Model for Evaluating the Effect of Cloud Computing on the E-learning Development. *Journal of Workplace Learning*. 31(5), 324-344.

RANC15-029 การออกแบบอนุพันธ์คูมารินชนิดใหม่เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ แองจิโอเทนซิน-คอนเวอร์ติง (เอซีอี)

DESIGN OF NOVEL COUMARIN DERIVATIVES AS ANGIOTENSIN-CONVERTING ENZYME (ACE) INHIBITOR

กิงกาญจน์ มาตย์วังแสง ปิยาภรณ์ อรุณศิริโรจน์ โยธิน พวกสันเทียะ พรทิพย์ บุญศรี
*Kingkan Matwangsang, Piyaporn Arunkirrote, Yothin Phuaksunthia, Pornthip Boonsri**

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

**Corresponding author, E-mail: pornthipb@g.swu.ac.th*

บทคัดย่อ

โรคความดันโลหิตสูงเกิดจากการทำงานของเรนิน ที่ส่งผลให้ Angiotensinogen เปลี่ยนเป็น Angiotensin I จากนั้นจะเปลี่ยน Angiotensin I ให้เป็น Angiotensin II ทำให้หลอดเลือดตีบและเพิ่มความดันโลหิตโดยอาศัย Angiotensin Converting Enzyme (ACE) ด้วยสาเหตุนี้ยา Angiotensin Converting Enzyme inhibitor (ACEIs) จึงกลายเป็นหนึ่งในตัวยาที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เช่น lisinopril แต่ยากลุ่มนี้มีผลทำให้เกิดอาการข้างเคียงได้ เมื่อใช้เป็นระยะเวลานาน จึงสนใจนำคูมาริน ซึ่งเป็นสารธรรมชาติและมีฤทธิ์ทางชีวภาพหลากหลาย เช่น เป็นยาป้องกันการแข็งตัวของเลือด รักษาโรคมะเร็ง ต้านแบคทีเรีย และสามารถยับยั้ง ACE ได้ งานวิจัยนี้จึงออกแบบอนุพันธ์คูมารินมาปรับใช้ในการเป็นตัวยับยั้ง จำนวน 15 โครงสร้าง ทำการศึกษาค่าพลังงานการจับ (binding energy) และอันตรกิริยา (interaction) ที่เกิดขึ้นระหว่างอนุพันธ์ที่สนใจกับ ACE ด้วยระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ดอกกิ้ง แล้วศึกษาคุณสมบัติความเป็นยาและคุณสมบัติทางเภสัชจลนศาสตร์ (ADME) ของอนุพันธ์ ผลพบว่าอนุพันธ์คูมาริน B ที่มีหมู่แทนที่แตกต่างกันให้ค่าพลังงานการจับที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอยู่ในช่วง -8.26 ถึง -11.01 kcal/mol ซึ่งให้ค่าที่ดีกว่า lisinopril ที่เป็นตัวยาเดิม แสดงความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาการวางตัวของอนุพันธ์ทั้งหมด พบว่าเกิดอันตรกิริยาที่สำคัญในโพรงการจับของ ACE บริเวณ S1 นั่นคือ กรดอะมิโน Ala354 Glu384 Tyr523 บริเวณ S2' กรดอะมิโน Gln281 Lys511 His353 His513 Tyr520 และ Zn701 อีกทั้งอนุพันธ์คูมารินทุกตัวผ่านคุณสมบัติความเป็นยา และโดยส่วนใหญ่ผ่านคุณสมบัติทางเภสัชจลนศาสตร์ ทำให้ได้ว่าอนุพันธ์คูมารินนี้เหมาะสมที่จะพัฒนาไปเป็นโมเลกุลต้นแบบ หรือยับยั้งเอนไซม์ ACE ในอนาคตได้

คำสำคัญ: โมเลกุลาร์ดอกกิ้ง เอนไซม์แองจิโอเทนซิน-คอนเวอร์ติง (เอซีอี) คูมาริน คุณสมบัติทางเภสัชจลนศาสตร์

Abstract

Renin acts to cleave angiotensinogen into angiotensin I which represents a precursor for angiotensin II. The conversion of angiotensin I to angiotensin II is catalyzed by an enzyme called angiotensin-converting enzyme (ACE), it has increased blood pressure by causing constriction of the blood vessels. ACE inhibitors become one of the most commonly used drugs for hypertension such as Lisinopril, but side effects can occur when used for a long time. Coumarin, a natural substance found in many plants, has been shown to possess as an anticoagulant, anticancer, antibacterial, and ACE inhibitor. In the present work, we are interested in designing new coumarin derivatives as the anti-ACE agent, coumarin B (15 structures). Then, binding energies and interactions between coumarin derivatives and ACE were investigated by using molecular docking. The obtained results exhibited that all the designed compounds showed between -8.26 to -11.01 kcal/mol which is better than the reference drug lisinopril. In addition, the effect of different aromatic ring substituents was not significantly different in the binding affinity. Interestingly, coumarin derivatives interacted with key residues located at S1 pocket via Ala354 Glu384 Tyr523 residues and S2' pocket via Gln281 Lys511 His353 His513 Tyr520 and Zn701 residues. Furthermore, in silico study confirmed that all designed compounds pass the drug-likeness properties. Finally, the ADME profile indicated that most of the coumarin derivatives could be proposed as the lead molecule for ACE inhibitors.

Keywords: Molecular Docking, Angiotensin Converting Enzyme (ACE), Coumarin, ADME

บทนำ

โรคความดันโลหิตสูง เป็นหนึ่งในสาเหตุสำคัญที่ทำให้ประชากรทั่วโลกเสียชีวิตก่อนวัยอันควร และเป็นปัญหาที่มีความรุนแรงมากขึ้น จากข้อมูลองค์การอนามัยโลก [1] พบว่า มีผู้ที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูงถึง 1.13 พันล้านคน คิดเป็น 1 ใน 4 ของผู้ชาย และ 1 ใน 5 ของผู้หญิง ผู้ป่วยหลายคนจะไม่มีสัญญาณเตือนหรืออาการแสดงให้เห็น หากปล่อยทิ้งไว้อาจทำให้เกิดอาการเจ็บหน้าอกถาวรหรือที่เรียกว่า โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ หัวใจวาย หัวใจล้มเหลว และหัวใจเต้นผิดปกติ ซึ่งอาจนำไปสู่การเสียชีวิตอย่างกะทันหันได้ โดยปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง พบว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบ Renin Angiotensin Aldosterone (RAAS) ซึ่งเป็นระบบที่ทำหน้าที่ในการควบคุมความดันโลหิตของร่างกาย ซึ่งไตจะปล่อยเอนไซม์ที่เรียกว่า เรนิน (Renin) เพื่อตอบสนองต่อปริมาณเลือดต่ำ ระดับเกลือ (โซเดียม) ต่ำ หรือระดับโพแทสเซียมสูง ซึ่งเรนินมีผลทำให้ Angiotensinogen เปลี่ยนเป็น Angiotensin I จากนั้นจะเปลี่ยน Angiotensin I ให้เป็น Angiotensin II มีหน้าที่ทำให้หลอดเลือดตีบและเพิ่มความดันโลหิต โดยอาศัย Angiotensin Converting Enzyme (ACE) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในร่างกาย (in vivo) นั้นเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกระตุ้นให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง [2]

ปัจจุบันมีกลุ่มยาที่สามารถรักษาโรคความดันโลหิตได้หลากหลาย เช่น Angiotensin-Converting Enzyme Inhibitors (ACEIs) และ Angiotensin Receptor Blockers (ARBs) โดยกลุ่มยา ACEIs ได้แก่ Benazepril, Captopril, Enalapril, Lisinopril และ Perindopril โดยพบว่ากลุ่มยา ACEIs สามารถยับยั้งขบวนการเปลี่ยน Angiotensin I ไปเป็น Angiotensin II และมีผลยับยั้งการสลายตัวของ bradykinin ทำให้หลอดเลือดขยายตัว แต่ใน

ขณะเดียวกันระดับ bradykinin ที่เพิ่มขึ้นก่อให้เกิดผลข้างเคียง คือ อาการไอแห้ง ปวดหัว เวียนศีรษะ เป็นลม อ่อนเพลีย ไม่มีแรงอาการข้างเคียงที่เกิดขึ้นอาจทำให้เกิดการอุดตันทางเดินหายใจ และอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ [3] ในการศึกษาครั้งนี้จึงเล็งเห็นความสำคัญที่จะนำอนุพันธ์คูมารินมาเป็นแนวทางการออกแบบยาเพื่อยับยั้งโรค ความดันโลหิต ซึ่งมีความแรงในการออกฤทธิ์ที่สูงขึ้น และมีประสิทธิภาพทั้งในการรักษาอาการ ตลอดจนมีการ รักษาอาการข้างเคียงที่เกิดขึ้นอีกด้วย โดยมุ่งหวังให้สารใหม่ที่เกิดขึ้นสามารถเข้าจับกับโปรตีนโปรตีนบริเวณ active site ให้สามารถออกฤทธิ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากคูมารินเป็นสารผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติมีฤทธิ์ ทางชีวภาพที่หลากหลาย เช่น การลดความดันโลหิต การรวมตัวของยาด้านเกล็ดเลือด ป้องกันระบบประสาท เพิ่ม ความจำ ด้านความจำเสื่อม การต่อต้านอนุมูลอิสระ ด้านการอักเสบ มีฤทธิ์ต้านเบาหวาน และโรคอัลไซเมอร์ โดย ที่ความพิเศษของการใช้สารกลุ่มคูมาริน ส่วนใหญ่สารกลุ่มนี้จะไม่มีผลข้างเคียงที่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย จึงมี นักวิจัยสนใจในการพัฒนาโมเลกุลยาชนิดใหม่ที่เกิดจากคูมาริน และให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ ACE ใน การรักษาโรคความดันโลหิตสูงได้ ในปี 2019 มีนักวิจัยได้ทำการสกัดอนุพันธ์คูมารินจาก *Angelica decursiva* จำนวน 16 โมเลกุล พบว่ามีอนุพันธ์คูมาริน 3 โมเลกุลมีประสิทธิภาพยับยั้ง ACE ได้ [4]

เคมีคอมพิวเตอร์เป็นเทคนิค หรือการศึกษาที่เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการออกแบบและพัฒนา ยา โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการคำนวณและออกแบบโมเลกุลของอนุพันธ์คูมารินชนิดใหม่ ก่อนทำการทดลองจริง แล้ว นำผลจากการศึกษามาเป็นแนวทางในการพัฒนาที่ดีขึ้น และนำสู่การทดลองจริงในห้องปฏิบัติการ ซึ่งบ่อยครั้งการ ทดลองจริงมีข้อจำกัดหลาย ๆ อย่างทั้งอุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือบางอย่าง เคมีคอมพิวเตอร์จึงเป็นทางเลือก ที่ดีทางหนึ่งในการนำมาประยุกต์ใช้ อีกทั้ง เคมีคอมพิวเตอร์ยังสามารถใช้ในภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะ อุตสาหกรรมด้านยา [5] ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีการคำนวณทางโมเลกุลาร์ดีคกิ้ง (molecular docking) มาใช้ในการศึกษา โดยมุ่งหวังให้โมเลกุลใหม่มีคุณสมบัติที่มีค่าพลังงานการจับที่ดี สามารถยับยั้งการ ทำงานของเอนไซม์ ACE ได้ดีกว่าโครงสร้างเดิมที่ได้จากธนาคารข้อมูลโครงสร้างของโปรตีน (Protein Data Bank: PDB) หรือที่ได้จากการทดลอง จากนั้นทำการหาอันตรกิริยาที่สำคัญที่เกิดขึ้นระหว่างตัวยับยั้งที่มีอยู่เดิม หรือตัวยับยั้งอนุพันธ์คูมารินชนิดใหม่กับกรดอะมิโนที่อยู่ในบริเวณโพรงการจับของเอนไซม์ ACE แล้วนำข้อมูลที่ได้ มาเป็นข้อมูลสำคัญที่จะใช้อธิบาย และทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกในการยับยั้งเอนไซม์ ACE ต่อการก่อ โรคความดันโลหิตสูง จากนั้นนำโครงสร้างที่สนใจมาทำการสังเคราะห์เพื่อพัฒนาไปเป็นโมเลกุลต้นแบบในการ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACE ที่มีประสิทธิภาพ (ไม่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

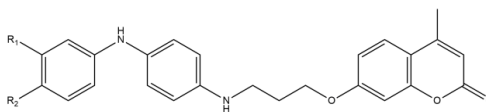
1. ออกแบบอนุพันธ์คูมารินชนิดใหม่เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACE อย่างน้อย 15 โครงสร้าง แล้วหาโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุด
2. ศึกษาผลของตำแหน่งของหมู่แทนที่ (R) ที่วงเบนซีนต่อประสิทธิภาพในการจับกับเอนไซม์ โดยนำ โครงสร้างหลักมาเพิ่มที่ตำแหน่ง ออโท เมตา และพารา
3. ศึกษาผลของการปรับเปลี่ยนหมู่แทนที่ (R) ที่เป็นหมู่ดึง/หมู่ให้อิเล็กตรอน ที่มีผลต่อประสิทธิภาพใน การจับกับเอนไซม์
4. ศึกษาความเสถียรของอนุพันธ์คูมารินชนิดใหม่ที่ออกแบบ ด้วยระเบียบวิธีทางคอมพิวเตอร์
5. คำนวณหาพลังงานการจับและอันตรกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างโมเลกุลที่ออกแบบต่อเอนไซม์ ACE ด้วย โมเลกุลาร์ดีคกิ้ง
6. ทำนายคุณสมบัติเสมือนยา (Lipinski's rule of five) และคุณสมบัติทางเภสัชจลนศาสตร์ (ADME) ของอนุพันธ์ ที่ออกแบบทุกโครงสร้าง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

- 1.1. ทบทวนบทความหรืองานวิจัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของคูมารินและกลุ่มยา ACEIs
 - 1.2. ศึกษาการเกิดอันตรกิริยาระหว่างเอนไซม์ ACE และตัวยา Lisinopril ที่เป็นตัวยาดั้งเดิมด้วยระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ต็อกกิงด้วยโปรแกรม AutoDock 4.2 [6]
 - 1.3. ออกแบบโมเลกุลใหม่ที่มีคุณสมบัติเป็นตัวยับยั้งที่ดีจากอนุพันธ์คูมาริน
 - 1.4. ศึกษาระเบียบวิธีการคำนวณทางเคมีคอมพิวเตอร์มาโดยใช้โปรแกรม Gaussian view [7] เพื่อออกแบบโครงสร้างสามมิติ และคำนวณหาโครงสร้างที่เสถียรของโมเลกุลโดยทำการ optimize ด้วยระเบียบวิธี B3LYP/6-31G (d,p) ด้วยโปรแกรม Gaussian 09 [8]
 - 1.5. ศึกษาการเกิดอันตรกิริยาระหว่างลิแกนด์กับกรดอะมิโนที่มีค่าพลังงานการจับที่ดีเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ ACE ได้ดีกว่า หรือเทียบเท่าตัวยาดั้งเดิม ด้วยระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ต็อกกิง
 - 1.6. ศึกษาการเกิดอันตรกิริยาระหว่างกรดอะมิโนของเอนไซม์ ACE กับโมเลกุลที่ออกแบบเพื่อให้มีบริเวณโพรงการจับในโครงสร้างโปรตีนที่ตำแหน่งเดียวกับตัวยาดั้งเดิม ด้วยโปรแกรม Discovery Studio 4.0 Client (www.accelrys.com)
 - 1.7. ศึกษาคุณสมบัติเสมือนยาตามกฎลิพินสกี เพื่อยืนยันว่าโมเลกุลที่ออกแบบสามารถพัฒนาไปเป็นยาได้ โดยใช้เว็บไซต์ Swiss ADME [9] ซึ่งประกอบด้วย
 - 1.7.1 ค่า MLogP ควรจะน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5
 - 1.7.2 น้ำหนักโมเลกุลของสาร (Molecular Weight) ควรจะน้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 g/mol
 - 1.7.3 ตัวให้พันธะไฮโดรเจน (Hydrogen Bond Donors) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5
 - 1.7.4 ตัวรับพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen Bond Acceptors) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10
 - 1.7.5 พันธะหมุนได้ (Rotatable Bond) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10
 - 1.8. ศึกษาคุณสมบัติของโมเลกุลที่ออกแบบในการพัฒนาเป็นยาทางเภสัชจลศาสตร์ (ADME) โดยใช้เว็บไซต์ Swiss ADME ซึ่งประกอบด้วย
 - 1.8.1 คุณสมบัติการดูดซึมทางระบบทางเดินอาหาร (gastrointestinal absorption; GI)
 - 1.8.2 คุณสมบัติการดูดซึมเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง (Blood-brain barrier; BBB)
 - 1.8.3 ความมีขั้วที่ของสาร (Topological Polar Surface Area; TPSA) น้อยกว่า 140 Å²
 - 1.8.4 คุณสมบัติการละลายน้ำ (Log S) อยู่ในช่วง -5 ถึง 1
 - 1.8.5 ปริมาณสารที่เข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิต (Bioavailability Score) มากกว่า 0.5
- ### 2. โมเลกุลาร์ต็อกกิง
- ขั้นตอนการทำโมเลกุลาร์ต็อกกิงจำเป็นต้องทำการหาโครงสร้างของโปรตีนเป้าหมาย โดยทั่วไปจะดาวน์โหลดจากธนาคารฐานข้อมูลโครงสร้างของโปรตีน (RCSB Protein Data Bank) สำหรับหลักในการเลือกหัดโครงสร้างโปรตีน คือ ควรมีลิแกนด์ดั้งเดิมอยู่เพื่อสะดวกในการวิเคราะห์โพรงการจับ เป็น Homo Sapiens และควรมีค่า Resolution ไม่เกิน 2 Å ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้หัดโครงสร้างโปรตีน 1O86 หลังจากนั้นจะแยกโครงสร้างดังกล่าวออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของรีเซปเตอร์ ในที่นี้คือเอนไซม์ ACE และอีกส่วนหนึ่งคือ ส่วนของลิแกนด์ในที่นี้คือ lisinopril
- ### 3. แนวทางการออกแบบโครงสร้างให้มีประสิทธิภาพ
- 3.1 ศึกษาผลของตำแหน่งของหมู่แทนที่ (R) ที่วงเบนซีนต่อประสิทธิภาพในการจับกับเอนไซม์ โดยนำโครงสร้างหลักมาเพิ่มที่ตำแหน่ง meta และ para

3.2 ศึกษาผลของการปรับเปลี่ยนหมู่แทนที่ (R) ที่เป็นหมู่ตั้ง/หมู่ให้อิเล็กตรอน ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการยึดจับกับเอนไซม์



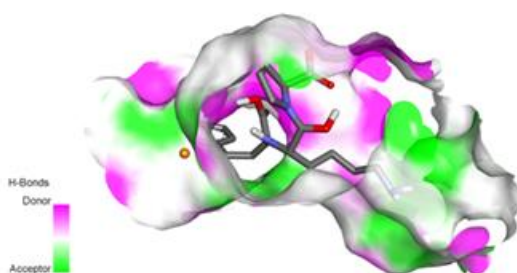
ภาพที่ 1 การออกแบบอนุพันธ์คูมารินชนิดใหม่เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACE

ผลการวิจัย

จากการออกแบบและสังเคราะห์โมเลกุลที่เกิดจากอนุพันธ์คูมารินชนิดใหม่เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ ACE ที่ดี ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญก่อให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง ดังนั้น การรายงานผลและการอภิปรายผล แบ่งออกเป็นดังนี้

1. การวิเคราะห์โพรงการจับในบริเวณเร่ง (Active site) ของเอนไซม์ ACE

จากงานวิจัยของ Cushman และ Ondetti [10] ได้มีการพัฒนาโครงสร้างต้นแบบสองมิติของบริเวณเร่งเอนไซม์ ACE โดยใช้ catalytic center corresponding ซึ่งสอดคล้องกับ carboxypeptidase A บริเวณโพรงการจับ S1, S1' และ S2' ทำหน้าที่เป็นเอนไซม์ที่มีความสามารถในการทำปฏิกิริยากับลิแกนด์ที่เหมาะสม ขณะที่ Zn^{2+} อยู่ระหว่าง S1 และ S1' และประจุบวกเกิดขึ้นที่ปลาย C และเมื่อพิจารณาโพรงการจับในบริเวณเร่งของเอนไซม์ ACE กับตัวยา Lisinopril พบว่ามีลักษณะของโพรงเป็นท่อยาว ๆ ที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับลิแกนด์ได้ โดยบริเวณ S1 วงอะโรมาติกของลิแกนด์สามารถที่จะเกิดพันธะแบบ Hydrophobic กับกรดอะมิโนที่ไม่มีขั้วที่แสดงพื้นผิวสีขาวของเอนไซม์ได้ บริเวณ S1' ปลายหมู่เอมีนของลิแกนด์สามารถเกิด Hydrogen Bond Donors ได้กับกรดอะมิโนที่แสดงพื้นผิวสีเขียว และในบริเวณ S2' ที่หมู่คาร์บอกซิลิกของลิแกนด์มีอะตอมออกซิเจนที่สามารถเกิด Hydrogen Bond Acceptors ได้กับกรดอะมิโนที่แสดงพื้นผิวสีชมพู (ภาพประกอบ 2) โดยการเกิดอันตรกิริยาที่บริเวณเร่งนี้ สามารถนำมาพิจารณาเลือกอนุพันธ์คูมารินที่มีประสิทธิภาพในการยึดจับกับเอนไซม์ในงานวิจัยนี้ได้

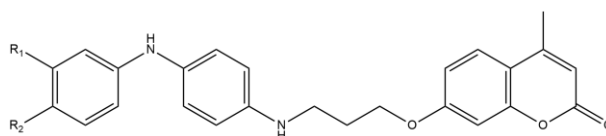


ภาพที่ 2 โพรงการจับในบริเวณเร่ง (Active site) ของเอนไซม์ ACE กับตัวยา Lisinopril (บริเวณพื้นผิวสีขาวแสดงถึงกรดอะมิโนที่ไม่มีขั้ว พื้นผิวสีชมพูแสดงกรดอะมิโนผู้ให้ และพื้นผิวสีเขียวแสดงกรดอะมิโนผู้รับพันธะไฮโดรเจน)

2.การคำนวณค่าพลังงานการจับ (Binding Energy)

การคำนวณค่าพลังงานการจับ (Binding Energy) ระหว่างอนุพันธ์คูมารินชนิดใหม่ที่ยกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพต่อการยึดจับในบริเวณเร่งของเอนไซม์ ACE โดยศึกษาหมู่แทนที่ที่ตำแหน่ง meta หรือ para บนวงอะโรมาติก ศึกษาหมู่ดึง หรือหมู่ให้อิเล็กตรอน และศึกษาความเป็น Hydrophobic จากการเพิ่มวงอะโรมาติกเข้ามา โดยการออกแบบมีทั้งหมด 15 โครงสร้าง B1-B15 ดังตาราง 1

ตารางที่ 1 ค่า Binding Energy (kcal/mol) ระหว่างอนุพันธ์คูมารินกลุ่ม B กับเอนไซม์ ACE ด้วยโมเลกุลาร์ด็อกกิ่ง



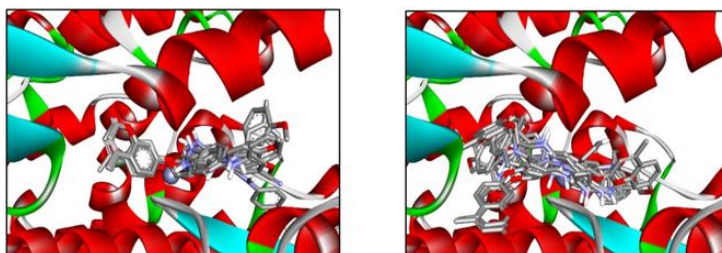
Compound	R ₁ meta	R ₂ para	Binding Energy (kcal/mol)
Lisinopril	-	-	-7.97
B1	H	H	-9.40
B2	CH ₃	H	-10.10
B3	H	CH ₃	-9.46
B4	NH ₂	H	-9.61
B5	H	NH ₂	-9.18
B6	OCH ₃	H	-9.98
B7	H	OCH ₃	-9.20
B8	COCH ₃	H	-10.03
B9	H	COCH ₃	-10.13
B10	CN	H	-9.74
B11	H	CN	-8.26
B12	C ₂ H ₅	H	-10.03
B13	CH ₃	CN	-10.67
B14	CH ₃	OCH ₃	-11.01
B15	OCH ₃	OCH ₃	-9.93

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาค่า Binding Energy ของอนุพันธ์คูมารินที่ยกแบบทั้งหมด 15 โครงสร้าง มีค่าอยู่ในช่วง -8.26 ถึง -11.01 kcal/mol ซึ่งทุกอนุพันธ์ให้ค่า Binding Energy ดีกว่าตัวยั้งดั้งเดิม Lisinopril (-7.97 kcal/mol) แสดงให้เห็นว่าอนุพันธ์คูมารินนี้สามารถเข้าจับกับเอนไซม์ของ ACE ได้ดีกว่าตัวยาลisinopril นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่า Binding Energy ของอนุพันธ์ในกลุ่ม B ที่มีวงอะโรมาติก ส่งผลให้มีพลังงานการยึดจับที่ดีขึ้นเนื่องจากไปเพิ่มอันตรกิริยาแบบ Hydrophobic ระหว่างอนุพันธ์กับกรดอะมิโนในบริเวณโพรงการจับของ ACE

เมื่อพิจารณาผลของหมู่อิงและหมู่อื่นในตำแหน่ง meta และ para บนวงอะโรมาติกของอนุพันธ์ในกลุ่ม B (B1-B12) โดยจากผลของค่าพลังงานการจับในตารางที่ 1 พบว่าการแทนที่ด้วยหมู่อื่นในตำแหน่ง meta ให้ค่าพลังงานการจับที่ดีกว่าการแทนที่ในตำแหน่ง para ทั้งหมู่อิงและหมู่อื่นในตำแหน่ง meta จึงเกิดการแทนที่ด้วยหมู่อื่นที่ต่าง ๆ ในตำแหน่ง meta สำหรับการพิจารณาโครงสร้างที่ให้ประสิทธิภาพต่อการยึดจับ และเมื่อพิจารณาการแทนที่หมู่อื่นและหมู่อื่นที่ตำแหน่ง para พบว่าการแทนที่หมู่อื่นนั้นให้ค่าที่ดีกว่าหมู่อื่นให้ จึงทำการแทนที่หมู่อื่นที่ตำแหน่ง para ของโครงสร้าง B13-B15 และพิจารณาผลของหมู่อื่นที่ 2 ตำแหน่ง พบว่าการแทนที่ 2 ตำแหน่ง บนวงอะโรมาติกให้ค่าพลังงานการยึดจับไม่แตกต่างจากการแทนที่ 1 ตำแหน่ง แสดงถึงการยึดจับกับเอนไซม์ ACE ได้ดี

3. การซ้อนทับกันของโมเลกุลแบบ 3 มิติ (3D Superimpose)

จากงานวิจัยของ Qian B และคณะ [11] รายงานว่า ลิแกนด์ที่สามารถยึดจับกับเอนไซม์ ACE ได้ นั้น ควรต้องเกิดอันตรกิริยากับกรดอะมิโนที่สำคัญในบริเวณเร่งของเอนไซม์ ซึ่งประกอบไปด้วยโพรง S1 ที่สามารถเกิดอันตรกิริยากับ Ala354, Glu384, Tyr523 บริเวณโพรง S1' ควรเกิดอันตรกิริยากับ Glu162 บริเวณโพรง S2' เกิดอันตรกิริยากับ Gln281, His353, Lys511, His513, Tyr520 และควรเกิดอันตรกิริยากับ Zn^{2+} ที่เป็นตัวเร่งการทำงานที่สำคัญของเอนไซม์ ACE นี้

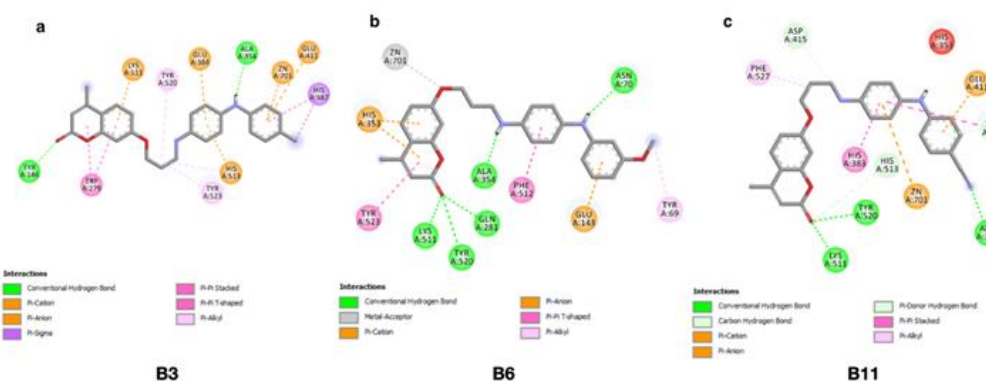


ภาพที่ 3 การซ้อนทับกันของอนุพันธ์คูมาริน B โหมดการจับที่ 1(ซ้าย) และ 2(ขวา)

จากการพิจารณาการวางตัวของอนุพันธ์คูมารินในกลุ่ม B พบว่า มีการวางตัว 2 โหมดการจับนั้นคือ โหมดการจับที่ 1 และ 2 ดังภาพประกอบ 3 ตามลำดับ โดยทั้ง 2 โหมดสามารถเกิดอันตรกิริยากับ Zn^{2+} ได้อย่างจำเพาะเจาะจง เมื่อพิจารณาแต่ละโหมด พบว่า โหมดการจับที่ 1 บริเวณ S2' มีกรดอะมิโนที่มีความเป็น Hydrogen Bond Donor ที่พร้อมให้โปรตอนในการเกิดพันธะกับอะตอมที่มี EN สูงของอะตอม O ที่อยู่ในตำแหน่งบนวงคูมารินในโครงสร้าง ส่งผลให้คูมารินจำนวน 6 โครงสร้างในกลุ่ม B หันมาบริเวณโพรงของ S2' เช่นเดียวกับบริเวณ S1 กรดอะมิโน Tyr523 ที่มีความเป็น Hydrogen Bond Donor สามารถสร้างพันธะกับอะตอมของ O ที่ถัดจากวงคูมารินที่มีความเป็น Hydrogen Bond Acceptor ได้ อีกทั้งกรดอะมิโน Ala354, Glu384 ที่เป็น Hydrogen Bond Acceptor สามารถสร้างพันธะกับตำแหน่ง Linker ของโครงสร้างที่มีอะตอม NH ได้ โดยจะหันปลายออกเป็น 2 โหมดย่อยดัง Gln281, Lys511, His513 Tyr520 มีความเป็น Hydrogen Bond Donor ที่พร้อมจะสร้างพันธะกับอะตอมที่มี EN สูงของโครงสร้างทำให้ทราบได้ว่าโครงสร้างอนุพันธ์ที่มีอะตอมของ O จะรวมอยู่ที่บริเวณนี้ เช่นเดียวกับบริเวณ S1 ที่พบว่าการอะมิโน Ala354, Glu384 มีความเป็น Hydrogen Bond Acceptor ที่พร้อมรับโปรตอนในการสร้างพันธะกับอะตอม NH ที่บริเวณ Linker ของโครงสร้าง อีกทั้งโหมดการจับที่ 2 นี้สามารถเกิดอันตรกิริยาได้กับ Glu162 ที่บริเวณ S1' ได้อีกด้วยโดยพันธะที่เกิดจะเป็นแบบ Hydrophobic

4.วิเคราะห์และศึกษาอันตรกิริยาระหว่างลิแกนด์กับกรดอะมิโน

พิจารณาค่า Binding Energy ของอนุพันธ์ในกลุ่ม B ให้ค่าการยึดจับกับเอนไซม์ ACE ได้ดีกว่าตัวยาตั้งเดิม Lisinopril จากนั้นทำการพิจารณาอันตรกิริยาของอนุพันธ์คูมารินทั้ง 15 โครงสร้าง โดยโครงสร้างนั้นควรเกิดอันตรกิริยากับกรดอะมิโนที่สำคัญในโพรงบริเวณ S1 กับ Ala354, Glu384, Tyr523 บริเวณ S1' กับ Gln162 และบริเวณ S2' เกิดกับ Gln281, Lys511, Tyr520, His353, His513 และที่สำคัญควรเกิดอันตรกิริยากับ Zn^{2+} ที่เป็นตัวเร่งการทำงานของเอนไซม์ ACE นี้ [12] ซึ่งอนุพันธ์คูมารินที่สามารถเกิดได้ดังที่กล่าวไปนี้ แสดงถึงการมีประสิทธิภาพในการยึดจับกับเอนไซม์ ACE ได้ดี และสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้ โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกอนุพันธ์คูมารินกลุ่มละ 3 โครงสร้าง นั่นคือ อนุพันธ์ B3, B6, B11 มีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 4 อันตรกิริยาระหว่างกรดอะมิโนกับอนุพันธ์คูมารินชนิดใหม่ B3 (a), B6 (b), B11 (c)

จากภาพที่ 4(a) แสดงให้เห็นถึงโมเลกุลที่ออกแบบใหม่โครงสร้าง B3 โดยพบว่าตัวยับยั้งสามารถเกิดอันตรกิริยากับกรดอะมิโนของเอนไซม์ ACE ในบริเวณเร่ง (active site) ได้แก่ การเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล B3 ที่อะตอม O และ อะตอม N-H ของ Ala354, Tyr146 เกิดอันตรกิริยาแบบ Pi-Cation กับ Zn^{2+} และเกิดแบบ Pi-Anion กับกรดอะมิโน Glu384, Glu411, Lys511 นอกจากนี้ ยังเกิดอันตรกิริยาแบบไฮโดรโฟบิกแบบ Pi-Pi กับ His387, Trp279 เกิดแบบ Pi-Alkyl กับ His513, Tyr520, Tyr523 และเกิดแบบ Pi-Sigma กับ His387 จากภาพที่ 4(b) แสดงให้เห็นถึงโมเลกุลที่ออกแบบใหม่โครงสร้าง B6 โดยพบว่า ตัวยับยั้งสามารถเกิดอันตรกิริยากับกรดอะมิโนของเอนไซม์ ACE ในบริเวณเร่ง (active site) ได้แก่ การเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล B6 ที่อะตอม O และ อะตอม N-H ของ Ala354, Asn70, Gln281, Lys511, Tyr520 เกิดอันตรกิริยากับ Pi-Anion และ Pi-Cation กับ Glu143, His353 ตามลำดับ เกิดอันตรกิริยาแบบไฮโดรโฟบิกแบบ Pi-Pi กับ Phe512, Tyr523 และ Pi-Alkyl กับ Tyr69 นอกจากนี้ยังเกิดอันตรกิริยากับ Zn^{2+} ด้วยพันธะ Metal-Acceptor และ จากภาพที่ 4(c) แสดงให้เห็นถึงโมเลกุลที่ออกแบบใหม่โครงสร้าง B11 โดยพบว่า ตัวยับยั้งสามารถเกิดอันตรกิริยากับกรดอะมิโนของเอนไซม์ ACE ในบริเวณเร่ง (active site) ได้แก่ การเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล B11ที่อะตอม O และ อะตอม N ของ Ala356, Gln281, Lys511, Tyr520 เกิดพันธะ Carbon Hydrogen Bond กับ Asp415, His513 และพันธะ Pi-Donor Hydrogen Bond กับ Asp415, His513 เกิดอันตรกิริยากับ Pi-Anion และ Pi-Cation กับ Glu411, Zn^{2+} ตามลำดับนอกจากนี้ยังเกิดอันตรกิริยา แบบไฮโดรโฟบิกแบบ Pi-Pi กับ His383, Tyr523 และ Pi-Alkyl กับ Phe527ที่อะตอม O และ อะตอม N ของ Ala356, Gln281, Lys511, Tyr520 เกิดพันธะ Carbon Hydrogen Bond กับ Asp415, His513 และพันธะ Pi-Donor Hydrogen Bond กับ Asp415, His513 เกิดอันตรกิริยากับ Pi-Anion

และ Pi-Cation กับ Glu411, Zn²⁺ ตามลำดับนอกจากนี้ยังเกิดอันตรกิริยา แบบไฮโดรโฟบิกแบบ Pi-Pi กับ His383, Tyr523 และ Pi-Alkyl กับ Phe527

5 การวิเคราะห์คุณสมบัติเสมือนยาตามกฎของลิปินสกี (Lipinski's rule of five)

การที่โมเลกุลจะถูกพัฒนาไปเป็นยาได้นั้น ต้องมีการพิจารณาคุณสมบัติความเป็นยา ดังนี้ น้ำหนักโมเลกุลของสาร ควรจะน้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 ค่า MLogP ควรจะน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 จำนวนตัวให้พันธะไฮโดรเจน (Hydrogen Bond Donor) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 จำนวนตัวรับพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen Bond Acceptor) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 และจำนวนพันธะหมุนได้ (Rotatable Bond) ควรน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 หากคำนวณแล้วพบว่า คุณสมบัติผ่านเกณฑ์การพิจารณาทุกข้อ (0 Violation) นั้นหมายความว่า สารนั้นมีคุณสมบัติที่จะพัฒนาไปเป็นยาต่อไปได้

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติเสมือนยาตามกฎของลิปินสกีของอนุพันธ์คูมารินกลุ่ม B

Compound	MLogP <5	Molecular weight (g/mol) <500	Hydrogen Bond Donor <5	Hydrogen Bond Acceptor <10	Rotatable Bonds <10
B1	3.65	400.47	2	3	8
B2	3.85	414.50	2	3	8
B3	3.85	414.50	2	3	8
B4	2.97	425.48	2	4	8
B5	3.10	415.48	3	3	8
B6	3.24	444.52	2	4	10
B7	3.31	430.50	2	4	9
B8	3.31	430.50	2	4	9
B9	4.05	428.52	2	3	9
B10	3.10	415.48	3	3	8
B11	3.17	439.51	2	4	8
B12	3.51	444.52	2	4	9
B13	2.98	460.52	2	5	10
B14	3.24	444.52	2	4	10
B15	2.97	425.48	2	4	8
Captopril	0.45	231.40	1	3	4
Enalapril	1.58	409.71	2	6	11
Lisinopril	-1.13	405.49	6	7	13
Perindopril	1.36	399.71	2	6	10

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติเสมือนยาตามกฎของลิปินสกี (Lipinski's rule of five) ซึ่งประกอบไปด้วย ค่า Molecular Weight ที่ไม่ควรเกิน 500 g/mol ค่า MLogP ที่แสดงถึงความสามารถในการดูดซึมของตัวยาที่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ไม่ควรเกิน 5 และจำนวน Hydrogen Bond Donors และ Hydrogen Bond Acceptors ไม่ควรเกิน 5 และ 10 ตามลำดับ อีกทั้ง มีการพิจารณาถึงจำนวน Rotatable Bond ซึ่งการเป็นตัวยาที่ดีนั้นไม่ควรที่จะเกิน 10 โดยผลจากการทดลองแสดงดังตารางที่ 5 พบว่าอนุพันธ์คูมารินของกลุ่ม B ทั้ง 15 โครงสร้าง มีค่า Molecular Weight ในช่วง

309.36 ถึง 460.52 g/mol ค่า MLogP ในช่วง 1.34 ถึง 3.85 จำนวน Hydrogen Bond Donors ในช่วง 1 ถึง 3 พันธะจำนวน Hydrogen Bond Acceptors ในช่วง 4 ถึง 6 พันธะ และจำนวน Rotatable Bond ในช่วง 6 ถึง 10 พันธะ ซึ่งทุกพารามิเตอร์มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถพัฒนาไปเป็นตัวยาได้

6 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเภสัชจลนศาสตร์ (ADME)

เมื่อยา หรือสารเข้าสู่ร่างกายจะเป็นกระบวนการบริหารยาเพื่อให้สามารถออกฤทธิ์ได้ ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้ การดูดซึมของยา การกระจายตัว การเผาผลาญ และความสามารถในการขับยาออกจากร่างกาย โดยใช้พารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการตรวจวัด เช่น ความมีขี้ของสารประกอบ; TPSA (140 \AA^2) ซึ่งจะแสดงถึงความสามารถในการดูดซึมได้ ความสามารถในการละลายน้ำ; Log S ซึ่งในการเป็นยาที่ดีควรมีความสามารถในการละลายน้ำได้เล็กน้อยโดยค่าของการละลายที่เหมาะสมอยู่ในช่วง -5 ถึง 1 การดูดซึมทางระบบทางเดินอาหาร; GI absorption คุณสมบัติผ่านเข้าไปในระบบประสาทส่วนกลาง; BBB ที่พิจารณาระหว่างคุณสมบัติความมีขี้ของสาร ($TPSA < 79 \text{ \AA}^2$) และความสามารถในการละลายในไขมัน ($\text{LogP } 0.4 \text{ ถึง } 6.0$) และปริมาณของสารประกอบที่เข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิต; Bioavailability Score (> 0.5)

6.1 การวิเคราะห์ ADME

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเภสัชจลนศาสตร์ของอนุพันธ์คูมารินกลุ่ม B ด้วยเว็บไซต์ Swiss ADME [9]

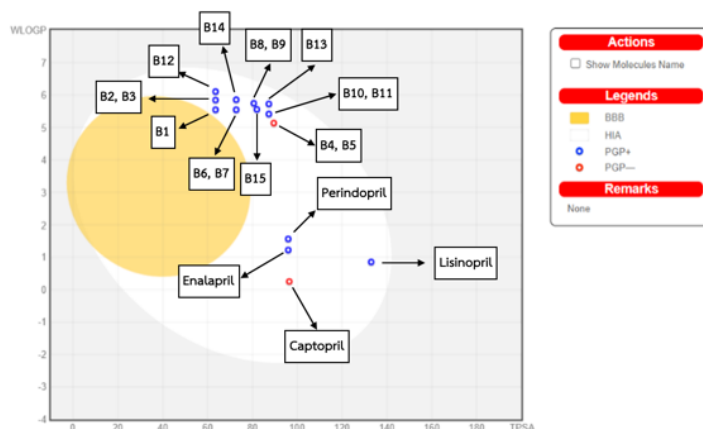
Compound	TPSA <math><140 \text{ \AA}^2</math>	Log S (ESOL) $-5 \text{ a } 1$	GI absorption	BBB permeant	Bioavailability Score >0.5
B1	63.50	-6.00	High	No	0.55
B2	63.50	-6.02	High	No	0.55
B3	63.50	-6.29	High	No	0.55
B4	87.29	-5.94	High	No	0.55
B5	89.52	-5.64	High	No	0.55
B6	72.73	-5.87	High	No	0.55
B7	72.73	-6.07	High	No	0.55
B8	72.73	-6.07	High	No	0.55
B9	63.50	-6.30	High	No	0.55
B10	89.52	-5.64	High	No	0.55
B11	87.29	-5.97	High	No	0.55
B12	72.73	-6.09	High	No	0.55
B13	81.96	-5.87	High	No	0.55
B14	72.73	-5.60	High	No	0.55
B15	87.29	-5.94	High	No	0.55
Captopril	96.41	-1.14	High	No	0.56
Enalapril	95.94	-1.57	High	No	0.55
Lisinopril	132.96	0.15	High	No	0.55
Perindopril	95.94	-2.04	High	No	0.55

จากตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาค่าคุณสมบัติในการพัฒนาเป็นยาทางเภสัชจลนศาสตร์ (ADMET Property) [9] ของอนุพันธ์คูมารินกลุ่ม B พบว่ามีค่าพารามิเตอร์ TPSA ในช่วง 51.47 ถึง 103.96 ซึ่งทุกโครงสร้างแสดงค่าความมีขี้ที่ต่ำและ

เป็นไปตามเกณฑ์ที่พิจารณาทำให้ทราบถึงสมบัติในการละลายในไขมันและการดูดซึมที่ดี มีค่าพารามิเตอร์ LogS อยู่ในช่วง -6.29 ถึง 0.15 อนุพันธ์คูมารินกลุ่ม B มีค่าที่น้อยกว่า -5 อยู่ในช่วง -5.60 ถึง -6.29 ทำให้มีคุณสมบัติในการละลายน้ำที่ลดลง ในกลุ่ม B ทุกตัวไม่มีคุณสมบัติในการผ่านเข้าไปใน BBB เนื่องจากโครงสร้างมีความเป็นไฮโดรโฟบิกจึงทำให้มีค่าความมีขั้ว (TPSA) ที่มากกว่า 79 \AA^2 และบางโครงสร้างมีคุณสมบัติในการละลายในไขมันหรือความสามารถในการดูดซึม (LogP) ที่ค่อนข้างสูงส่งผลให้ไม่สามารถผ่านเข้าไปใน BBB ได้ ส่วนพารามิเตอร์ GI absorption ทุกโครงสร้างแสดงค่าการดูดซึมที่สูง และ Bioavailability Score พบว่าสารประกอบทุกตัวแสดงค่าที่ 0.55 ซึ่งบ่งบอกว่าทุกโครงสร้างมีความสามารถในการดูดซึมเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิตได้สูงซึ่งสอดคล้องกับคุณสมบัติของตัวยาดั้งเดิม

6.2 การวิเคราะห์ BOILED-EGG

การศึกษาคุณสมบัติของโมเลกุล หรือตัวยับยั้งเพื่อพัฒนาไปเป็นยา ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาที่สามารถดูดซึมทางปากได้ดี โดยพิจารณาจากคุณสมบัติดังนี้ คือ บริเวณพื้นที่สีขาวแสดงถึงโครงสร้างที่สามารถดูดซึมได้ในลำไส้ของมนุษย์ (HIA) บริเวณพื้นที่สีเหลืองแสดงถึงโครงสร้างที่สามารถซึมผ่าน Blood Brain Barrier (BBB) เข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลางได้ จุดสีน้ำเงินแสดงถึงโครงสร้างที่มี p-glycoprotein เป็นตัวกลางในการนำเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่ง p-glycoprotein จะอยู่ที่เยื่อผนังของ BBB ทำหน้าที่ในการจำกัดหรือควบคุมปริมาณการผ่านของยาเข้าสู่สมอง และจุดสีแดงแสดงถึงไม่มี p-glycoprotein ควบคุมการซึมผ่านเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งโมเลกุลที่ไม่จำเป็นต้องเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง



ภาพที่ 5 การวิเคราะห์ BOILED-EGG ของอนุพันธ์คูมารินกลุ่ม B กับตัวยานิยมใช้ปัจจุบัน ด้วยเว็บไซต์ Swiss ADME [9]

จากภาพที่ 5 ผลการศึกษา BOILED-EGG ของตัวยานิยมใช้ปัจจุบันพบว่า ตัวยาทุกตัวอยู่บริเวณพื้นที่สีขาว และเป็นจุดสีน้ำเงิน ยกเว้น Captopril ที่แสดงเป็นจุดสีแดง ซึ่งบ่งบอกถึงตัวยานี้สามารถดูดซึมได้ในลำไส้และไม่มี p-glycoprotein ในการควบคุมปริมาณยา และเมื่อเทียบกับการใช้งานของตัวยาในการรักษาโรคนี้ก็พบว่าจัดอยู่ในหมวดยาอันตราย ให้ผลข้างเคียงที่มากกว่าตัวยาอื่น ๆ เช่น หลงตั้งครรภ์ และผู้ป่วยโรคไตไม่ควรรับประทานยาอื่นอีกทั้งการจ่ายยาควรต้องอยู่ภายใต้คำแนะนำของแพทย์เท่านั้น (MedlinePlus) ดังนั้นจึงเห็นว่าผลการทำนายนั้นให้ผลที่ถูกต้องตามความเป็นจริง และมีความน่าเชื่อถือ จึงทำการพิจารณาโครงสร้างในงานวิจัยของการศึกษา BOILED-EGG ของอนุพันธ์คูมาริน B พบว่า โครงสร้างทุกตัวแสดงผลเป็นจุดสีน้ำเงิน ยกเว้นอนุพันธ์ B4-B5 ที่แสดงผลเป็นจุดสีแดง บ่งบอกถึงโครงสร้างมีคุณสมบัติสามารถซึมผ่านเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลางได้

โดยมี p-glycoprotein เป็นควบคุม แต่อนุพันธ์คูมาริน B ทุกตัวอยู่ในบริเวณสีขาว ทำให้ไม่สามารถซึมผ่าน BBB เข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งเป็นผลที่ดี นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ยังสอดคล้องกับตัวยานี้ใช้ในปัจจุบัน อนุพันธ์คูมารินนี้จึงน่าสนใจนำมาพัฒนาเป็นตัวยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACE ต่อไปได้

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาโมเลกุลาร์ต็อกกิ่งในการเข้าจับบริเวณเร่งของโปรรงการจับเอนไซม์ ACE และการวิเคราะห์คุณสมบัติเสมือนยาของอนุพันธ์คูมาริน B เพื่อเป็นตัวยับยั้งที่มีประสิทธิภาพของเอนไซม์ สามารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้ อนุพันธ์คูมารินในกลุ่ม B ทั้ง 15 โครงสร้าง โดยพิจารณาจากค่าพลังงานการจับ (Binding Energy) และศึกษาอันตรกิริยาระหว่างลิแกนด์กับกรดอะมิโน พบว่าทุกตัวให้ค่าที่ดีกว่า Lisinopril ที่เป็นลิแกนด์เดิม หลังจากนั้นวิเคราะห์คุณสมบัติเสมือนยาตามกฎลิปินสกี (Lipinski's rule of five) โดยเทียบกับตัวยาดั้งเดิม พบว่า ทุกตัวให้ค่าที่ดีและผ่านคุณสมบัติความเป็นยา นอกจากนี้ยังทำนายคุณสมบัติทางเภสัชจลนศาสตร์ (ADME) ซึ่งพบว่าให้ค่าที่ดีและยอมรับได้ยกเว้นอนุพันธ์คูมาริน B4 และ B5 ที่ไม่มี p-glycoprotein ในการควบคุมปริมาณยา ดังนั้นหากต้องการพัฒนาไปเป็นยาจริงควรต้องอยู่ภายใต้คำแนะนำของแพทย์ และเมื่อพิจารณาทุกอย่างประกอบร่วมกัน ทำให้ทราบว่าทั้ง 15 โครงสร้างมีคุณสมบัติที่ดีสำหรับนำไปสังเคราะห์ต่อในห้องปฏิบัติการ และพัฒนาเป็นยาได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

กลุ่มผู้วิจัยขอขอบคุณการสนับสนุนทุนวิจัยส่วนหนึ่งจากเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (483/2562) และจากเงินรายได้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (677/2563) ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิจัยของรองศาสตราจารย์ ดร.รัชก ทองนำ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ตลอดจนสารเคมี รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์และสารเคมีในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] World Health Organization, W. (2020). *Hypertension*. Retrieved from <https://www.who.int/health-topics/hypertension>
- [2] Ratan-NM, M. P. (2021). *ACE Inhibitors: Mechanism of Action, Side Effects and Precautions*. Retrieved from <https://www.news-medical.net/health/ACE-Inhibitors-Mechanism-of-Action-Side-Effects-and-Precautions.aspx>
- [3] Jim Morelli, M., RPh. (2021). *HIGH BLOOD PRESSURE (HYPERTENSION) MEDICATIONS*. Retrieved from https://www.rxlist.com/high_blood_pressure_hypertension_medications/drug-class.htm
- [4] Ali, M.Y. et al. (2019). *Angiotensin-I-Converting Enzyme Inhibitory Activity of Coumarins from Angelica decursiva*. *Molecules*, 24(21), 3937.
- [5] ชีร์เกียรติ์ เกิดเจริญ. (2539). *คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบโมเลกุลกับการพัฒนานาโนเทคโนโลยี*. MTEC, 39(4), 17-22.

- [6] Morris, G. M., Huey, R., Lindstrom, W., Sanner, M. F., Belew, R. K., Goodsell, D. S., & Olson, A. J. (2009). *Autodock4 and AutoDockTools4: automated docking with selective receptor flexibility*. *Computational Chemistry*, 16, 2785-2791.
- [7] Duke, B. J., & O'Leary, B. (1992). *The Gaussian programs as a teaching tool: A case study on molecular hydrogen calculations*. *Journal of Chemical Education*, 69(7), 529.
doi:10.1021/ed069p529
- [8] Frisch, M. J., Trucks, G. W., Schlegel, H. B., Scuseria, G. E., Robb, M. A., Cheeseman, J. R., Fox, D. J. (2016). *Gaussian 16 Rev. C.01*. Wallingford, CT.
- [9] SwissADME: a free web tool to evaluate pharmacokinetics, druglikeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules. *Sci. Rep.* 7, 42717; doi:10.1038/srep42717 (2017).
- [10] Cushman, D.W. & Ondetti, M.A. (1980). *Inhibitors of angiotensin-converting enzyme*. *Prog. Med. Chem.* 17, 41-104
- [11] Qian, B. et al. (2019). *Design and evaluation of four novel tripeptides as potent angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitors with anti-hypertension activity*. *Peptides*, 122, p.170171.
- [12] Daina, A. & Zoete, V. (2016). *A BOILED-Egg To Predict Gastrointestinal Absorption and Brain Penetration of Small Molecules*. *ChemMedChem*, 11(11), pp.1117–1121.

RANC15-030 องค์ประกอบและแนวทางของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของ สถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่ และวิถีถัดไป

FACTORS AND GUIDELINES OF HAPPINESS WORKPLACE OF BASIC EDUCATION INSTITUTIONS IN BANGKOK UNDER NEW AND NEXT NORMAL SITUATIONS

สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล^{1*}, อาศิรา ราชเวียง², วิบูลย์ ผกามาต¹, สำเริง อ่อนสัมพันธุ์³, ดรุณี ปัญจรัตนกร⁴
พงษ์ศักดิ์ ผกามาต²

Suriya Wachirawongpaisarn^{1}, Akeru Ratchavieng², Vibool Phakamach¹, Samreng Onsampant³,
Darunee Panjarattanakom⁴, Phongsak Phakamach²*

¹สถาบันนวัตกรรมทางการศึกษา สมาคมส่งเสริมการศึกษาทางเลือก

¹*Educational Innovation Institute, Promote Alternative Education Association.*

²วิทยาลัยผู้ประกอบการสร้างสรรค์นานาชาติรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

²*Rattanakosin International College of Creative Entrepreneurship,*

Rajamangala University of Technology Rattanakosin.

³คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์

³*Faculty of Social Science, Rajapruk University.*

⁴วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

⁴*College of Innovation Management, Rajamangala University of Technology Rattanakosin.*

**Corresponding author, E-mail: suriya.wac@rmutr.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบและแนวทางของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป โดยการศึกษาจากเอกสารและข้อมูลเชิงประจักษ์จากการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานที่ประสบความสำเร็จ จำนวน 30 คน แล้วพัฒนาเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าเกี่ยวกับองค์กรแห่งความสุขเพื่อสอบถามบุคลากรและผู้บริหารโรงเรียน จำนวน 687 คน จาก 159 โรงเรียน ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิจัยแบบผสมวิธีระหว่างวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ การตรวจสอบองค์ประกอบด้วยวิธีทฤษฎีวิจัยสามเส้าด้านข้อมูล และการยืนยันร่างแนวทางโดยวิธีการสนทนากลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า การเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปมี 10 องค์ประกอบ 60 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ (1) ความสุขด้านจิตใจ (2) ความสุขด้านสถานะทางการเงิน (3) ความสุขด้านสังคม (4) ความสุขจากครอบครัว (5) ความสุขทางสมอง (6) ความสุขด้านร่างกาย (7) ความสุขจากการปฏิบัติตนอยู่ในระเบียบ (8) ความสุขทางวัฒนธรรมและศาสนา (9) ความสุขจากบรรยากาศและสภาพแวดล้อม และ (10) ความสุขจากการผ่อนคลายซึ่งสามารถยืนยันได้ว่าตัวบ่งชี้ทั้ง 60 ตัวบ่งชี้

มีความเที่ยงตรงตามสภาพจริง ผลการวิจัยสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการสร้างองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปเพื่อให้สามารถบริหารจัดการสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพและเป็นองค์กรแห่งความสุขต่อไป

คำสำคัญ: องค์กรแห่งความสุข สถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป

Abstract

The purpose of this research were to study the factors and guidelines of happiness workplace of basic education institutions in Bangkok under new and next normal situations. The study was done through documentary analysis and empirical data from in-depth interviews with 30 successful basic education institution administrators and developed a scale questionnaire on the organization of happiness. To inquire about 687 personnel and administrators of basic education institutions from 159 school in Bangkok. The study used mixed method analysis of quantitative and qualitative analysis. Data was analyzed by exploratory factor analysis, tested by data triangulation methodology technique, and confirmation of guidelines by focus group discussion technique. The results indicated 10 factors with 60 indicators of happiness workplace of the basic educations' institutions in Bangkok: (1) happy heart, (2) happy money, (3) happy society, (4) happy family, (5) happy brain, (6) happy body, (7) happy principle, (8) happy soul, (9) happy ecosystem, and (10) happy relax. This assured that the 60 indicators were concurrently valid. The results of the research can be used to guide the creation of a happy organization of basic education institutions under new and next normal situation in order to be able to manage Thai basic education institutions efficiently and to be the organization of happiness as well.

Keywords: Happiness Workplace, Basic Education Institutions, New and Next Normal Situations

บทนำ

จากสถานการณ์ความเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ค่าครองชีพที่สูงขึ้นอย่างฉูดไม่อยู่ มนุษย์โลกปัจจุบันจึงต้องเปลี่ยนแปลงให้ทันต่อการแข่งขันเพื่อความอยู่รอด หลายคนคงจะเคยได้ยินคำว่า “งานคือชีวิต ชีวิตคืองาน” ซึ่งทำให้รู้สึกได้ว่าการทำงานมีความสำคัญมากในการดำเนินชีวิต หลายคนต้องทำงานใน 3 ของเวลาในชีวิตประจำวันหรือมากกว่านั้น แน่นนอนว่าการทำงานที่มากขึ้นทำให้การใช้ชีวิตในด้านอื่น ๆ ลดน้อยลง และอาจจะส่งผลในคนทำงานมีความสุขในการทำงานน้อยลง จากสภาพความเปลี่ยนแปลงแบบพลิกโฉม (Disruption) ในยุคแห่งการทำงานเชิงดิจิทัลหรือแม้กระทั่งในกระบวนการบริหารจัดการการศึกษาล้วนมีการแข่งขันที่สูงขึ้น [1] การทำงานในหน่วยงานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นภาครัฐหรือเอกชนจึงเต็มไปด้วยความกดดัน เกิดภาวะความเครียด ไม่มีความสุขหรือสนุกกับการทำงาน ในที่สุดซึ่งส่งผลกระทบต่อองค์กรและประสิทธิภาพในการทำงาน หลายหน่วยงานจึงหันมาให้ความสำคัญและต้องการที่จะแก้ปัญหาด้วยการสร้างความสุขให้เกิดขึ้นในองค์กรเกิดกระแสการทำงานอย่างมีความสุขแพร่หลายมากขึ้น เพื่อสร้างผลผลิตหรือผลประกอบการที่ยั่งยืน สร้างแรงจูงใจให้แก่บุคลากรโดยให้เขาเหล่านั้นรู้สึกถึงการมีส่วนร่วมในการทำงาน รู้สึกทำงานแล้วมีความสุข มีความมั่นคงในงานมีความก้าวหน้ากระตือรือร้นที่จะปฏิบัติงานสนุกกับงานรวมถึงมีความสัมพันธ์อันดีกับเพื่อนร่วมงาน และสภาพแวดล้อมที่ทำงานดีที่เอื้ออำนวยให้เกิดความสุข

ในการทำงาน ลดความเครียดและความขัดแย้งในองค์กร ซึ่งช่วยให้องค์กรสามารถพัฒนาไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในอนาคต [2]

แนวคิดองค์กรแห่งความสุขเป็นแนวคิดที่มุ่งดำเนินงานกับกลุ่มเป้าหมายหลักคือ “คนทำงานในองค์กร” ที่ถือเป็นบุคคลสำคัญและเป็นกำลังหลักของทั้งครอบครัว องค์กร ชุมชน สังคม และประเทศชาติ เมื่อคนทำงานในองค์กรมีความสุขก็ย่อมส่งผลดีต่อผลประกอบการหรือผลผลิตขององค์กร ความผาสุกในครอบครัว ชุมชน สังคม ต่อสังคมที่มีความสุข และทำให้มวลรวมแห่งความสุขส่งผลไปยังประเทศชาติที่ยั่งยืน ทั้งนี้ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของโลกที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว (Radical Change) องค์กรภาครัฐและภาคเอกชนต้องมีการปรับตัวเพื่อตอบสนองพลวัตโลก ด้วยเหตุนี้จึงได้เกิดแนวคิดการสร้างความสุขในที่ทำงานขึ้นโดยเป็นความสุขพื้นฐาน 8 ประการ หรือ Happy 8 โดยศูนย์สร้างเสริมสุขภาวะองค์กร (Happy Workplace) ภายใต้สำนักสนับสนุนสุขภาวะองค์กร สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ที่มองว่า ความสุข 8 ประการ สามารถตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ได้แก่ ด้านการมีสุขภาพดี (Happy Body) การมีน้ำใจเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ (Happy Heart) การรู้จักผ่อนคลาย (Happy Relax) การมีศาสนาเป็นเครื่องยึดเหนี่ยวมีคุณธรรมประจำใจ (Happy Soul) มีเศรษฐกิจการเงินที่ดี (Happy Money) การพัฒนาความรู้ (Happy Brain) การมีครอบครัวที่ดี (Happy Family) และมีสังคมที่มีความสุข (Happy Society) ซึ่งการสร้างความสุขหรือการสร้าง Happy 8 ภายในองค์กรแต่ละองค์กรมีแนวทางแตกต่างกันไปตามบริบทรวมถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ในการสร้างความสุขในองค์กรภาครัฐภาคเอกชนหรือองค์กรที่มีลักษณะการทำงานที่ต่างกันจะมีวิธีการที่แตกต่างกันบางแห่งอาจจะสร้างความสุขแค่ 1-2 ด้าน บางแห่งอาจจะสร้างครบทั้ง 8 ด้าน โดยขึ้นอยู่กับสภาพ ความพร้อมและความต้องการของคนในองค์กรนั่นเอง [3-4]

เมื่อสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจและสังคมเริ่มเปลี่ยนแปลงไปมากองค์กรต่าง ๆ จำเป็นต้องปรับตัวเพื่อความอยู่รอด โดยองค์กรที่ต้องการอยู่รอดในยุคที่มีการแข่งขันรุนแรงต้องมีการปรับตัวอย่างรวดเร็ว ผู้บริหารการศึกษายุคใหม่จำเป็นต้องมีศักยภาพในการใช้ภาวะผู้นำอย่างเหมาะสมในการสร้างความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงให้บรรลุเป้าหมายร่วมกันสามารถสร้างความเชื่อมั่นและให้การสนับสนุนทุกคนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายนั้น สามารถใช้ศิลปะและกระบวนการของการมีอิทธิพลต่อบุคคลหรือกลุ่มบุคคล และสามารถทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเกิดความศรัทธา มีความเชื่อถือ มีความเชื่อมั่นในการปฏิบัติงาน ตลอดจนทั้งสามารถสร้างสภาวะแวดล้อมและสนับสนุนให้ร่วมมือกันสร้างประโยชน์ในการปฏิบัติหน้าที่ [5] อย่างไรก็ตาม จากสถานการณ์วิกฤติโควิด-19 เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญของการศึกษาขั้นพื้นฐานและก้าวเข้าสู่สถานการณ์วิถีปกติใหม่ทางการศึกษา (New Normal Situation) โดยแนวโน้มของการจัดการการศึกษาขั้นพื้นฐานของไทยในอนาคตจะเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วจากผลกระทบจากการระบาดครั้งใหญ่และ ส่งผลกระทบต่อการศึกษาอย่างที่สุด โดยวิกฤติในครั้งนี้ทำให้สถานศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งผู้เรียนและผู้สอนได้ปรับตัวให้คุ้นชินกับการเรียนและการฝึกปฏิบัติการออนไลน์ หลายวิชาเริ่มเห็นทิศทางความเป็นไปได้ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องพยายามปรับตัวมาโดยตลอดและนี่อาจเป็นโอกาสในการปรับโฉมหรือต่อยอดการศึกษาในระดับขั้นพื้นฐานในอนาคตหรือวิถีปกติถัดไป (Next Normal) [6]

ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่า หากจะสร้างความสุขให้คนทำงานในสถานศึกษาขั้นพื้นฐานได้นั้น จำเป็นจะต้องหาแนวทางที่เหมาะสมและเป็นแนวทางที่เกิดจากความคิดของบุคลากรในสถานศึกษาเอง จึงมีความสนใจที่จะศึกษาแนวทางการเสริมสร้างองค์กรแห่งความสุขในโรงเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผู้บริหาร บุคลากร และการสร้างความสำเร็จในการบริหารจัดการองค์กรไปพร้อมกัน ๆ [7-8] อย่างไรก็ตาม ความสุขในการทำงานเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคลที่ตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในการทำงานหรือประสบการณ์ของบุคคลในการทำงาน ย่อมเป็นพื้นฐานของการมีชีวิตที่ดีที่มีความสำคัญมากสำหรับทุกคนในการทำงานและทั้งชีวิตส่วนตัว ทุกคนแสวงหาและปรารถนาที่จะมีความสุข สามารถพัฒนาให้เกิดความสุขในการทำงานได้

ความสุขในการทำงานคือผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ซึ่งเป็นผลตอบสนองการกระทำ การสร้างสรรค์ของตนเอง มีความปลื้มใจ และการนำไปสู่การทำงานที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงการรับรู้และการแสดงออกที่เกี่ยวกับการทำงาน การปฏิบัติงานด้วยความสุขสนุกสนาน มีความผูกพันกัน มีความพอใจที่ได้ปฏิบัติงานร่วมกัน เกิดสัมพันธภาพที่ดีในที่ทำงาน ปฏิบัติงานด้วยความรู้สึกอยากที่จะทำงาน มีความผูกพันในงาน และทำให้องค์กรสามารถดำรงอยู่ได้ต่อไป

องค์ประกอบของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่ และวิถีถัดไปเป็นคุณลักษณะสำคัญในการบริหารจัดการการศึกษาให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาองค์ประกอบและแนวทางในการสร้างองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป โดยการใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมวิธีระหว่างวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพซึ่งข้อค้นพบสามารถใช้เป็นองค์ประกอบหลักในการกำหนดนโยบายและระเบียบปฏิบัติภายในองค์กรเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างองค์กรแห่งความสุขสำหรับสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป
2. เพื่อนำเสนอแนวทางในการสร้างองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methodology) ระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (Population and Sample) ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นบุคลากรทางการศึกษาและผู้บริหารโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2563 จาก 159 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก ได้แก่ บุคลากรและผู้บริหารโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานคร 30 โรงเรียน จำนวน 30 คน กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบก้อนหิมะ (Snowball Sampling) ซึ่งใช้กรณีตัวอย่างที่มีลักษณะพิเศษและมีเงื่อนไขหรือความชำนาญการพิเศษโดยเจาะจงผู้บริหารโรงเรียนที่ผลงานการบริหารเชิงประจักษ์และเคยได้รับรางวัลคุณภาพในการบริหารจัดการสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศไทย

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ เป็นบุคลากรทางการศึกษาของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 159 โรงเรียน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistate Sampling) และได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 687 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ เป็นแบบสอบถาม (Questionnaires) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของ Likert

2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเชิงคุณภาพ เป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างปลายเปิด (Open-Ended Semi-Structure Interview Guide)

การหาคุณภาพของเครื่องมือโดยการทดสอบความเที่ยงตรง ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นสำหรับการวิจัยไปทดสอบความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct) และเชิงเนื้อหา (Content) พิจารณาเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .5 ขึ้นไป ได้ค่า IOC เท่ากับ .935 แล้วนำไปทดลองใช้ จากนั้นนำมาทดสอบหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร Cronbach's Alpha Coefficient และหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยหาค่า Item Total Correlation ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ .958

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลเชิงคุณภาพดำเนินการโดยการสัมภาษณ์ผู้บริหารโรงเรียนผ่านระบบออนไลน์ จำนวน 30 คน ส่วนข้อมูลเชิงปริมาณดำเนินการโดยการสร้างลิ้งค์ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต จำนวน 687 ฉบับ ได้รับแบบสอบถามคืนมา จำนวน 672 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 97.81 โดยเก็บข้อมูลระหว่างเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม พ.ศ. 2564

4. การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดหัวข้อ/กลุ่มหัวข้อและแนวคิดสำคัญอันเป็นแก่นสารของการวิจัยโดยใช้วิธีบรรยาย (Narrative Form) ส่วนเชิงปริมาณใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์โดยการแจกแจงค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อัตราตรวจสอบความครบถ้วนและความถูกต้องอีกครั้งเพื่อนำไปสู่การสรุปและอภิปรายผลในขั้นตอนสุดท้าย

5. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย การดำเนินการวิจัยมีแผนงานและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป

ขั้นตอนนี้ดำเนินการโดยศึกษาค้นคว้าแนวคิดและทฤษฎีขององค์กรแห่งความสุขจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

1) ศึกษาแนวคิดทฤษฎีจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและใช้วิธีการวิเคราะห์เอกสาร (Documentary Research) วิเคราะห์และสรุปประเด็นเกี่ยวกับองค์ประกอบแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน

2) การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Dept Interview) ผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 30 คน ที่มีผลงานหรือรางวัลเชิงประจักษ์และประสบความสำเร็จในการบริหารจัดการสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานคร

การวิเคราะห์องค์ประกอบดำเนินการโดยเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์องค์ประกอบของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป โดยสร้างแบบสอบถามซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์องค์ประกอบโดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) เพื่อดันหาองค์ประกอบสำคัญโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป จากนั้นตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลก่อนการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยการพิจารณาความเหมาะสมของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ Barlett's Test of Sphericity พิจารณาจากค่าไคสแควร์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติการตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลในการวิเคราะห์องค์ประกอบด้วย The Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy การวิเคราะห์ตัวบ่งชี้โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจสกัดปัจจัยเพื่อพิจารณาจัดกลุ่มตัวแปรด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA) และใช้วิธีการหมุนแกนแบบ Orthogonal ด้วยวิธี Varimax

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบองค์ประกอบของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป

การตรวจสอบองค์ประกอบดำเนินการโดยใช้วิธีวิทยวิจัยสามเส้าด้านข้อมูล (Data Triangulation Methodology) โดยการนำข้อมูลเชิงประจักษ์ในขั้นตอนที่ 1 มาตรวจสอบข้อมูลว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกัน

และมีความสอดคล้องกันอย่างไร เพื่อหาข้อสรุปองค์ประกอบของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษา
ชั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่โดยใช้วิธีบรรยาย

ขั้นตอนที่ 3 การนำเสนอแนวทางในการสร้างองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาชั้นพื้นฐานในเขต
กรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป

การนำเสนอแนวทางดำเนินการโดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ผู้เชี่ยวชาญด้านการ
บริหารการศึกษาชั้นพื้นฐาน จำนวน 10 คน จากการเลือกผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจงโดยอาศัยความสะดวก
โดยนำข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 มากำหนดเพื่อหาข้อสรุปแนวทางที่เหมาะสมในการสร้างองค์กรแห่งความสุข
ของสถานศึกษาชั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปโดยการวิเคราะห์
เนื้อหาสาระ (Content Analysis)

ผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง “องค์ประกอบและแนวทางของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาชั้นพื้นฐาน
ในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป” แสดงผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล
ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. องค์ประกอบของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาชั้นพื้นฐานในเขต กรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจจากข้อมูลเชิงประจักษ์ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พบว่า องค์ประกอบของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาชั้นพื้นฐานในเขต
กรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปประกอบด้วย 10 องค์ประกอบ 60 ตัวบ่งชี้
โดยองค์ประกอบทั้งหมดสามารถอธิบายถึงองค์ประกอบของการเป็นองค์กรแห่งความสุขได้ร้อยละ 83.339
ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ความสุขด้านจิตใจ (Happy Heart) หมายถึง ความสุขที่เกิดจากบุคลากรของโรงเรียน
มีการทำงานเป็นทีม มีบรรยากาศและการสื่อสารในการปฏิบัติงานเป็นอย่างดี องค์ประกอบด้านนี้มี 8 รายการ
ได้แก่ 1) การปฏิบัติตนกับทุกคนอย่างมีน้ำใจไม่ตรีต่อกัน 2) การให้ความเอื้ออาทรต่อเพื่อนร่วมงานในการทำงาน
3) การพร้อมที่จะช่วยเหลือทุกคนในโรงเรียนเมื่อเกิดปัญหาในการทำงาน 4) การไม่มีความบาดหมางกับเพื่อน
ร่วมงานในที่ทำงาน 5) บุคลากรในหน่วยงานปฏิบัติตนต่อกันอย่างกัลยาณมิตร 6) บุคลากรทุกคนมีการสื่อสาร
ในการปฏิบัติงานเป็นอย่างดี 7) บุคลากรทุกคนมีการทำงานกันเป็นทีมและมีบรรยากาศแห่งความเอื้ออาทรต่อกัน
และ 8) ผู้บริหารปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดีและไม่ถือตัว

องค์ประกอบที่ 2 ความสุขด้านสถานะทางการเงิน (Happy Money) หมายถึง ความสุขทางที่เกิดจาก
บุคลากรได้รับค่าตอบแทนที่เหมาะสมกับหน้าที่ที่ได้รับผิดชอบในการปฏิบัติงาน ปลอดภัย และมีการจัดทำบัญชี
รายรับรายจ่ายของตนเอง องค์ประกอบด้านนี้มี 7 รายการ ได้แก่ 1) บุคลากรได้รับค่าตอบแทนการทำงาน
ตรงเวลาและเหมาะสมกับหน้าที่ที่ได้รับผิดชอบ 2) บุคลากรมีค่าตอบแทนพิเศษเพิ่มเติมที่เกิดจากความชำนาญ
การพิเศษ 3) โรงเรียนมีกองทุนพัฒนาบุคลากร 4) บุคลากรมีเงินออมมาจากการจัดสรรจากค่าตอบแทนที่ได้รับ
5) โรงเรียนมีสวัสดิการให้ความช่วยเหลือด้านการเงินเมื่อมีความจำเป็น 6) การไม่มีภาระหนี้สินหรือชำระหนี้
ได้ตรงตามกำหนดเวลา และ 7) บุคลากรมีการจัดทำบัญชีรายรับรายจ่ายของตนเอง

ตารางที่ 1 จำนวนองค์ประกอบของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาชั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป

องค์ประกอบที่	ชื่อองค์ประกอบ	จำนวนรายการจากแบบสอบถาม	ค่าไอเกน	ค่าร้อยละของความแปรปรวน
1.	ความสุขด้านจิตใจ (Happy Heart)	8	11.774	21.989
2.	ความสุขด้านสถานะทางการเงิน (Happy Money)	7	9.112	12.257
3.	ความสุขด้านสังคม (Happy Society)	7	9.112	12.257
4.	ความสุขจากครอบครัว (Happy Family)	7	9.112	12.257
5.	ความสุขทางสมอง (Happy Brain)	6	5.587	5.445
6.	ความสุขด้านร่างกาย (Happy Body)	6	5.587	5.445
7.	ความสุขจากการปฏิบัติตนอยู่ในระเบียบ (Happy Principle)	6	5.587	5.445
8.	ความสุขทางวัฒนธรรมและศาสนา (Happy Soul)	5	3.642	2.976
9.	ความสุขจากบรรยากาศและสภาพแวดล้อม (Happy Ecosystem)	5	3.642	2.976
10.	ความสุขจากการผ่อนคลาย (Happy Relax)	3	2.295	2.292
รวม				83.339

องค์ประกอบที่ 3 ความสุขด้านสังคม (Happy Society) หมายถึง ความสุขที่เกิดจากบุคลากรมีความสุขกับการทำงานและการทำกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมและชุมชนแบบมีส่วนร่วม องค์ประกอบด้านนี้มี 7 รายการ ได้แก่ 1) สมาชิกในชุมชนที่ท่านพักอาศัยมีกิจกรรมร่วมกันเพื่อพัฒนาชุมชน 2) โรงเรียนมีระบบการบริหารจัดการที่ดีและมีธรรมาภิบาล 3) โรงเรียนจัดกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมอยู่เสมอ 4) โรงเรียนมีระบบการทำงานที่ยืดหยุ่นไม่มีความกดดัน 5) บุคลากรมีความสุขกับชุมชนที่ได้พักอาศัยในปัจจุบัน 6) โรงเรียนมีการจัดกิจกรรมสร้างเสริมสุขภาพกายและจิตให้แก่บุคลากร และ 7) โรงเรียนเปิดโอกาสให้ท่านได้รับการพัฒนาความรู้ในการทำงานตลอดเวลา

องค์ประกอบที่ 4 ความสุขจากครอบครัว (Happy Family) หมายถึง ความสุขที่เกิดจากบุคลากรได้รับความอบอุ่นจากครอบครัวและเป็นกำลังใจในการทำงาน องค์ประกอบด้านนี้มี 7 รายการ ได้แก่ 1) ครอบครัวสามารถเป็นที่ผ่อนคลายที่ดีทั้งกายและใจ 2) การได้รับกำลังใจในการทำงานจากครอบครัว 3) ครอบครัวมีสมาชิกที่มีความรู้และเป็นທີ່ปรึกษาที่ดีหากมีปัญหาจากการทำงาน 4) ครอบครัวของท่านเป็นครอบครัวที่มีความเอื้ออาทร 5) เวลาการทำงานที่เหมาะสมและไม่กระทบต่อเวลาของครอบครัว 6) ครอบครัวมีสถานะทางสังคมในระดับที่ดี และ 7) ครอบครัวมีบรรยากาศความเป็นประชาธิปไตยและให้เกียรติซึ่งกันและกัน

องค์ประกอบที่ 5 ความสุขทางสมอง (Happy Brain) หมายถึง ความสุขที่เกิดจากบุคลากรรู้วิธีในการพัฒนางานของตนเองและพร้อมที่จะแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการปฏิบัติงาน องค์ประกอบด้านนี้มี 6 รายการ ได้แก่ 1) การมีความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงานอย่างดี 2) การหาความรู้เกี่ยวกับงานที่ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ 3) การพัฒนาตนเองจนมีความรู้ที่เหมาะสมกับงานที่ปฏิบัติ 4) การมีความพร้อมที่จะแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง 5) การมีความรับผิดชอบงานทุกงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มกำลังความสามารถ และ 6) โรงเรียนสนับสนุนและส่งเสริมความก้าวหน้าในการพัฒนาตนเองตลอดชีวิต

องค์ประกอบที่ 6 ความสุขด้านร่างกาย (Happy Body) หมายถึง ความสุขที่เกิดจากการที่บุคลากรเป็นผู้มีสุขภาพจิตที่ดี ได้รับสิทธิการรักษาพยาบาลอย่างทั่วถึง รวมถึงการมีสุขภาพร่างกายแข็งแรงจากการเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ องค์ประกอบด้านนี้มี 6 รายการ ได้แก่ 1) บุคลากรมีสุขภาพร่างกาย

แข็งแรง 2) บุคลากรมีระบบการรักษาสุขภาพกายและจิตที่ดี 3) การเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ (เฉลี่ย 3-5 วัน/สัปดาห์) 4) การดูแลสุขภาพโดยรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ 5) การได้รับสิทธิการรักษาพยาบาลอย่างทั่วถึง และ 6) บุคลากรเป็นผู้ที่มีสุขภาพกายและจิตที่ดีอยู่เสมอ

องค์ประกอบที่ 7 ความสุขจากการปฏิบัติตนอยู่ในระเบียบ (Happy Principle) หมายถึง ความสุขที่เกิดจากการที่บุคลากรเคารพและปฏิบัติตามกฎระเบียบของสถานศึกษา องค์ประกอบด้านนี้มี 6 รายการ ได้แก่ 1) โรงเรียนกำหนดกฎระเบียบที่ดีและมีธรรมาภิบาล 2) บุคลากรเข้าใจกฎระเบียบของโรงเรียนเป็นอย่างดี 3) บุคลากรปฏิบัติตามกฎระเบียบของโรงเรียนอย่างเคร่งครัด 4) การเคารพกฎระเบียบของโรงเรียน 5) โรงเรียนมีการพัฒนากฎระเบียบได้ทันตามยุคสมัย และ 6) บุคลากรไม่มีความผิดพลาดหากไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่กำหนด

องค์ประกอบที่ 8 ความสุขทางวัฒนธรรมและศาสนา (Happy Soul) หมายถึง ความสุขที่เกิดจากการที่บุคลากรมีส่วนร่วมกับกิจกรรมทางวัฒนธรรมและศาสนาที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม พร้อมทั้งโรงเรียนมีการส่งเสริมให้บุคลากรมีจรรยาบรรณต่อการปฏิบัติงาน องค์ประกอบด้านนี้มี 5 รายการ ได้แก่ 1) โรงเรียนส่งเสริมการปฏิบัติศาสนกิจในฐานะศาสนิกชนที่ดี 2) โรงเรียนส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม 3) โรงเรียนส่งเสริมทำผลงานเพื่อความก้าวหน้าในสายงาน 4) โรงเรียนส่งเสริมและให้ความรู้ด้านจรรยาบรรณต่อการปฏิบัติงาน และ 5) การมีส่วนร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม

องค์ประกอบที่ 9 ความสุขจากบรรยากาศและสภาพแวดล้อม (Happy Ecosystem) หมายถึง ความสุขที่เกิดจากบุคลากรอยู่ท่ามกลางบรรยากาศและสภาพแวดล้อมของความเป็นประชาธิปไตยและวัฒนธรรมที่งดงามขององค์กร องค์ประกอบด้านนี้มี 5 รายการ ได้แก่ 1) ผู้บริหารสร้างวัฒนธรรมองค์กรแบบประชาธิปไตย 2) ผู้บริหารให้โอกาสและส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิชาชีพ 3) ผู้บริหารเป็นต้นแบบของการสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่ดี 4) บรรยากาศขององค์กรเป็นลักษณะการทำงานแบบครอบครัวที่เอื้ออาทรซึ่งกันและกัน และ 5) บรรยากาศที่มีชีวิตชีวาขององค์กรแห่งนวัตกรรมทางการศึกษา

องค์ประกอบที่ 10 ความสุขจากการผ่อนคลาย (Happy Relax) หมายถึง ความสุขที่เกิดจากบุคลากรมีงานอดิเรกที่ชอบทำในเวลาว่างจากการทำงานและรู้จักหากิจกรรมเพื่อผ่อนคลายเมื่อรู้สึกเกิดความเครียดจากการทำงาน องค์ประกอบด้านนี้มี 3 รายการ ได้แก่ 1) บุคลากรรู้จักหากิจกรรมเพื่อผ่อนคลายเมื่อรู้สึกเครียดจากการทำงาน 2) บุคลากรมีงานอดิเรกที่ชอบทำในเวลาว่างจากการทำงาน และ 3) โรงเรียนที่สถานที่ผ่อนคลายและมีการจัดกิจกรรมอย่างต่อเนื่องให้กับบุคลากร

3. แนวทางการสร้างองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานคร ภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป

ผลการตรวจสอบองค์ประกอบโดยใช้วิธีทวิภาคีวิจัยสามเส้าด้านข้อมูลและการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาแนวทางในการสร้างองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป พบว่า

3.1 แนวทางการพัฒนาองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปแต่ละแห่งจำเป็นต้องอาศัยการออกแบบเฉพาะที่เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของตนเองทั้งปัจจัยคุณลักษณะบุคคลและปัจจัยระดับองค์กร ประเด็นที่มีการกล่าวถึงและมีความสำคัญมากต่อการพัฒนาให้เป็นองค์กรแห่งความสุขมี ดังนี้

1) การยอมรับข้อตกลง (Acceptance of the Rule) บ่อยครั้งที่องค์กรสามารถกำหนดข้อตกลงหรือสร้างกฎเกณฑ์ขึ้นมาได้โดยง่าย แต่ยากที่จะสร้างแรงจูงใจให้ทุกคนปฏิบัติตามอย่างพร้อมเพรียงกันโดยไม่ใช้การบังคับหรือทำให้เกิดการยอมรับข้อตกลงหรือกฎเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น การยอมรับข้อตกลงให้เป็นพฤติกรรมร่วมกันของบุคลากรทั้งองค์กรจึงเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง

2) การมีส่วนร่วมทุกระดับ (Participatory Hierarchy) หมายถึงการทำให้ความรู้สึกที่มีกำแพงขวางกั้นหรืออุปสรรคต่าง ๆ หายไป เพื่อให้เกิดการเข้าร่วมกิจกรรม การแลกเปลี่ยน และมีความผูกพันเกิดขึ้นในการทำงานของบุคลากรทุกระดับ

3) ความสัมพันธ์ทางบวกและบรรยากาศในการทำงาน (Positive Relations and Working Climate) การแสดงออกทางบวก (ความคิดเห็น คำพูด ท่าทาง) ล้วนมีส่วนช่วยสร้างบรรยากาศในองค์กรสร้างสุข ทำให้การแสดงออกทางความคิดและพฤติกรรมเกิดผลดี เกิดสภาพแวดล้อมที่ดีในการทำงานทั้งในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ความพึงพอใจต่องาน โดยเฉพาะในกลุ่มคนรุ่นใหม่ที่เข้ามาสู่องค์กร ดังนั้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคลากรจึงเป็นสิ่งช่วยให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีได้

4) ความประทับใจในคุณค่าของงานที่ทำ (Appreciation of the Values of Work) แนวคิดเรื่องงานที่มีคุณค่า (Decent Work) มาจากการมองเห็นความหมายของงานที่ได้รับมอบหมาย มีความรู้สึกที่ดี ตั้งใจที่จะทำในที่สุดก็จะเกิดความรักและห่วงแหนผลงานที่ประดิษฐ์ขึ้นอย่างประณีตบรรจง เต็มใจ และทุ่มเท ผลงานจึงมักมีคุณภาพสูง ความประทับใจในคุณค่าของงานไม่ได้เกิดขึ้นจากปัจจัยเรื่องเงินเดือนหรือค่าตอบแทนที่ได้แต่มาจากปัจจัยด้านสภาพสังคมกลุ่มเพื่อนและการกระตุ้นทางความคิดของผู้ที่เกี่ยวข้อง กระบวนการสร้างงานนี้มีความสุขสอดแทรกหรือเบ่งบานอยู่ในระหว่างทางและปลายทางที่ผลงานปรากฏอย่างชัดเจน

5) ลักษณะของการสื่อสาร (Communication Characteristic) นับว่าเป็นปัจจัยที่ทรงอิทธิพลต่อการสร้างสุขในองค์กร การสื่อสารเชิงบวกที่เชื่อมโยงเข้าถึงบุคลากรทุกระดับมักอาศัยการสื่อสารอย่างไม่เป็นทางการหลากหลายรูปแบบทั้งการแสดงท่าทาง การใช้คำพูด การใช้สื่อสังคมออนไลน์และกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ภาพกิจกรรมของบุคลากรและครอบครัว กิจกรรมเชิงวิชาการ และเรื่องเล่าประสบการณ์ที่ประทับใจในเทศกาลสำคัญ เป็นต้น

3.2 การออกแบบกระบวนการสร้างองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานที่เหมาะสมภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป โดยสอดคล้องตามบริบทขององค์กรทางการศึกษาตามแนวคิด MAPHR ประกอบด้วยองค์ประกอบหลักของปัจจัยสร้างสุขในองค์กร 5 มิติ ได้แก่ (1) M: Management หรือสุขด้วยการจัดการ (2) A: Atmosphere & Environment หรือสุขด้วยบรรยากาศและสภาพแวดล้อม (3) P: Process หรือสุขด้วยกระบวนการสร้างสุข (4) H: Health หรือสุขด้วยสุขภาพกายและใจ และ (5) R: Result หรือสุขด้วยผลลัพธ์ขององค์กร ดังนั้น การพัฒนาความสุขในองค์กรจะเกิดความต่อเนื่องและยั่งยืนจำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบหลักทั้งห้าเป็นหลักคิดในการพัฒนากระบวนการ

3.3 ปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบของความสุขในการทำงาน ได้แก่ 1) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวงาน ได้แก่ ลักษณะของงาน ชนิดของงาน ความแตกต่างของงานความอิสระในงาน ความก้าวหน้าความสำเร็จ และความสมบูรณ์ของงาน 2) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคนและสัมพันธภาพระหว่างบุคคล ได้แก่ ความสัมพันธ์กับผู้ร่วมงาน การได้รับการยอมรับและการเป็นที่รู้จัก และการได้รับความชื่นชมจากผู้ร่วมงาน 3) ปัจจัยเกี่ยวกับตนเอง ได้แก่ ทักษะคิดส่วนตัว การมีความสามารถการเห็นคุณค่าในตนเอง และความเชื่อมั่นเกี่ยวกับงาน และ 4) ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่ วัฒนธรรมองค์กร บรรยากาศองค์กร และการรับรู้ของสังคมเกี่ยวกับงาน เป็นต้น

ส่วนปัจจัยแห่งการสร้างองค์กรแห่งความสุขในสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครพบว่า วิถีแห่งการสร้างสุขในโรงเรียนไม่อาจลอกเลียนกันได้ สภาพปัจจุบันปัจจัยภายในรวมถึงภายนอกบางประการล้วนแต่ชักนำให้สภาวะแห่งความสุขหดหายไปได้อย่างง่าย แม้ว่าผู้บริหารส่วนหนึ่งมองว่าการพัฒนาทักษะชีวิตให้กับบุคลากรเป็นเรื่องไม่จำเป็น กระทั่งต่อกระบวนการทำงาน ต้องใช้เวลา และยิ่งอบรมก็ยังมีค่าใช้จ่าย เมื่อพัฒนาคุณภาพสูงขึ้นไม่นานก็ลาออก แต่หากพิจารณาถึงรูปแบบการทำงานด้านการศึกษาทั้งในปัจจุบันและการ

เปลี่ยนแปลงในอนาคต ซึ่งมีผลชัดเจนต่อความสัมพันธ์ระหว่างบุคลากร ทำให้องค์กรขาดความรู้จากการเรียนรู้ระหว่างบุคลากร การถ่ายทอดทักษะงาน การแบ่งปันและแลกเปลี่ยน รวมทั้งการพัฒนาผู้นำทางการศึกษาต้นแบบในด้านต่าง ๆ อันจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการทำงานและคุณภาพ สถานที่ทำงานจึงยังเป็นแหล่งสำคัญที่ผู้คนจะได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะงานรวมถึงทักษะการใช้ชีวิตร่วมกัน การหลอมรวมความรู้และความสามารถเพื่อสร้างสรรค์ประโยชน์ต่อองค์กรและสังคม ดังนั้น ผลที่ได้จากการจัดกระบวนการสร้างสุขให้กับบุคลากรในองค์กรและการพัฒนาองค์กรสร้างสุขจึงมีน้ำหนักมากกว่าสิ่งที่องค์กรจะต้องลงทุนอย่างชัดเจน

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยและบทสรุปในหัวข้อที่ผ่านมามีประเด็นสำคัญที่สามารถนำมาอภิปรายเพื่อให้เห็นประเด็นการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่สอดคล้องกับผลงานวิจัยในอดีตและผลงานวิชาการที่ผ่านมาได้ ดังนี้

1. ประเด็นอภิปรายตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อ 1

1) ความสุขด้านจิตใจ (Happy Heart) จัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป นั่นคือ ความสุขที่เกิดจากบุคลากรของโรงเรียนมีการทำงานเป็นทีม มีบรรยากาศและการสื่อสารในการปฏิบัติงานเป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทิพวัลย์ รามรัง และसानิต ฤทธิมนตรี [7] ที่พบว่าการมีความเอื้ออาทรต่อการสามารถปฏิบัติงานแทนกันและช่วยเหลือกันในที่ทำงาน เปรียบเสมือนเป็นครอบครัวเดียวกัน รวมถึงการให้ความสำคัญในการทำงานเป็นทีมเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสุขด้านจิตใจและในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยของ Heifetz [8] ที่พบว่าการมีการสื่อสารกับเพื่อนร่วมงานในองค์กรอย่างเป็นกัลยาณมิตรและมีความเอื้ออาทรกันนั้นเป็นองค์ประกอบความสุขด้านจิตใจ

2) ความสุขด้านสถานะทางการเงิน (Happy Money) จัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป นั่นคือ ความสุขด้านสถานะทางการเงินที่เกิดจากบุคลากรได้รับค่าตอบแทนที่เหมาะสมกับหน้าที่ที่ได้รับผิดชอบในการปฏิบัติงานและมีการจัดทำบัญชีรายรับรายจ่ายของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมคิด ปิ่นทอง [9] ที่พบว่าการมีความพึงพอใจต่อสถานะทางการเงินที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน มีเงินเหลือเก็บทุกเดือน ครอบครัวมีการจัดทำบัญชีรายรับรายจ่ายและบริหารจัดการเงินได้เป็นอย่างดี มีการยึดหลักความพอเพียงของชีวิต ไม่สร้างหนี้กับสิ่งฟุ่มเฟือย และมีความมั่นคงอย่างยั่งยืน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของความสุขด้านสถานะทางการเงิน

3) ความสุขด้านสังคม (Happy Society) จัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป นั่นคือ ความสุขด้านสังคมที่เกิดจากบุคลากรมีความสุขกับการทำงานและการทำกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมและชุมชนแบบมีส่วนร่วม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Heifetz [8] และสมคิด ปิ่นทอง [9] ที่พบว่าความสัมพันธ์กับผู้อื่นการอยู่ร่วมกันกับสังคมอย่างมีความสุข การมีคุณภาพชีวิตในการทำงาน และการทำกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม อาทิ การปลูกป่า/การบริจาคสิ่งของ/การทำกิจกรรมบำเพ็ญสาธารณะกุศลนั้นเป็นองค์ประกอบของความสุขด้านสังคม

4) ความสุขจากครอบครัว (Happy Family) จัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป นั่นคือ ความสุขจากครอบครัวที่บุคลากรได้รับกำลังใจในการทำงานจากครอบครัวและเป็นครอบครัวที่มีความอบอุ่น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของสมคิด ปิ่นทอง [9] อริคุณ สินธนาปัญญา และคณะ [10] และทิพวัลย์ รามรัง และसानิต ฤทธิมนตรี [11] รวมถึงคำกล่าวของ Burton [12] และ National Heart Foundation of Australia [13] ที่พบและกล่าวว่าการมี

ครอบครัวที่อบอุ่นและเป็นกำลังใจ ภาระงานที่รับผิดชอบไม่ส่งผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ในครอบครัว คนในครอบครัวจะมีส่วนร่วมรับรู้และช่วยให้คำปรึกษา สมาชิกในครอบครัวภูมิใจในงาน และทุกคนจะรับรู้ปัญหา และร่วมกันแก้ไข ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบของความสุขจากครอบครัว

5) ความสุขทางสมอง (Happy Brain) จัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการเป็นองค์กรแห่งความสุข ของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป นั่นคือ ความสุขทางสมองที่เกิดจากบุคลากรรู้วิธีในการพัฒนางานของตนเองและพร้อมที่จะแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการปฏิบัติงานให้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมคิด ปิ่นทอง [9] และทิพวัลย์ รามรัง และसानิต ฤทธิมนตรี [11] ที่พบว่าบุคลากรมีการเรียนรู้ของตนเองที่ไม่สิ้นสุด มีการพัฒนาตนเองอยู่ตลอดเวลา และพร้อมที่จะแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนร่วมงาน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของความสุขทางสมอง

6) ความสุขด้านร่างกาย (Happy Body) จัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป นั่นคือ ความสุขด้านร่างกายที่เกิดจากการเป็นผู้มีสุขภาพจิตที่ดี ได้รับสิทธิการรักษาพยาบาลอย่างทั่วถึง รวมถึงการมีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรงจากการเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อธิคุณ สินธนาปัญญา และคณะ [10] และทิพวัลย์ รามรัง และसानิต ฤทธิมนตรี [11] ที่พบว่าการมีสุขภาพกายที่แข็งแรงแสดงถึงความพร้อมต่อการทำงาน การมีส่วนร่วมในการสร้างเสริมสุขภาวะที่ดีในการปฏิบัติงาน และการสนับสนุนกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพให้แก่บุคลากรนั้น ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบของความสุขด้านร่างกาย

7) ความสุขจากการปฏิบัติตนอยู่ในระเบียบ (Happy Principle) จัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป นั่นคือ การที่บุคลากรของโรงเรียนเคารพและปฏิบัติตามกฎระเบียบของโรงเรียนอย่างเคร่งครัด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอธิคุณ สินธนาปัญญา และคณะ [10] และทิพวัลย์ รามรัง และसानิต ฤทธิมนตรี [11] ที่พบว่าการมีนโยบายหรือกิจกรรมกระตุ้นให้บุคลากรจงรักภักดีต่อองค์กร มีความสามัคคีกลมเกลียวกัน การพร้อมที่จะเสียสละและช่วยเหลือกันทุกครั้งที่ต้องการหรือเพื่อนร่วมงานประสบปัญหา มีความสุขในการทำงานจากการมีสังคมและสิ่งแวดล้อมที่ดี ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบของการปฏิบัติตนอยู่ในระเบียบขององค์กรแห่งความสุข

8) ความสุขทางวัฒนธรรมและศาสนา (Happy Soul) จัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป นั่นคือ ความสุขที่เกิดจากการที่บุคลากรมีส่วนร่วมกิจกรรมทางวัฒนธรรมและศาสนากิจที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคมส่วนรวม พร้อมทั้งโรงเรียนมีการส่งเสริมให้บุคลากรมีจรรยาบรรณต่อการปฏิบัติงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมคิด ปิ่นทอง [9] อธิคุณ สินธนาปัญญา และคณะ [10] และทิพวัลย์ รามรัง และसानิต ฤทธิมนตรี [11] ที่พบว่าสถาบันการศึกษาควรมีการปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณที่จำเป็น การส่งเสริมให้บุคลากรเข้าร่วมกิจกรรมทางวัฒนธรรมและศาสนาการให้ความสำคัญกับการใช้หลักธรรมคำสอนทางศาสนา และการปฏิบัติตามกรอบของศีลธรรมอย่างเหมาะสม ซึ่งแสดงถึงการเป็นองค์ประกอบของความสุขทางวัฒนธรรมและศาสนา

9) ความสุขจากบรรยากาศและสภาพแวดล้อม (Happy Ecosystem) จัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป นั่นคือ ความสุขที่เกิดจากบุคลากรได้อยู่ท่ามกลางบรรยากาศและสภาพแวดล้อมของความเป็นประชาธิปไตยและวัฒนธรรมที่งดงามขององค์กร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล และคณะ [2] และ Habtoor [14] ที่กล่าวถึง การสร้างบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ดีในการบริหารการศึกษาและการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษายุคดิจิทัลที่มีประโยชน์จะช่วยให้บุคลากรมีความสุขกับการปฏิบัติงานมากขึ้น อีกทั้งใน

สถานการณ์วิถีปกติใหม่ผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานควรมีภาวะผู้นำเชิงนวัตกรรม (Innovative Leadership) เพื่อให้สามารถสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา รวมถึงการใช้เป็นเครื่องมือทางการศึกษาที่สามารถแบ่งเบาภาระหน้าที่ของบุคลากรสำหรับการจัดการเรียนการสอนในสถานการณ์ปกติใหม่ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบของความสุขจากบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ดีในองค์กรทางการศึกษา

10) ความสุขจากการผ่อนคลาย (Happy Relax) จัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป นั่นคือความสุขจากการผ่อนคลายที่เกิดจากบุคลากรมีงานอดิเรกที่ชอบทำในเวลาว่างจากการทำงาน การพัฒนาตนเองในด้านต่าง ๆ และรู้จักหากิจกรรมเพื่อผ่อนคลายเมื่อรู้สึกเกิดความเครียดจากการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ayoko et al. [15] รวมถึงคำกล่าวของ Thummakul et al. [16] และ Kaedumkoeng et al. [17] ที่พบและกล่าวว่าการรู้จักจัดสรรเวลาทำงานและเวลาพักผ่อนได้อย่างสมดุล ใช้เวลาว่างในการพักผ่อนเพียงพอใช้เวลาบางส่วนไปกับการทำงานอดิเรกที่ตนชื่นชอบ เมื่อมีความเครียดที่เกิดขึ้นจากการทำงานมีการหยุดพักสมองเพื่อให้ความพร้อมในการแก้ปัญหาของต่อไปได้ ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบของความสุขจากการผ่อนคลาย

2. ประเด็นอภิปรายตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อ 2

ผลการวิจัยทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าแนวทางต่าง ๆ ที่ค้นพบจากการวิจัยสามารถเป็นดัชนีชี้วัดการสร้างองค์กรไปสู่องค์กรแห่งความสุข อีกทั้งยังเป็นตัวกำหนดระดับประสิทธิภาพของการทำงานรวมถึงสมรรถนะโดยภาพรวมของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครได้ทั้งในสถานการณ์วิถีปกติใหม่รวมถึงวิถีถัดไป โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Baird et al. [18] และ Kurian et al. [19] ที่พบว่าแนวทางการสร้างองค์กรสมรรถนะสูงย่อมเกิดจากการออกแบบกระบวนการสร้างองค์กรแห่งความสุขที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่เกิดจากการมีส่วนร่วมของบุคลากรทุกระดับ การสื่อสารตามช่องทางที่เหมาะสม รวมถึงความสัมพันธ์ทางบวกและบรรยากาศในการทำงาน

สรุปผลการวิจัย

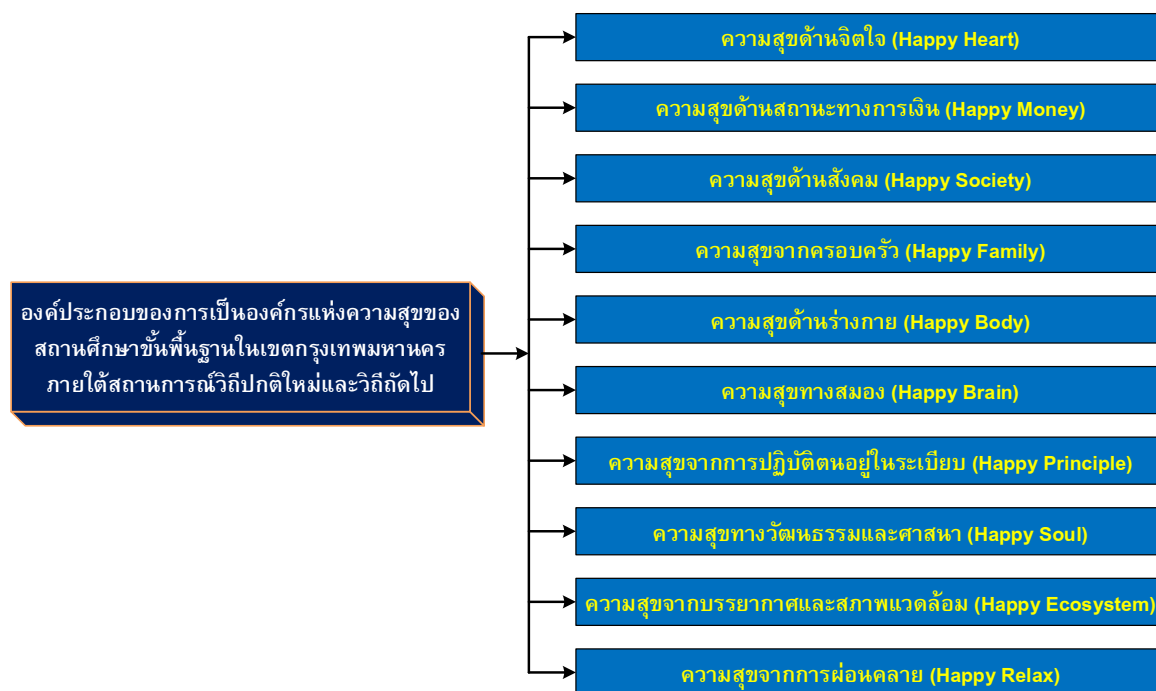
จากการศึกษาวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์และอภิปรายผลการวิจัยซึ่งมีสาระสำคัญในประเด็นต่อไปนี้

1. องค์ประกอบของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปมี 10 องค์ประกอบ 60 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ (1) ความสุขด้านจิตใจ (Happy Heart) (2) ความสุขด้านสถานะทางการเงิน (Happy Money) (3) ความสุขด้านสังคม (Happy Society) (4) ความสุขจากครอบครัว (Happy Family) (5) ความสุขทางสมอง (Happy Brain) (6) ความสุขด้านร่างกาย (Happy Body) (7) ความสุขจากการปฏิบัติตนอยู่ในระเบียบ (Happy Principle) (8) ความสุขทางวัฒนธรรมและศาสนา (Happy Soul), (9) ความสุขจากบรรยากาศและสภาพแวดล้อม (Happy Ecosystem) และ (10) ความสุขจากการผ่อนคลาย (Happy Relax) แสดงดังภาพที่ 1

2. แนวทางในการสร้างองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป ประกอบด้วย

2.1 แนวทางการพัฒนาองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปมีประเด็นสำคัญ ได้แก่ 1) การยอมรับข้อตกลง (Acceptance of the Rule) 2) การมีส่วนร่วมทุกระดับ (Participatory Hierarchy) 3) ความสัมพันธ์ทางบวกและบรรยากาศในการทำงาน (Positive Relations and Working Climate) 4) ความประทับใจในคุณค่าของงานที่ทำ (Appreciation of the Values of Work) และ 5) ลักษณะของการสื่อสาร (Communication Characteristic)

2.2 การออกแบบกระบวนการสร้างองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานที่เหมาะสมภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปประกอบด้วย (1) M: Management หรือสุขด้วยการจัดการ (2) A: Atmosphere & Environment หรือสุขด้วยบรรยากาศและสภาพแวดล้อม (3) P: Process หรือสุขด้วยกระบวนการสร้างสุข (4) H: Health หรือสุขด้วยสุขภาพกายและใจ และ (5) R: Result หรือสุขด้วยผลลัพธ์ขององค์กร



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานคร ภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป

สำหรับปัจจัยหลักที่เป็นองค์ประกอบของความสุขในการทำงาน ได้แก่ 1) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวงาน ได้แก่ ลักษณะของงาน ชนิดของงาน ความแตกต่างของงานความอิสระในงานความก้าวหน้าความสำเร็จและความสมบูรณ์ของงาน 2) ปัจจัยที่เกี่ยวกับคนและสัมพันธภาพระหว่างบุคคล ได้แก่ ความสัมพันธ์กับผู้ร่วมงาน การได้รับการยอมรับและการเป็นที่รู้จัก และการได้รับความชื่นชมจากผู้ร่วมงาน 3) ปัจจัยเกี่ยวกับตนเอง ได้แก่ ทักษะทัศนคติส่วนตัว การมีความสามารถในการเห็นคุณค่าในตนเอง และความเชื่อมั่นเกี่ยวกับงาน และ 4) ปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่ วัฒนธรรมองค์กร บรรยากาศองค์กร และการรับรู้ของสังคมเกี่ยวกับงาน เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ ผลการศึกษาวิจัยองค์ประกอบและแนวทางของการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตกรุงเทพมหานครภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปพบองค์ประกอบใหม่ ได้แก่ ความสุขจากการปฏิบัติตนอยู่ในระเบียบและมีความสุขจากบรรยากาศและสภาพแวดล้อม ดังนั้น ผู้บริหารหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับสถานศึกษาขั้นพื้นฐานควรกำหนดนโยบายแผนการปฏิบัติงานระเบียบที่เหมาะสมเพื่อให้สอดคล้องกับการเป็นองค์กรแห่งความสุขกับบริบททางการศึกษา

ส่วนการสร้างบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ดีก็ควรสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นอย่างประณีตและมีคุณภาพอีกทั้งเป็นการพัฒนางานและบุคลากรให้มีการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถต่อยอดศาสตร์การบริหาร การศึกษาอย่างต่อเนื่องเพื่อความยั่งยืน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรศึกษาวิจัยเชิงลึกเพื่อหาแนวทางการสร้างองค์กรแห่งความสุขโดยนำองค์ประกอบที่ได้ไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของการบริหารจัดการสถานศึกษาขั้นพื้นฐานแต่ละแห่งโดยคำนึงการสร้างความสุขที่แท้จริง และ

2) ควรศึกษาเปรียบเทียบแนวคิด วิธีการปฏิบัติ และองค์ประกอบการเป็นองค์กรแห่งความสุขของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในบริบทต่างวัฒนธรรมในภูมิภาคอาเซียนและบริบทของโลก

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยและตีพิมพ์เผยแพร่จากสถาบันนวัตกรรมทางการศึกษา สมาคมส่งเสริมการศึกษาทางไกลและวิทยาลัยผู้ประกอบการสร้างสรรค์นานาชาติรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ดรุณี ปัญจรัตนกร, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาต. (2563). การพัฒนาระบบบริหารจัดการ เรียนรู้เพื่อสนับสนุนการศึกษาทางเลือกสำหรับการศึกษาระดับมัธยมศึกษา. ใน *การประชุมสถาบันพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา (สคบศ. วิชาการ) ครั้งที่ 1*. หน้า 55-56. 3 สิงหาคม 2563. ม.ป.ท.
- [2] สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ฤทธิเดช พรหมดี, นฤมล รอดเนียม, พิภพ วังเงิน, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาต. (2564). การศึกษาองค์ประกอบของการจัดองค์กรแห่งนวัตกรรมทางการศึกษายุคดิจิทัลสำหรับสถานศึกษา ขั้นพื้นฐานที่เหมาะสมในประเทศไทย. ใน *การประชุมวิชาการทางการศึกษา ครั้งที่ 9 มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์*. 5-7 พฤษภาคม 2564. หน้า 294-306. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [3] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2556). *123 สู่การเป็นองค์กรแห่งความสุข*. กรุงเทพฯ: สองขาครีเอชั่น.
- [4] Gavin, J.H., and Mason, R.O. (2004). The Virtuous Organization: The Value of Happiness in the Workplace. *Organization Dynamics*. 33(1), 379-392.
- [5] พงษ์ศักดิ์ ผกามาต, และดรุณี ปัญจรัตนกร. (2563). รูปแบบการบริหารสู่ความเป็นเลิศของโรงเรียน วิทยาศาสตร์สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. ใน *การประชุมสถาบันพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา ครั้งที่ 1*. 3 สิงหาคม 2563. หน้า 58-59. นครปฐม: สคบศ.
- [6] Hamdan, K.M., Al-Bashaireh, A.M., Zahran, Z., Al-Daghestani, A., AL-Habashneh, S., and Shaheen, A.M. (2021). University Students' Interaction, Internet Self-Efficacy, Self-Regulation and Satisfaction with Online Education during Pandemic Crises of COVID-19 (SARS-CoV-2). *International Journal of Educational Management*. 35(3), 713-725.
- [7] ทิพวัลย์ รามรณ, และसानิต ฤทธิมนต์ศรี. (2561). แนวทางการเสริมสร้างองค์กรแห่งความสุข ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. *วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*. 44(1), 185-208.

- [8] Heifetz, R. (2020). *The Practice of Adaptive Leadership: Tools and Tactics for Changing Your Organization and the World*. Harvard Kennedy School. 79 John F. Kennedy Street Cambridge, MA.
- [9] สมคิด ปิ่นทอง. (2556). *รูปแบบการจัดการกีฬาแห่งประเทศไทยให้เป็นองค์กรแห่งความสุข*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [10] อธิคุณ สินธนาปัญญา, อภิธีร์ ทรงบัณฑิตย์, ราชันย์ บุญธิมา, และวีระ สุภากิจ. (2557). การบริหารความสุขในสถานศึกษา. *วารสารสุทธิปริทัศน์*. 28(88), 15-32.
- [11] ทิพวัลย์ รามรณ, และसानิต ฤทธิมนตรี. (2561). แนวทางการเสริมสร้างองค์กรแห่งความสุขในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. *วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*. 44(1), 185-208.
- [12] Burton, J. (2010). *WHO Healthy Workplace Framework and Model: Background and Supporting Literature and Practice: World Health Organization*. Retrieved December 8, 2021, from www.who.int/occupational_health/healthy_workplace_framework.pdf
- [13] National Heart Foundation of Australia. (2011). *Health Workplace Guide*. Retrieved March 20, 2021, from www.heartfoundation.org.au/SiteCollectionDocuments/HF-WorkplaceHealth.pdf
- [14] Habtoor, N. (2016). Influence of Human Factors on Organisational Performance: Quality Improvement Practices as a Mediator Variable. *International Journal of Productivity and Performance Management*. 65(4), 460-484.
- [15] Ayoko, O.B., Ang, A.A., and Parry, K. (2017). Organizational Crisis: Emotions and Contradictions in Managing Internal Stakeholders. *International Journal of Conflict Management*. 28(5), 617-643.
- [16] Thummakul, D., Kaeodumkoeng, K., Prasertsin, U., Sinjindawong, S., and Makmee, P. (2012). The Development of Happy Workplace Index. *Int J Bus Manag*. 1, 527-536.
- [17] Kaeodumkoeng, K., Thummakul, D., Makmee, P., Sinjindawong, S., and Prasertsin, U. (2010). The Result of Happy Workplace Index Development. *The Happy Workplace Index Project Report*. 5-15.
- [18] Baird, K., Su, S., and Munir, R. (2019). Levers of Control, Management Innovation and Organizational Performance. *Pacific Accounting Review*. 31(3), 358-375.
- [19] Kurian, J.C., Goh, D.H.-L., and John, B.M. (2021). Organizational Culture on the Facebook Page of an Emergency Management Agency: a Thematic Analysis. *Online Information Review*. 45(2), 336-355.

**RANC15-031 แนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพ
ภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทย**
**GUIDELINES FOR ADJUSTMENT OF EFFECTIVE INDUSTRIAL AND SERVICE
BUSINESSES SECTOR UNDER NEW AND NEXT NORMAL SITUATION IN THAILAND**

พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ^{1*}, อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ², โสภิดา สัมปัตติกร³, สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล⁴
ปัญญา ศิริมาศ⁵, รัชดา ภัคดียิ่ง⁶

Phongsak Phakamach^{1}, Udomvit Chaisakulkiet², Sopida Sampattikorn³, Suriya Wachirawongpaisarn⁴,
Punya Sirimas⁵, Ratchada Phakdeeying⁶*

^{1,2}วิทยาลัยผู้ประกอบการสร้างสรรค์นานาชาติรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

^{1,2}*Rattanakosin International College of Creative Entrepreneurship,
Rajamangala University of Technology Rattanakosin.*

³คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

³*Faculty of Industrial and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus.*

^{4,5}สถาบันนวัตกรรมทางการศึกษา สมาคมส่งเสริมการศึกษาทางเลือก

^{4,5}*Educational Innovation Institute, Promote Alternative Education Association.*

⁶คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

⁶*Faculty of Administration, North Eastern University.*

**Corresponding author, E-mail: phongsak.pha@rmutr.ac.th*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อการศึกษาแนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทย การวิจัยใช้ระเบียบวิธีเชิงคุณภาพโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้บริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่เป็นเลิศในประเทศไทย 100 แห่ง จำนวน 100 คน จากการเลือกผู้บริหารแบบเจาะจงตามคุณสมบัติที่กำหนด การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างแบบเปิด การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสารถภาพและสัมพันธ์ภาพ วิธีดำเนินการวิจัยมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการศึกษาเอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) ขั้นการเก็บข้อมูลและกำหนดองค์ประกอบ 3) ขั้นการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบ และ 4) ขั้นการตรวจสอบและยืนยันแนวทางที่เหมาะสมโดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) การจัดการตอบสนองต่อความต้องการ (2) การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล (3) การปรับแนวความคิดหรือพฤติกรรม และ (4) การบริหารจัดการทรัพยากร โดยมี 12 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) การกำหนดวิสัยทัศน์และยุทธศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ 2) การกำหนดโครงสร้าง

และทรัพยากรองค์กรที่เหมาะสม 3) การสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่สนับสนุนการก่อเกิดนวัตกรรมและบริการทุกมิติ 4) รูปแบบ กระบวนการ และการปฏิบัติที่เอื้อต่อการจัดการตอบสนองต่อความต้องการ 5) การประยุกต์ใช้ระบบไอซีที และแพลตฟอร์มดิจิทัลที่เหมาะสมสำหรับการบริการ 6) ทีมผู้นำเชิงปรับตัวที่มุ่งมั่นไปสู่การเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมและบริการอย่างเป็นระบบ 7) ทีมงานมีนิสัยแห่งนวัตกรรมในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีคุณภาพ 8) การสร้างบรรยากาศ และระบบนิเวศขององค์กรที่มีอัตลักษณ์เฉพาะตัว 9) นวัตกรรมการจัดการความรู้ที่มีประสิทธิภาพ 10) การปรับแนวคิด หรือพฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ 11) การส่งเสริมบุคลากรให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้อย่างอิสระ และ 12) การสร้างแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้เชิงดิจิทัลทั่วทั้งองค์กร

คำสำคัญ: ธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการ ยุคดิจิทัล สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป

Abstract

The objective of this research is to study the guidelines for adjustment of effective industrial and service businesses sector under new and next normal situations in Thailand. The research used a qualitative methodology by in-depth interviews with 100 administrators of 100 best practice industrial and service businesses sector, based on a specific selection of administrators. Data collection using open end structured interview guide. Analysis of emphasis and coherence data. The research method was carried out in 4 stages: 1) study, documents and relevant research reports, 2) data collection and composition, 3) analysis and synthesis of the composition, and 4) appropriate component verification and confirmation stages using connoisseurship based on 9 experts. The results of the research were as follows: an effective industrial sector adjustment under new and next normal situations in Thailand has four key components: (1) demand responsive management; (2) digital transformation; (3) mindset change; and (4) resource management. There are 12 indicators included: 1) determination of effective vision and strategies; 2) determination of appropriate organizational structure and resources; 3) creation of an organizational culture that supports the creation of innovation and services in all dimensions; 4) forms, processes and practices that facilitate demand responsive management; 5) appropriate ICT and digital platforms applications for services; 6) adaptive leadership team striving to be a systematic organization of innovation and services; 7) team has an innovative habit of creating quality work; 8) creating a unique corporate climate and ecosystem; 9) effective knowledge management innovation; 10) mindset change or constructive behaviors; 11) promoting personnel for exchange of knowledge freely; and 12) motivating digital learning across the organization.

Keywords: Industrial And Service Businesses, Digital Era, New And Next Normal Situations.

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงบริบทในโลกโดยถูกขับเคลื่อนด้วยความรู้ันวัตกรรม เทคโนโลยีสังคม วัฒนธรรม การเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงเชิงดิจิทัล (Digital Transformation) อย่างรวดเร็ว [1]

ประเทศไทยรวมถึงนานาชาติต้องเผชิญกับกระแสการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญทั้งที่แบบเปลี่ยนเร็วและฉับพลัน ผันผวนหรือพลิกโฉมมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นทั้งโอกาสและความเสี่ยงต่อการพัฒนาประเทศเกือบทุกมิติ ท่ามกลางความเปลี่ยนแปลงของสังคมสมัยใหม่ที่ต้องพึ่งพาอาศัยองค์ความรู้ และการก้าวสู่อุตสาหกรรมใหม่แห่งการดำรงชีวิตยุคดิจิทัลของประเทศไทย มีผลให้องค์กรทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ ภาคธุรกิจ รัฐวิสาหกิจ การบริการ รวมไปถึงภาคการศึกษา จำเป็นต้องปรับตัวเพื่อสร้างความสามารถและความได้เปรียบภายใต้เงื่อนไขของการแข่งขันที่รุนแรงขึ้น รวมถึงความมุ่งมั่นตามความคาดหวังของสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคธุรกิจ SMEs นับได้ว่าเป็นแหล่งการจ้างงานหลักของประเทศและยังมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ นั่นคือ 1) ช่วยสร้างงาน 2) สร้างมูลค่าเพิ่ม 3) สร้างเงินตราต่างประเทศ 4) ลดการนำเข้าสินค้าต่างประเทศ 5) เป็นจุดเริ่มต้นในการประกอบการธุรกิจ 6) เชื่อมโยงกับกิจกรรมขนาดใหญ่ และภาคการผลิตอื่น ๆ 7) เป็นแหล่งพัฒนาทักษะฝีมือ และ 8) สร้างความเข้มแข็งให้กับระบบเศรษฐกิจไทย ซึ่งถือเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นในกระบวนการบริหารจัดการธุรกิจอุตสาหกรรมยุคใหม่จึงต้องปรับเปลี่ยนและพัฒนาให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ตามบริบทที่เปลี่ยนไป ซึ่งผู้บริหารทุกระดับจะต้องสนใจใฝ่รู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา เพื่อที่จะทำให้การบริหารจัดการองค์กรอยู่รอดและบรรลุตามวัตถุประสงค์ [2]

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโควิด-19 (COVID-19) ซึ่งเป็นปัจจัยหลักทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของสังคมไปสู่ความปกติใหม่หรือฐานวิถีชีวิตใหม่ (New Normal) โดยส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมและการเปลี่ยนแปลงของสังคมและประชาชนโดยทั่วไปไม่ว่าจะเป็นรูปแบบการใช้ชีวิตประจำวัน การดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมถึงการติดต่อหรือการรับรู้ข่าวสารต่าง ๆ ทำให้เกิดผลกระทบต่อเนื่องไปยังผลการดำเนินงานและผลประกอบการของธุรกิจอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท อีกทั้งสถานการณ์วิถีชีวิตใหม่และวิถีถัดไป (Next Normal) ยังเป็นปัจจัยเร่งการเปลี่ยนแปลงไปสู่ยุคเศรษฐกิจและสังคมแบบดิจิทัลเร็วมากยิ่งขึ้น [3] นอกจากนี้สถานการณ์โควิด-19 นี้เองที่เป็นจุดตั้งต้นให้ผู้บริโภคจะเคลื่อนย้ายไปสู่พฤติกรรมใหม่ ซึ่งทำให้ภาคธุรกิจต้องมีการปรับตัวเพื่อก้าวเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital Economy) และรองรับฐานวิถีชีวิตใหม่ เช่น การทำงานจากบ้าน (Work from Home) การทำงานจากทุกที่ (Work from Everywhere) การเรียนรู้จากบ้าน (Learn from Home) และการประชุมแบบออนไลน์ (e-Meeting, Online Meeting) เป็นต้น ภายใต้สถานการณ์จากโควิด-19 ดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อการค้าและระบบเศรษฐกิจไปทั่วโลก [4] ทำให้อัตราการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมของโลก (World GDP) และผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย (Thailand GDP) มีอัตราเติบโตลดลงอย่างเห็นได้ชัด ในขณะเดียวกันในภาคธุรกิจอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศได้มีการกำหนดและทบทวนแผนการลงทุนโดยการปรับปรุงกลยุทธ์ขนานใหญ่เพื่อให้แน่ใจว่าธุรกิจมีความยืดหยุ่นในทุกสถานการณ์โดยไม่ลดทอนประสิทธิภาพในแง่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตโดยให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมต่าง ๆ ก็ยังไม่ปรากฏรูปแบบหรือแนวทางเชิงวิชาการอย่างชัดเจนที่แสดงว่ารูปแบบหรือแนวทางนั้นจะสามารถนำมาใช้เพื่อปรับปรุงกิจการให้ดีขึ้นภายใต้สถานการณ์ความปกติใหม่อย่างไร แรงผลักดันที่ต้องเร่งเข้าให้เกิดการปรับรูปแบบของธุรกิจอุตสาหกรรมให้มีความคล่องตัวและทันสมัย รวมถึงการปรับใช้เทคโนโลยีดิจิทัลให้เกิดความสมดุลเพื่อให้เกิดความสามารถทางการแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพในยุคอุตสาหกรรม 4.0 [5]

ดังนั้นการที่องค์กรธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการจะประสบความสำเร็จและอยู่รอดท่ามกลางความเปลี่ยนแปลงของโลกอย่างรวดเร็วดังกล่าว ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับการมีความคิดสร้างสรรค์ การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ และการสร้างสรรค์นวัตกรรม จากองค์กรแบบดั้งเดิม (Traditional) ที่เน้นการสั่งการจากบนลงล่าง ผู้บังคับบัญชาเป็นผู้ควบคุมสั่งการและวางแผนการทำงานทั้งหมด ต้องเปลี่ยนลักษณะองค์กรไปสู่การเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรม (Innovative Organization) [6-7] ที่ต้องมีการพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการ การบริหารงานใหม่ ๆ การประยุกต์ใช้

เทคโนโลยีและนวัตกรรม รวมไปถึงการสร้างนิสัยนวัตกรรมให้เกิดขึ้นกับคนในองค์กรนั้นก็คือ พนักงานทุกระดับในองค์กรที่จะต้องมีความคิดริเริ่ม สามารถสรรค์สร้างรูปแบบการทำงานใหม่ ๆ การสร้างสื่อการเรียนรู้ และใช้รูปแบบวิธีการทำงานแบบใหม่ ๆ อยู่เสมอ ทั้งนี้เพื่อการพัฒนาองค์กรธุรกิจอุตสาหกรรมให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ของสังคมยุคดิจิทัล เพราะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ถือเป็นจุดกำเนิดของการสร้างนวัตกรรมให้เกิดขึ้นภายในองค์กร นอกจากนี้โครงสร้างเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม (Innovation-Driven Economy) เป็นระบบที่มีพลวัตสูงหรือเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว ทำให้คุณลักษณะของทรัพยากรมนุษย์ยุคใหม่จะต้องมีความสามารถในการสื่อสาร ความคิดสร้างสรรค์ความร่วมมือประสานงาน และความสามารถในการปรับตัว อันนำมาซึ่งการพัฒนานวัตกรรมที่มีมูลค่าสูงกว่าการผลิตพื้นฐาน ทำให้องค์กรความรู้และทักษะเป็นหัวใจสำคัญของระบบเศรษฐกิจ ส่วนเครือข่ายการเรียนรู้เป็นระบบการเชื่อมโยงระหว่างบุคคล หน่วยงาน และองค์กรเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดข้อมูลข่าวสารและทรัพยากร ตลอดจนส่งเสริมภารกิจให้มีผลสำเร็จและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น [8]

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทย โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อแสดงให้เห็นถึงบริบทและความสำคัญของการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการ องค์ประกอบของการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการ อาทิ 1) ด้านการจัดการตอบสนองต่อความต้องการ (Demand Responsive Management), 2) ด้านการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล (Digital Transformation), 3) ด้านการปรับแนวความคิดหรือพฤติกรรม (Mindset Change) และ 4) ด้านการบริหารจัดการทรัพยากร (Resource Management) เป็นต้น ขั้นตอนและกระบวนการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพ การสร้างและปัจจัยการเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมในการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการยุคดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพ และแนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่ในประเทศไทย ทั้งนี้ผลการวิจัยจะแสดงให้เห็นแนวคิด รูปแบบ วิธีการ และกระบวนการปรับตัวที่เหมาะสมและเพียงพอสำหรับการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการยุคดิจิทัล เพื่อให้สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการศึกษา ออกแบบ พัฒนา และสร้างองค์ความรู้ใหม่สำหรับการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการยุคดิจิทัลให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่ในประเทศไทย โดยสอดคล้องกับการพัฒนาตามยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี พ.ศ. 2561-2580 เพื่อการพัฒนาประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทย
2. เพื่อระบุแนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative) เพื่อศึกษาแนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทย

1. **กลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informants)** กลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลักที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้บริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่เป็นเลิศในประเทศไทย 100 แห่ง จำนวน 100 คน โดยมีประเภทอุตสาหกรรม 8 กลุ่ม ได้แก่

(1) เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร (Agro & Food Industry), (2) สินค้าอุปโภคบริโภค (Consumer Products), (3) ธุรกิจการเงิน (Financials), (4) สินค้าอุตสาหกรรม (Industrials), (5) อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง (Property & Construction), (6) ทรัพยากร (Resources), (7) บริการ (Services) และ (8) เทคโนโลยี (Technology) จากการเลือกผู้บริหารแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ตามคุณสมบัติที่กำหนด ได้แก่ (1) ผู้บริหารหรือผู้ประกอบการธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่ได้รับรางวัลประเภทต่าง ๆ หรือได้รับการรับรองระบบคุณภาพจากกระทรวงอุตสาหกรรมหรือกระทรวงหรือสถาบันต่าง ๆ (2) ผู้บริหารหรือผู้ประกอบการที่อยู่ในกลุ่มบริษัท ที่ได้จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นบริษัทที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ (SET) ซึ่งมีทุนชำระแล้วหลัง IPO ตั้งแต่ 300 ล้านบาทขึ้นไป (3) ผู้บริหารหรือผู้ประกอบการที่อยู่ในบริษัทที่จดทะเบียนในตลาดรอง (MAI) ซึ่งมีทุนชำระแล้วหลัง IPO ตั้งแต่ 50 ล้านบาทขึ้นไป (4) ผู้บริหารหรือผู้ประกอบการที่มีประสบการณ์ในการบริหารกลุ่มธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการขนาดย่อม (SME) อย่างน้อย 3 ปี และ/หรือ (5) ผู้บริหารหรือผู้ประกอบการที่ประสบความสำเร็จและมีรางวัลคุณภาพเชิงประจักษ์ในการสร้างองค์กรแห่งนวัตกรรมทุกระดับ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างแบบเปิด โดยการพิจารณาประเด็นที่สอดคล้องและเหมาะสมกับบริบทของการปรับตัว กำหนดประเด็นการวิจัยในบริบทของการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการยุคดิจิทัลที่ประกอบด้วย (1) บริบทและความสำคัญของการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการ (2) องค์ประกอบของการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการ (3) ขั้นตอนและกระบวนการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพ (4) การสร้างและปัจจัยการเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมทางธุรกิจในการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการยุคดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป และ (5) แนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทย

การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ตลอดจนความเหมาะสมของภาษาและการใช้ถ้อยคำ จากนั้นนำมาทดสอบหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha Coefficient) และหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยหาค่า Item Total Correlation ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .952

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการศึกษาเอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) ขั้นการเก็บข้อมูลและกำหนดองค์ประกอบ 3) ขั้นการวิเคราะห์และสังเคราะห์รูปแบบ และ 4) ขั้นการตรวจสอบและยืนยันองค์ประกอบที่เหมาะสมโดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านบริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการ ระบบไอซีที นวัตกรรม และเทคโนโลยี (Connoisseurship) จำนวน 9 คน

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ทั้งแบบออฟไลน์และออนไลน์ โดยเก็บข้อมูลระหว่างเดือนมีนาคม-พฤษภาคม พ.ศ. 2564

5. การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์และสรุปในลักษณะเชิงเนื้อหาเชิงอุปนัย (Content Analysis) โดยนำมาสังเคราะห์เพื่อหาแนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทย

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยสามารถแสดงผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1. บริบทและความสำคัญของการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการ

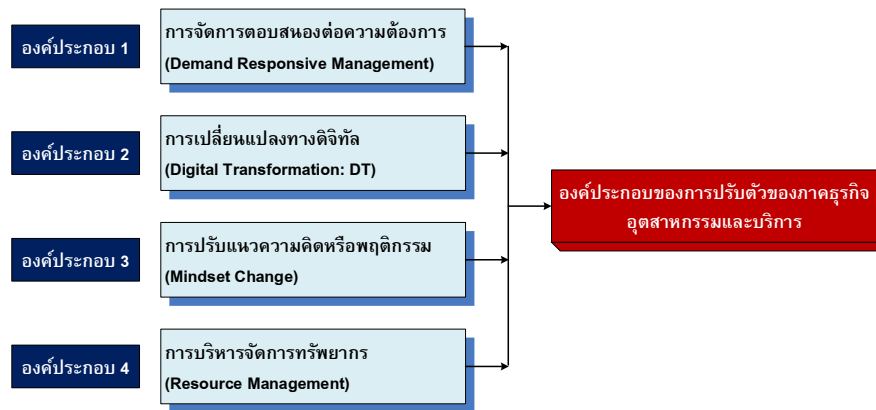
จากการศึกษาเอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึงการสัมภาษณ์ผู้บริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการได้กำหนดบทบาทและความสำคัญของการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการดังนี้

1.1 เทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology) จะมีบทบาทสำคัญในการเป็นตัวกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการดำเนินธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรวดเร็วในการพัฒนา การเปลี่ยนแปลงทางการตลาด และศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมอย่างสิ้นเชิง ซึ่งจะทำให้องค์กรต่าง ๆ สามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว และสามารถใช้ทรัพยากรดิจิทัลของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการเชื่อมต่อที่เกิดขึ้น ความคล่องตัว และเครือข่ายทางสังคมที่มีการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัล จะสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมและความคาดหวังของลูกค้าได้อย่างสิ้นเชิง [9] ทุกองค์กรต่าง ก็เร่งดำเนินการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลให้เร็วขึ้นโดยมีนวัตกรรมใหม่เป็นตัวกระตุ้น จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า องค์กรต่าง ๆ มีความจำเป็นเร่งด่วนในการตอบสนองต่อความคาดหวังของลูกค้า ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีที่ต้องการทำงานให้กับองค์กรที่ได้รับการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลแล้ว และลูกค้าที่มีความสามารถทางด้านเทคโนโลยี ซึ่งคาดว่าองค์กรจะสามารถก้าวตามเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้ทัน เพื่อให้องค์กรมีความสามารถทางการแข่งขันยิ่งกว่านั้น ธุรกิจสตาร์ทอัพที่เข้ามาส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบการรายเดิมเนื่องจากมีความรวดเร็วในการแสวงหาทรัพยากรและแม้แต่การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อความได้เปรียบในการแข่งขัน ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญในการเริ่มต้นการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลและการปรับตัวขององค์กรอีกด้วย [10]

1.2 นวัตกรรม (Innovation) ซึ่งหมายถึง การนำความคิดใหม่ ๆ วิธีการปฏิบัติใหม่ ๆ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรืออาจจะได้รับการปรับปรุงจากสิ่งดั้งเดิมให้ดีขึ้นและเหมาะสมกับสถานการณ์ โดยสิ่งเหล่านี้ได้รับการทดลอง พิสูจน์และพัฒนาเป็นขั้นเป็นตอนและเป็นระบบจนเชื่อถือว่าให้ผลที่ดีกว่าเดิมนำมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแนวปฏิบัติเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น นวัตกรรมทางธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการประกอบด้วย (1) นโยบายและยุทธศาสตร์ (Strategy Business Concepts) (2) สินค้าและบริการ (Service and Product) (3) รูปแบบการให้บริการการส่งมอบงาน (Delivery) (4) กระบวนการและการบริหารองค์กร (Process and Organization Administration) และ (5) การปฏิสัมพันธ์เชิงกระบวนการ (Process Interaction)

2. องค์ประกอบของการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการ

จากการศึกษาเอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึงการสัมภาษณ์ผู้บริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการได้กำหนดองค์ประกอบของการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการแสดงดังภาพที่ 1 ดังนี้



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการ

2.1 การจัดการตอบสนองต่อความต้องการ (Demand Responsive Management) ในการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการใด ๆ ก่อนจะเริ่มทำกิจกรรมทางการตลาด ผู้ประกอบการต้องเข้าใจว่าความต้องการของลูกค้ายุคใหม่เสียก่อนลูกค้ายุคใหม่ต้องการสิ่งที่แตกต่างไปจากเดิม แปลกใหม่ ไม่เหมือนใคร โดยเฉพาะประสบการณ์จากการใช้ การบริโภค การซื้อ หรือการรับบริการ ดังนั้นผู้ประกอบการจะต้องมีการปรับกลยุทธ์ให้สนองต่อลูกค้ายุคใหม่ [11-12] ความต้องการของลูกค้ายุคใหม่ อาทิ (1) ต้องการของครบจบในที่เดียวหรือที่เรียกว่า One Stop Service (2) ลูกค้าต้องการของสำเร็จรูป (3) ลูกค้าต้องการอะไรที่เข้าใจง่าย สะดวกในการใช้งาน และสามารถทำเองได้โดยไม่ต้องซับซ้อน (4) ลูกค้าต้องการบริการด่วนที่ตอบสนองเร็วและตรงต่อเวลา (5) ลูกค้าต้องการความทันสมัย โดยเฉพาะในกลุ่มวัยรุ่นและวัยทำงานที่ใช้การสื่อสารและเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน มีสังคมทั้งในโลกจริงและโลกออนไลน์ มีการแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างกันอย่างรวดเร็ว [13] (6) ลูกค้าต้องการประสบการณ์ในการซื้อและใช้งาน ยิ่งธุรกิจรู้จักลูกค้ามากเท่าไรก็ยิ่งสร้างประสบการณ์ที่ดีให้กับลูกค้าได้มากยิ่งขึ้น ลูกค้าก็จะประทับใจจนเกิดเป็นความผูกพันและภักดีจนกลายเป็นผู้กระจายข่าวบอกต่อให้ ยิ่งยุคสมัยที่การสื่อสารออนไลน์ทำได้ง่าย ทุกที่ ทุกเวลา โอกาสที่ลูกค้าจะเขียนประสบการณ์แลกเปลี่ยนกับเพื่อนสังคมออนไลน์ยิ่งมีมาก

2.2 การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล (Digital Transformation: DT) การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล ก็คือ การใช้เทคโนโลยีเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานขององค์กรหรือเพื่อให้บรรลุเป้าหมายทางธุรกิจ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลกำลังเป็นประเด็นที่น่าสนใจสำหรับองค์กรต่าง ๆ ทั่วโลก [14] ผู้บริหารในทุกอุตสาหกรรมและบริการใช้ความก้าวหน้าทางดิจิทัล เช่น การวิเคราะห์ความคล่องตัว สื่อสังคมออนไลน์ และอุปกรณ์อัจฉริยะ และปรับปรุงการใช้เทคโนโลยีแบบดั้งเดิม เช่น ระบบ ERP เพื่อเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์กับลูกค้า กระบวนการภายใน และข้อเสนอต่าง ๆ ที่มีมูลค่า โดยผู้บริหารส่วนใหญ่ต่างเห็นว่าเทคโนโลยีดิจิทัลได้เข้ามาพลิกโฉมหน้าของอุตสาหกรรมและบริการอย่างรวดเร็ว

อย่างไรก็ตาม การปฏิรูปทางดิจิทัลจะไม่ใช่แค่เรื่องเกี่ยวกับเทคโนโลยีเท่านั้น ในการวิจัยพบความจริงที่เห็นได้ชัดว่า องค์กรมักเกิดความสูญเสียในการเผชิญหน้ากับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การพัฒนาด้านดิจิทัลเป็นผลมาจากกลยุทธ์ วัฒนธรรม และความเป็นผู้นำ โดยผู้นำและผู้บริหารควรตระหนักและให้ความสำคัญในประเด็นสำคัญ ได้แก่ (1) ให้ความสำคัญกับยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ด้านดิจิทัลมากกว่าการใช้เทคโนโลยี (2) มีวัฒนธรรมขององค์กรที่สนับสนุนการริเริ่มด้านดิจิทัล (3) มีความเชื่อมั่นในความคล่องตัวด้านดิจิทัลของผู้นำ (4) ยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ดิจิทัลสามารถผลักดันให้เกิดการพัฒนาทางดิจิทัล (5) สมรรถภาพของกลยุทธ์ในการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลขึ้นอยู่กับ

ขอบเขตและวัตถุประสงค์ (6) องค์กรที่มีการเติบโตด้านดิจิทัลจะสร้างทักษะเพื่อให้เข้าใจถึงยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ (7) พนักงานต้องการทำงานกับผู้นำด้านดิจิทัล และ (8) การยอมรับความเสี่ยงกลายเป็นบรรทัดฐานทางวัฒนธรรม

2.3 การปรับแนวความคิดหรือพฤติกรรม (Mindset Change) การจัดการเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในโลกสมัยใหม่โดยเป็นการติดต่อกันอย่างใกล้ชิดด้วยระบบไอซีทีบนแพลตฟอร์มดิจิทัล การจัดการสมัยใหม่บนพื้นฐานของการปรับแนวความคิดหรือพฤติกรรม (Mindset Change) จึงมีส่วนสำคัญที่ช่วยให้การดำเนินงานขององค์กรประสบความสำเร็จอย่างยั่งยืน และต้องควบคู่เข้ากับความสามารถหลักที่เป็นเครื่องมือหนึ่งในการแปลงกลยุทธ์วิสัยทัศน์หรือเป้าหมายขององค์กรมาสู่กระบวนการบริหารคน [15-16] เราจะรู้ได้อย่างไรว่าบุคลากรตามสายงานมีความสามารถเป็นไปตามที่องค์กรคาดหวัง และต้องการองค์ประกอบใดที่มีผลต่อความสามารถที่มีอยู่ซึ่งจะเป็นแรงผลักดันและสนับสนุนให้เกิดผลงาน ทั้งผลงานของตัวเองผลงานของหน่วยงานและนำไปสู่ผลงานในระดับองค์กร

อย่างที่ทราบกันดีว่ารัฐบาลกำลังขับเคลื่อนประเทศไทยให้ก้าวเข้าสู่ยุค 4.0 หรือยุคแห่งนวัตกรรมที่เป็นยุคที่เทคโนโลยีการสื่อสารสามารถเข้าถึงได้ง่าย และผู้บริโภคสามารถทำอะไรได้ด้วยตนเองส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านพฤติกรรมอย่างเห็นได้ชัดเจน ความเปลี่ยนแปลงในยุค 4.0 ที่มีผลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคยุคใหม่ [17] ได้แก่ (1) สื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) จะมีอิทธิพลมากขึ้นคนเมืองดูสมาร์ทโฟนทุก 5 นาที และ Unlock 47 ครั้งต่อวัน (2) สังคมไร้เงินสด (Cashless Society) คนไทย 2 ใน 3 มีการใช้งานสมาร์ทโฟน การรับชำระเงินผ่านสมาร์ทโฟน (Mobile Payment, Internet Banking) ที่มีความหลากหลายรูปแบบการให้บริการมาตอบสนองพฤติกรรมของผู้บริโภค ทำให้ผู้บริโภคจึงไม่จำเป็นต้องออกจากบ้านเพื่อไปชำระค่าบริการหรือโอนเงิน (3) นวัตกรรมในยุคที่ความคิดสร้างสรรค์และการคิดนอกกรอบ ทำให้ธุรกิจสามารถสร้างความแตกต่างให้กับตนเองและสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าเฉพาะกลุ่มได้มากขึ้น (4) สังคมผู้สูงวัยมักมีนิสัยชอบหาข้อมูลก่อนตัดสินใจซื้อ เพราะเป็นกลุ่มคนที่มีการศึกษาดีและมีกำลังซื้อสูงเช่นกัน (5) สังคมออนไลน์ ยุคที่การสื่อสารออนไลน์ง่าย รวดเร็ว และมีราคาถูกลงทำให้ใคร ๆ ก็สามารถเข้าถึงได้ แม้ในสังคมชนบทการสื่อสารผ่านทางออนไลน์ไม่ใช่เรื่องยากอีกต่อไป และอายุเฉลี่ยของผู้ใช้สื่อออนไลน์สูงขึ้น และ (6) โทรทัศน์ยังมีคนดูอยู่แม้ปัจจุบันจะมีการสื่อสารในรูปแบบที่หลากหลาย แต่คนดูยังไม่ลดน้อยลงเพียงแต่ช่องทางในการดูอาจเปลี่ยนไป ดังนั้น การเตรียมพร้อมเพื่อรับมือกับความเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมและความคิดของลูกค้า ทำให้เราเข้าใจความต้องการและความเป็นตนของลูกค้าได้มากขึ้น การตลาดจะเปลี่ยนไปเป็นสินค้าแปลกใหม่ที่ออกแบบมาเพื่อลูกค้าเฉพาะกลุ่มหรือนิชมาร์เก็ตมากขึ้น

การแข่งขันกันในยุคที่ผู้บริโภคมีความรู้หรือช่องทางในการหาความรู้มากขึ้นทำให้พฤติกรรมของผู้บริโภคมีลักษณะดังนี้ (1) สื่อสารตลอดเวลาต้องการพูดคุยและทำการสื่อสารกับผู้คนอยู่ตลอดเวลา (2) ต้องได้ทันทีหรือคนมีความอดทนในการรอคอยน้อยลง (3) ต้องมีสังคมทั้งสังคมในโลกความจริงและในสังคมออนไลน์ (4) ชอบความสะดวกของสินค้าหรือบริการ เข้าถึงได้ง่าย ๆ และสะดวกสบายการติดต่อสื่อสาร (5) แสวงหาสิ่งแปลกใหม่ โดดเด่น สิ่งใหม่ ๆ ที่ปรากฏโลก เหตุการณ์ที่อยู่ในกระแส หรือเทรนที่มาใหม่ (6) ต้องดีกว่าเหนือกว่าคนอื่น (7) ชอบแบรนด์ที่มีชื่อเสียง (8) ชอบเป็นคนสำคัญคนพิเศษ และ (9) ตัดสินใจนานกว่าที่คิด นอกจากนี้ ปัจจุบันสื่อมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคมากไม่ว่าจะเป็นสื่อออนไลน์และสื่อออฟไลน์ ดังนั้นองค์กรธุรกิจจึงต้องปรับตัวทำความเข้าใจกับพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนไป หากองค์กรธุรกิจใดก้าวไม่ทันก็คงยากที่จะประสบความสำเร็จ [18]

2.4 การบริหารจัดการทรัพยากร (Resource Management) ปัจจุบันการจัดการ (Management) และการบริหาร (Administration) ได้กลายมาเป็นงานสำคัญที่ขาดไม่ได้ในทุกองค์กร สังคม และประเทศชาติ โดยการจัดการและการบริหารจะเป็นการประสานงานเป็นเครือข่ายเชื่อมโยง จัดสรร และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดใน

องค์กรและขับเคลื่อนให้องค์กรเดินไปสู่เป้าหมายที่ต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ [6] การบริหารงานเพื่อให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลตามที่กำหนดไว้ นั้น ผู้บริหารหรือผู้จัดการจะต้องอาศัยการบริหารงานที่เป็นระบบและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมขององค์กร รวมถึงการดำเนินตามกระบวนการนั้นอย่างมีระเบียบแบบแผนหรือนโยบาย ซึ่งในการตัดสินใจของผู้บริหาร “ข้อมูลและระบบไอซีที” นับเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งต่อการวางแผนปฏิบัติงานและการควบคุมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามแผนงานที่กำหนดไว้ [19] โดยผู้บริหารอาจไม่มีเวลามากพอที่จะเตรียมและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองจึงจำเป็นต้องมอบหมายให้ผู้รับผิดชอบดำเนินการเตรียมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ให้ ทั้งนี้เพื่อจะได้นำมาใช้ประกอบการตัดสินใจที่ถูกต้องเหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อองค์กรมากที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์แห่งการระบาดของโคโรนาไวรัส ผู้บริหารยังต้องการข้อมูลที่แม่นยำและรอบด้านมากยิ่งขึ้นในการบริหารจัดการองค์กรไปสู่ความสำเร็จท่ามกลางการพลิกโฉมครั้งสำคัญของระบบเศรษฐกิจโลก [13]

ทั้งนี้หน้าที่ของการบริหารจัดการทรัพยากรจะประกอบด้วยกิจกรรมพื้นฐานที่สำคัญ 4 ประการหรืออาจแบ่งในลักษณะที่เป็นขั้นตอนดังนี้ (POLC) ได้แก่ (1) การวางแผน (Planning) การวางแผนเป็นสิ่งที่องค์กรต้องการเปลี่ยนแปลงในอนาคตโดยเป็นสะพานเชื่อมระหว่างเหตุการณ์ปัจจุบันและอนาคตเพื่อให้บรรลุเป้าหมายหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ (2) การจัดการองค์กร (Organizing) การจัดการองค์กรจะหมายถึง การพิจารณาถึงสิ่งที่ต้องการทำและการรายงานผล ตัวอย่างในประวัติศาสตร์ของธุรกิจที่มีการจัดองค์กรที่ดีก็สามารถประสบความสำเร็จในการแข่งขันและสามารถเอาชนะคู่แข่งขั้นได้ (3) การนำหรือการสั่งการ (Leading/Directing) เป็นการใช้อิทธิพลเพื่อจูงใจพนักงานให้ปฏิบัติงานและนำไปสู่ความสำเร็จตามเป้าหมายที่ระบุไว้ หรือเป็นกระบวนการจัดการให้สมาชิกในองค์กรทำงานร่วมกันได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพราะทรัพยากรมนุษย์เป็นสิ่งที่ซับซ้อนและเข้าใจต้องแท้ได้ยาก การนำหรือการสั่งการจึงต้องใช้ความสามารถหลายเรื่องควบคู่กันไป และ (4) การควบคุม (Controlling) การใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ขององค์กรถือว่าเป็นกระบวนการตรวจสอบหรือติดตามผลและประเมินการปฏิบัติงานในกิจกรรมต่าง ๆ ของพนักงาน เพื่อรักษาให้องค์กรดำเนินไปในทิศทางสู่เป้าหมายอย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์หลักขององค์กรภายในเวลาที่กำหนด

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ในศตวรรษที่ 21 กระบวนการจัดการจะมีโครงสร้างที่สลับซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากองค์กรทางธุรกิจจะมีขนาดกลางและขนาดใหญ่ขึ้นในระดับมหภาคเป็นส่วนใหญ่ การเชื่อมต่อหรือการเปิดกว้างทางธุรกิจมีมากยิ่งขึ้นเป็นลำดับ เนื่องจากระบบไอซีทีจะครอบคลุมในทุกหน่วยพื้นที่ทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ ดังนั้นการบริหารจัดการจะมีองค์ประกอบหลายส่วนและมีการเชื่อมโยงทางธุรกิจเป็นส่วนมาก การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจก็เป็นไปอย่างมีแรงผลักดันและการแข่งขันค่อนข้างมาก [20] ดังนั้นองค์กรต่าง ๆ จะต้องมีการการเชื่อมต่อหรือมีการเปิดกว้างทางธุรกิจในลักษณะการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งการบริหารจัดการจะต้องมีองค์ประกอบที่เอื้ออำนวยต่อการเชื่อมโยงในรูปแบบของเครือข่ายธุรกิจ การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจก็เป็นไปอย่างเข้มข้นและแข่งขันด้วยกระแสแห่งทุนนิยม [21] การจัดการทางธุรกิจสมัยใหม่จะดำเนินนโยบายตามนโยบายของรัฐบาลเป็นส่วนใหญ่ เช่น นโยบายการจัดการสาธารณะ (Public Policy) เป็นต้น ดังนั้นกุญแจที่สำคัญสำหรับการทำธุรกิจให้ประสบความสำเร็จ ได้แก่ (1) เพิ่มผลผลิตคุณภาพสูง (2) ลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น (3) การตัดสินใจอย่างมั่นใจ (4) การบริการที่ดีเยี่ยม และ (5) แผนยุทธศาสตร์อันเยี่ยมยอด เป็นต้น

3. ขั้นตอนและกระบวนการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพ

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้บริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการ สามารถสรุปขั้นตอนการสร้างและพัฒนาการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการให้มีคุณภาพ ประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้ในการสร้างและพัฒนาได้จริงประกอบด้วยขั้นตอนมาตรฐาน 6 ขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 2 โดยมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ [22]

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดสิ่งที่พัฒนา (Determining) นั่นคือ การตั้งเป้าหมายและประเด็นสำคัญในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผลิตภัณฑ์และบริการ

ขั้นตอนที่ 2 การระบุผลิตภัณฑ์และบริการ (Identifying) นั่นคือ การกำหนดเป็นกรอบแนวคิดของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยสื่อหรือวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เทคนิค วิธีการ และกระบวนการ เป็นต้น ที่คิดว่าเหมาะสมที่สุดที่ใช้แก้ปัญหาหรือพัฒนาการดำเนินธุรกิจให้ได้ตามความต้องการ

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างและพัฒนา (Creation and Development) นั่นคือ กำหนดวิธีการจัดทำผลิตภัณฑ์และบริการนั้น ๆ อย่างละเอียด มีการตรวจสอบคุณภาพและการตรวจประเมินประสิทธิภาพในระหว่างการสร้างและพัฒนา แล้วจึงจัดทำนวัตกรรมให้สมบูรณ์ตามข้อกำหนดโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (R&D)

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้และปรับปรุง (Experimentation and Improvement) นั่นคือ การทดลองใช้ผลิตภัณฑ์และบริการ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริง รวมถึงการตรวจสอบคุณภาพด้วยการหาประสิทธิภาพหรือประสิทธิผลของผลิตภัณฑ์และบริการ

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ในสถานการณ์จริง (Implementation) นั่นคือ การทดลองใช้ผลิตภัณฑ์และบริการ และปรับปรุงแก้ไขจนมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการ แล้วก็นำไปใช้จริงในสถานการณ์จริงของงานดำเนินงานที่เกิดขึ้น รวมถึงการเก็บข้อมูลการใช้เป็นระยะ ๆ



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการ

ขั้นตอนที่ 6 การประเมินผลการใช้ (Evaluation) นั่นคือ การเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการใช้ผลิตภัณฑ์และบริการ ด้วยเทคนิควิธีต่าง ๆ ซึ่งจะแสดงถึงคุณภาพตามที่กำหนดและสามารถนำมาเขียนรายงานผลในรูปแบบของการวิจัยและพัฒนา ขยายผล และเผยแพร่ผลิตภัณฑ์และบริการหรือนวัตกรรมใหม่นั้นต่อไป ส่วนขั้นตอนการเผยแพร่ นวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพประกอบด้วย (1) Injection, (2) Examination, (3) Preparation, (4) Sampling, (5) Spread และ (6) Institutionalization

4. การสร้างและปัจจัยการเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมทางธุรกิจในการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการยุคดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป

จากการวิเคราะห์เอกสาร รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง และผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญพบว่า ความเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมทางธุรกิจที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการยุคดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่มีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1) การกำหนดทิศทางองค์กรในด้านนวัตกรรม ประกอบด้วย

(1) มีการกำหนดวิสัยทัศน์ร่วมกันโดยผู้นำ การนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมการเปลี่ยนแปลง เจตนาารมณ์ และการดำเนินการปรับจุดเน้นขององค์กรนั้น การอุทิศตนของผู้บริหารระดับสูงให้กับองค์กรเป็นพื้นฐานในการสร้างความสำเร็จในการสร้างนวัตกรรม เป็นความท้าทายของผู้บริหารที่จะสามารถแปลงแนวคิดไปสู่การปฏิบัติ ยอมรับกับความเสี่ยงในนวัตกรรมหรือความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น

(2) การออกแบบองค์กร การจัดโครงสร้างให้มีความเหมาะสมกับบริบทต่าง ๆ ขององค์กรนับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้องค์กรปฏิบัติงานได้บรรลุวัตถุประสงค์ นอกจากนี้เครือข่ายในองค์กรยังเป็นส่วนสำคัญและเป็นกลไกที่ทำให้ระบบต่าง ๆ ในองค์กรสามารถทำงานได้สอดคล้องกันอย่างดี

(3) บุคคลมีส่วนสนับสนุนและอำนวยความสะดวกต่อการเกิดนวัตกรรม ผู้ที่เป็นนักสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือทีมหน้าต้องมีความเข้าใจในเทคโนโลยีที่ซ่อนอยู่ในนวัตกรรมและสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ผู้สนับสนุนองค์กร (Sponsor) อาจไม่จำเป็นต้องรู้เทคโนโลยีแต่มีความเชื่อมั่นในศักยภาพของนวัตกรรมนั้น ๆ ผู้ดูแลด้านเทคโนโลยีมีความสำคัญ ในการทำหน้าที่เลือกรับข่าวสารและส่งต่อข่าวสารต่าง ๆ ไปยังผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการสร้างนวัตกรรม

2) การทำให้เกิดการสร้างสรรคนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง โดยมีความเชื่อมโยงและเกิดขึ้นพร้อมกันเพื่อสร้างความเป็นอันหนึ่งอันเดียวในการขับเคลื่อนองค์กรนวัตกรรม ประกอบด้วย

(1) มีมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพ มีการใช้ทีมการทำงานในการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างเหมาะสม มีการลงทุนในการคัดเลือกและสร้างทีมในการทำงานเพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพ

(2) มีการขยายการพัฒนาและฝึกฝนในระยะยาว การฝึกฝนเป็นเครื่องมือสำคัญต่อการส่งเสริมให้เกิดสร้างนวัตกรรมในองค์กร และมีการมอบอำนาจการตัดสินใจส่งผลให้บุคลากรมีความเชื่อมั่นในการสร้างสรรค์นวัตกรรมให้เกิดขึ้นภายในองค์กร

(3) มีการติดต่อสื่อสารในทุกทิศทาง การติดต่อสื่อสารกับภายในองค์กร ระหว่างองค์กร และภายนอกองค์กร เพื่อลดความแตกต่างภายในองค์กรและสร้างความเข้าใจในการดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

(4) เปิดรับมุมมองจากภายนอก มีการกำหนดทิศทางการดำเนินงานจากมุมมองของผู้รับบริการทั้งภายในและภายนอก สรรวจโอกาส ภาวะคุกคามต่าง ๆ ที่สามารถเข้าถึงได้ผ่านทางสื่อสารองค์กร ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้องค์กรได้รับมือกับภาวะคุกคามต่าง ๆ พร้อมกับแสวงหาโอกาสใหม่ ๆ ในการสร้างสรรค์นวัตกรรมให้เกิดขึ้นในองค์กร

3) การทำให้เกิดการสร้างสรรคนวัตกรรมอย่างยั่งยืน ประกอบด้วย

(1) สร้างวัฒนธรรมที่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์เป็นความรู้สึกร่วมขององค์กร วัฒนธรรมที่สนับสนุนให้เกิดนวัตกรรม คือ การสร้างพฤติกรรมนวัตกรรมให้เกิดขึ้นกับบุคลากร

(2) สร้างระบบการจัดการความรู้และองค์กรแห่งการเรียนรู้ องค์กรจำเป็นต้องสร้างระบบการจัดการความรู้ เพื่อให้ความรู้ต่าง ๆ มีการหมุนเวียนและสร้างให้เกิดองค์กรแห่งการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

(3) การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องขององค์กร เป็นสิ่งที่มีอิทธิพลระดับสูงต่อการสร้างนวัตกรรมและมีผลโดยตรงต่อนวัตกรรมที่มาจากการตัดแปลงหรือพัฒนาของเดิมที่มีอยู่

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การสร้างองค์กรแห่งนวัตกรรมในการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการยุคดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปก็คือ การทำให้องค์กรมีการกระทำใหม่ การสร้างใหม่ หรือการพัฒนาตัดแปลงจากสิ่งใด ๆ แล้วทำให้ผลิตภัณฑ์และบริการที่มีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าเดิม ทำให้ผู้รับบริการเกิดการเปลี่ยนแปลงในการเรียนรู้ให้รวดเร็ว มีแรงจูงใจในการทำงาน ทำให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดกับผลิตภัณฑ์และบริการ ดังนั้น องค์กรจึงต้องมีความสามารถคิดค้นทำสิ่งใหม่ ๆ เพื่อการพัฒนาได้ตั้งแต่กระบวนการทำงาน และการผลิตผลงาน ทั้งในรูปแบบการบริหาร การสร้างรูปแบบการทำงานใหม่ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของพนักงานตามศักยภาพ และมีสมรรถนะพร้อมในการดำเนินธุรกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป [23]

ส่วนปัจจัยการเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมในการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการยุคดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไป นั่นคือ รูปแบบการเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมที่ได้รับการพิสูจน์และเป็นที่ยอมรับทางวิชาการโดยการเชื่อมโยงสู่บริบทขององค์กรธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการทุกประเภทของประเทศไทย ซึ่งพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมนั้นต้องประกอบไปด้วยปัจจัยหลัก ได้แก่ ภาวะผู้นำเชิงนวัตกรรม บรรยากาศนวัตกรรม และนิสัยนวัตกรรม [1, 6] แสดงดังภาพที่ 3 โดยมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1) ภาวะผู้นำเชิงนวัตกรรม (Innovative Leadership) สามารถสรุปคุณลักษณะของผู้บริหารองค์กรแห่งนวัตกรรมในประเด็นการมีภาวะผู้นำเชิงนวัตกรรม อาทิ 1) ผู้บริหารในองค์กรมีวิสัยทัศน์ นโยบาย และกรอบการทำงานที่ชัดเจน 2) ผู้บริหารในองค์กรพร้อมรับฟังความคิดเห็นและเป็นตัวอย่างที่ดีแก่บุคลากร และ 3) ผู้บริหารในองค์กรเอาใจใส่ต่อการพัฒนากระบวนการ ส่วนบทบาทสำคัญของผู้บริหารด้านทรัพยากรมนุษย์ที่จะก้าวไปสู่องค์กรแห่งนวัตกรรมให้ประสบความสำเร็จสรุปประเด็นสำคัญ ได้แก่ 1) ผู้บริหารทรัพยากรมนุษย์ต้องทำงานคู่กันกับผู้บริหารองค์กร และเป็นหุ้นส่วนธุรกิจกันและสนับสนุนกัน 2) เป็นนักบริหารการเปลี่ยนแปลงและความเสี่ยงทางธุรกิจ 3) ผู้บริหารหน่วยงานทรัพยากรมนุษย์แบบมีกลยุทธ์ และ 4) ผู้บริหารหน่วยงานทรัพยากรมนุษย์ที่เป็นผู้สนับสนุนและประสานให้เกิดความสอดคล้องทั่วทั้งองค์กร



ภาพที่ 3 ปัจจัยการเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมในการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการยุคดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพ

ส่วนแนวทางการพัฒนาภาวะผู้นำที่สำคัญที่ระบุถึงขั้นตอนการพัฒนาภาวะผู้นำเชิงนวัตกรรมของผู้บริหารองค์กรธุรกิจอุตสาหกรรมว่าควรดำเนินการตามขั้นตอนมาตรฐานดังต่อไปนี้ (1) การนำสู่การเรียนรู้ (Leading to Learn), (2) การนำสู่การคิด (Leading to Think), (3) การนำสู่การเปลี่ยนแปลง (Leading to Change), (4) การนำสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรม (Leading to Innovate) และ (5) การนำสู่การเผยแพร่นวัตกรรม (Leading to Dissemination)

2) บรรยากาศนวัตกรรม (Innovative Climate) จากการวิเคราะห์แนวทางการจัดการองค์กรธุรกิจอุตสาหกรรมของไทยเพื่อขับเคลื่อนสู่ยุคไทยแลนด์ 4.0 โดยเน้นการวิเคราะห์จากนโยบายและการสร้างบรรยากาศนวัตกรรมพบว่า 1) การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในกระบวนการจัดการเพื่อพัฒนานวัตกรรม 2) การพัฒนาความเป็นมืออาชีพของบุคลากร 3) การส่งเสริมและพัฒนาระบบเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการทำงาน และ 4) การสร้างความร่วมมือด้านการวิจัยและพัฒนา

3) นิสัยนวัตกรรม (Innovative Behavior) จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับองค์กรแห่งนวัตกรรมพบว่า คุณลักษณะบุคลากรขององค์กรที่สามารถเป็นนวัตกรรม (Innovator) ควรจะมีลักษณะนิสัย ได้แก่ 1) มีภาวะผู้นำทำงานอย่างมืออาชีพ มีจิตสำนึกและจริยธรรมในการทำงานไปสู่เป้าหมาย 2) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดเชิงบวก และเชี่ยวชาญในเทคโนโลยีและนวัตกรรม 3) สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างผลงานได้ตามมาตรฐาน 4) มีความพร้อมทั้งทักษะหลักและทักษะรอง ทำงานได้หลายอย่าง (Multi-Function) พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงและปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง และ 5) สามารถใช้เทคโนโลยีได้อย่างกว้างขวางเหมาะสมกับงาน

5. แนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทย

จากข้อมูลข้อ 1-4 สามารถนำมากำหนดเป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับผลการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้บริหารรวมถึงการสังเคราะห์เอกสารจากประเด็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า แนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทย มีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) การจัดการตอบสนองต่อความต้องการ (2) การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล (3) การปรับแนวความคิดหรือพฤติกรรม และ (4) การบริหารจัดการทรัพยากร โดยมี 12 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ (1) การกำหนดวิสัยทัศน์และยุทธศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ (2) การกำหนดโครงสร้างและทรัพยากรองค์กรที่เหมาะสม (3) การสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่สนับสนุนการก่อเกิดนวัตกรรมและบริการทุกมิติ (4) รูปแบบ กระบวนการ และการปฏิบัติที่เอื้อต่อการจัดการตอบสนองต่อความต้องการ (5) การประยุกต์ใช้ระบบไอซีทีและแพลตฟอร์มดิจิทัลที่เหมาะสมสำหรับการบริการ (6) ทีมผู้นำเชิงปรับตัวที่มุ่งมั่นไปสู่การเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมและบริการอย่างเป็นระบบ (7) ทีมงานมีนิสัยแห่งนวัตกรรมในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีคุณภาพ (8) การสร้างบรรยากาศและระบบนิเวศขององค์กรที่มีอัตลักษณ์เฉพาะตัว (9) นวัตกรรมจัดการความรู้ที่มีประสิทธิผล (10) การปรับแนวคิดหรือพฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ (11) การส่งเสริมบุคลากรให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้อย่างอิสระ และ (12) การสร้างแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้เชิงดิจิทัลทั่วทั้งองค์กร

นอกจากนี้ ผลการสัมมนาของผู้เชี่ยวชาญด้านบริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการ ระบบไอซีที นวัตกรรม และเทคโนโลยี จำนวน 9 คน สามารถยืนยันได้ถึงแนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่ในประเทศไทย โดยผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับเนื้อหาสาระที่ระบุถึงแนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่ในประเทศไทย แต่ได้ปรับปรุงถ้อยคำและบทวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อให้เนื้อหาสาระมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นและสามารถนำไปสู่บทสรุป

ในลำดับถัดไป แนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่ในประเทศไทยแสดงดังภาพที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถนำมาอภิปรายผลในประเด็นสำคัญโดยภาพรวมได้ว่า “แนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทย” เป็นการสร้างองค์กรธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่เกิดจากการสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือมีการปรับปรุงทั้งรูปแบบวิธีการทำงานและกระบวนการเดิมแล้วทำให้การบริหารจัดการมีประสิทธิภาพและคุณภาพดีขึ้น โดยสอดคล้องกับงานเขียนของ [24] รวมถึงงานวิจัยของ [12, 17, 20] ที่พบว่าการสร้างองค์กรให้เป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมทางธุรกิจนั้นผู้บริหารย่อมมีบทบาทสำคัญในการกำหนดและควบคุมทิศทางให้บรรลุตั้งเป้าประสงค์ ซึ่งต้องเป็นผู้ที่มีภาวะผู้นำในลักษณะต่าง ๆ อาทิ ผู้นำแห่งการเปลี่ยนแปลงมีอาชีพ ผู้นำการปรับตัว มีวิสัยทัศน์ในการบริหารงานที่พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงแบบพลิกผัน สามารถสร้างบรรยากาศแห่งนวัตกรรมสร้างสรรค์โดยให้การสนับสนุนอย่างเพียงพอ การพัฒนาบุคลากรให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถในการสร้างสรรค์และเผยแพร่นวัตกรรมที่มีคุณภาพระดับสากล มีการสร้างแรงจูงใจและความมุ่งมั่นปรารถนาในการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ให้สำเร็จจนกลายเป็นนวัตกรรมยุคดิจิทัล นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ [25-26] ที่พบว่าความสำคัญขององค์กรที่ต้องสนับสนุนการขับเคลื่อนด้วยงานวิจัย ควรเริ่มตั้งแต่บ่มเพาะความคิดเชิงนวัตกรรมในระดับรากฐานให้กับผู้วิจัยและผู้คิดค้นขององค์กรทั้งในประเทศและต่างประเทศที่สนใจในการนำผลผลิตจากงานวิจัยไปต่อยอดเชิงวิชาการ โดยมุ่งเน้นเฉพาะงานที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริงและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค จากที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถยืนยันได้ว่าแนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการจัดการธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการให้มีคุณภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่ในประเทศไทยอย่างแท้จริง

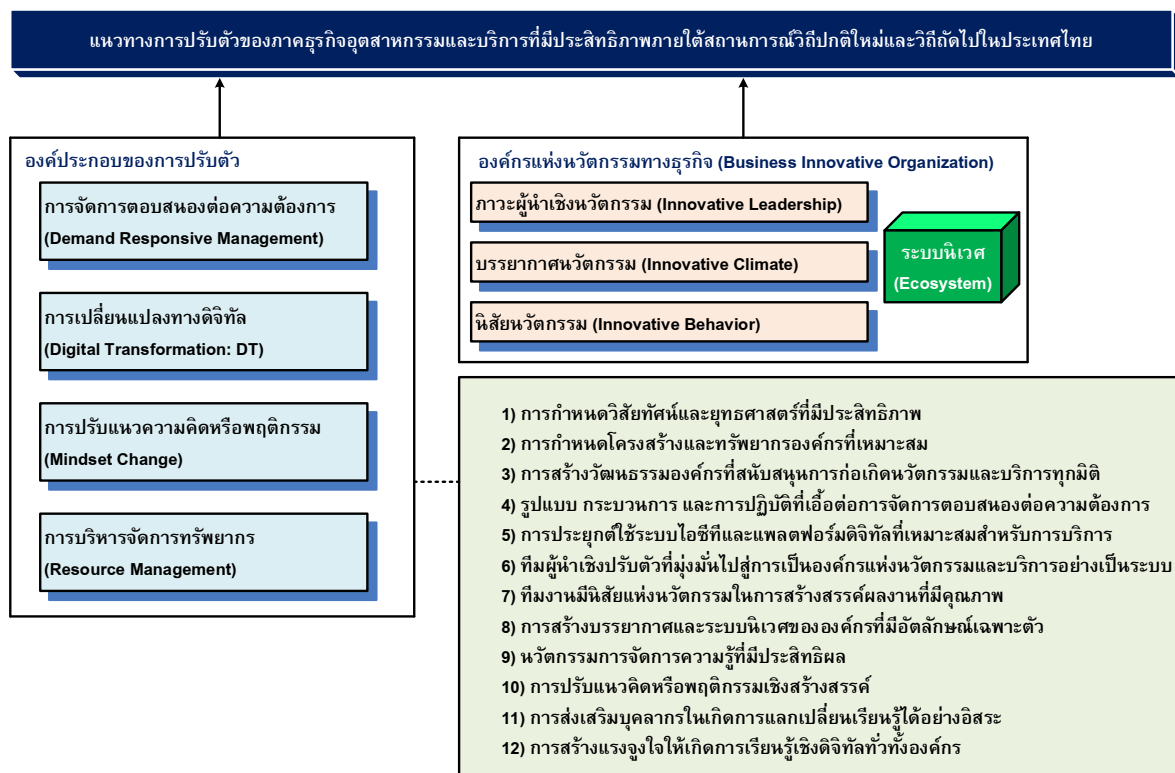
สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยสามารถนำมาสรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างรอบด้านแบบสารัตถภาพและสัมพันธ์ภาพตามวัตถุประสงค์ รวมถึงข้อเสนอแนะเชิงนโยบายโดยภาพรวมดังนี้

แนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปสามารถก้าวเดินต่อไปได้ โดยเริ่มจากการหาคนที่เหมาะสมกับงาน การผูกใจคนเก่งให้อยู่กับองค์กร การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาปรับใช้อย่างเหมาะสม และการนำกลยุทธ์ที่เกี่ยวกับดิจิทัลมาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพขององค์กร นอกจากนี้ องค์กรต้องสามารถจัดการงานวิจัยและนวัตกรรมที่คิดค้นได้เป็นอย่างดีทั้งในด้านการบริหารจัดการและการจัดการการเรียนรู้ ทำให้ผู้ทำงานด้านนี้มีความสุข สนุกกับงาน มีมาตรฐานสูง และได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องครบถ้วนทุกด้าน เป็นองค์กรที่สามารถจัดการได้สอดคล้องกับความต้องการ เป็นที่ชื่นชมขององค์กรหรือสถาบันอื่น ๆ และมีส่วนร่วมในการพัฒนาสังคมแห่งการเรียนรู้ที่ยั่งยืนและไม่สิ้นสุด นอกจากนี้ ผู้บริหารควรจะพยายามส่งเสริมให้ผู้ร่วมงานทุกคนที่เกี่ยวข้องและมีส่วนร่วมในการกำหนดตัวแบบเชิงนวัตกรรมและการวางแผนเชิงกลยุทธ์ขององค์กร รวมทั้งทำให้บุคลากรรู้สึกว่าการนวัตกรรมและการสร้างสรรค์ความคิดผ่านองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัย เป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของทุกคน ยิ่งไปกว่านั้น ผู้นำหรือผู้บริหารควรจะต้องเปิดโอกาสให้ทุกคนมีส่วนร่วม

ร่วมในการแสดงความคิดเห็นอย่างเป็นอิสระและมีส่วนร่วมในการกำหนดทิศทางขององค์กรอย่างสร้างสรรค์เพื่อมุ่งสู่องค์กรแห่งนวัตกรรมทางธุรกิจยุคดิจิทัลที่สามารถเติบโตได้อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

นอกจากนี้ ผลการสังเคราะห์ข้อมูลการวิจัยที่ผ่านมารวมถึงผลจากการสัมมนาของผู้เชี่ยวชาญพบว่า แนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทยมีโครงสร้างพื้นฐานดังภาพที่ 4 โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) การจัดการตอบสนองต่อความต้องการ (2) การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล (3) การปรับแนวความคิดหรือพฤติกรรม และ (4) การบริหารจัดการทรัพยากร โดยมี 12 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ (1) การกำหนดวิสัยทัศน์และยุทธศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ (2) การกำหนดโครงสร้างและทรัพยากรองค์กรที่เหมาะสม (3) การสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่สนับสนุนการก่อเกิดนวัตกรรมและบริการทุกมิติ (4) รูปแบบ กระบวนการ และการปฏิบัติที่เอื้อต่อการจัดการตอบสนองต่อความต้องการ (5) การประยุกต์ใช้ระบบไอซีทีและแพลตฟอร์มดิจิทัลที่เหมาะสมสำหรับการบริการ (6) ทีมผู้นำเชิงปรับตัวที่มุ่งมั่นไปสู่การเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมและบริการอย่างเป็นระบบ (7) ทีมงานมีนิสัยแห่งนวัตกรรมในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีคุณภาพ (8) การสร้างบรรยากาศและระบบนิเวศขององค์กรที่มีอัตลักษณ์เฉพาะตัว (9) นวัตกรรมการจัดการความรู้ที่มีประสิทธิผล (10) การปรับแนวความคิดหรือพฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ (11) การส่งเสริมบุคลากรในเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้อย่างอิสระ (12) การสร้างแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้เชิงดิจิทัลทั่วทั้งองค์กร อีกทั้งการขับเคลื่อนให้องค์กรมุ่งสู่การเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมทางธุรกิจยุคดิจิทัลสำหรับการจัดการธุรกิจอุตสาหกรรมให้ประสบความสำเร็จได้นั้น ควรมีการศึกษาเพื่อนำองค์ประกอบทั้งหมดที่กล่าวมาระบุกำหนดเป็นนโยบาย กลยุทธ์ ระเบียบปฏิบัติ และการสร้างข้อกำหนดจำเป็นสำหรับองค์กรธุรกิจอุตสาหกรรม ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดโครงสร้างและวัฒนธรรมองค์กรที่ต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงไปสู่องค์กรยุคดิจิทัลด้วย [16, 24]



ภาพที่ 4 แนวทางการปรับตัวของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการที่มีประสิทธิภาพ ภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปในประเทศไทย

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่เกิดจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถอธิบายโดยภาพรวมได้ว่า ผลพวงแห่งการปรับเปลี่ยนแบบพลิกโฉมทางธุรกิจเชิงรุกเช่นในปัจจุบันรวมถึงการระบาดของโควิด-19 ทำให้บทบาทและหน้าที่หลักขององค์กรธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการยุคใหม่ภายใต้สถานการณ์วิถีปกติใหม่และวิถีถัดไปมีลักษณะที่ควรจะเป็นก็คือ การสนับสนุนเครื่องมือในการคิด การเป็นที่ปรึกษาให้แก่บุคลากรภายในและหน่วยนวัตกรรมภายนอกที่มองเห็นความเป็นไปได้ของการสร้างองค์กรแห่งนวัตกรรมทางธุรกิจที่เหมาะสม ซึ่งในที่สุดแล้วทิศทางขององค์กรจะถูกกำหนดจากความเห็นร่วมกันขององค์กรที่จะอยู่รอดได้ในอนาคต โดยต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และสามารถดึงศักยภาพของคนในองค์กรออกมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ยึดติดกับกฎเกณฑ์เดิมที่จำกัดจินตนาการของคนอีกต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยและตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยาลัยผู้ประกอบการสร้างสรรค์นานาชาติรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ สถาบันนวัตกรรมทางการศึกษา และบริษัท พีเอส โปรเฟสชั่นนอล เอ็นจิเนียริง แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Chen, J., Liu, L., and Wang, Y. (2021). Business model innovation and growth of manufacturing SMEs: a social exchange perspective. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 32(2): 290-312.
- [2] Lai, F.Y., Tang, H.C., Lu S.C., and Lee, Y.C. (2020). *Transformational Leadership and Job Performance: The Mediating Role of Work Engagement*. SAGE Open, January-March 2020: 1–11.
- [3] Anh, D.L.T., and Gan, C. (2021). The impact of the COVID-19 lockdown on stock market performance: evidence from Vietnam. *Journal of Economic Studies*. 48(4): 836-851.
- [4] World Bank. (2021). *Global Economic Prospects*. January 2021. Washington DC: World Bank.
- [5] Cimini, C., Boffelli, A., Lagorio, A., Kalchschmidt, M., and Pinto, R. (2021). How do industry 4.0 technologies influence organisational change? An empirical analysis of Italian SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 32(3): 695-721.
- [6] Cavallo, A., Ghezzi, A., and Ruales Guzmán, B.V. (2020). Driving internationalization through business model innovation: Evidences from an AgTech company. *Multinational Business Review*. 28(2): 201-220.
- [7] Flores-Garcia, E., Bruch, J., Wiktorsson, M., and Jackson, M. (2021). Decision-making approaches in process innovations: an explorative case study. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 32(9): 1-25.

- [8] Peter, M.K., Kraft, C., and Lindeque, J. (2020). Strategic action fields of digital transformation: An exploration of the strategic action fields of Swiss SMEs and large enterprises. *Journal of Strategy and Management*. 13(1): 160-180.
- [9] Varshney, D. (2020). Digital Transformation and Creation of an Agile Workforce: Exploring Company Initiatives and Employee Attitudes. *Emerald Publishing Limited*. (1): 89-105.
- [10] Jedynek, M., Czakon, W., Kuźniarska, A., and Mania, K. (2021). Digital transformation of organizations: what do we know and where to go next?. *Journal of Organizational Change Management*. 34(3): 629-652.
- [11] Andersson, S., Awuah, G.B., Agerup, U., and Wictor, I. (2020). How do mature born globals create customer value to achieve international growth?. *International Marketing Review*. 37(2): 185-211.
- [12] Giantari, I.G.A.K., and Sukaatmadja, I.P.G. (2021). Effects of environmental orientation, green marketing mix and social capital on the competitive advantage of real estate developers in Bali. *Property Management*. 39(2): 193-209.
- [13] Kumar, J. (2021). Understanding customer brand engagement in brand communities: an application of psychological ownership theory and congruity theory. *European Journal of Marketing*. 55(4): 969-994.
- [14] Alamäki, A., and Korpela, P. (2021). Digital transformation and value-based selling activities: seller and buyer perspectives. *Baltic Journal of Management*. 16(2): 298-317.
- [15] Santos, R.S., Sun, S.L., and Luo, X. (2020). invisawear: evolving the entrepreneurial mind-set. *The CASE Journal*. 16(4): 393-414.
- [16] Agyapong, A., Maaledidong, P.D. and Mensah, H.K. (2021). Performance outcome of entrepreneurial behavior of SMEs in a developing economy: the role of international mindset. *Journal of Strategy and Management*. 14(2): 227-245.
- [17] Bae, B.R. (2021). Effects of service authenticity, customer participation and customer-perceived service climate on customers' service evaluation. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*. 33(5): 1239-1254.
- [18] Free, C., and Hecimovic, A. (2021). Global supply chains after COVID-19: the end of the road for neoliberal globalisation?. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*. 34(1): 58-84.
- [19] Javed, A., Yasir, M., Ali, M., and Majid, A. (2021). ICT-enabled innovation, enterprise value creation and the rise of electronic social enterprise. *World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*. 17(2): 189-208.
- [20] Walsh, J.N., and O'Brien, J. (2021). The role of information systems and knowledge codification for service provision strategies. *Journal of Service Theory and Practice*. 31(3): 318-350.

- [21] Steiner, B., and Brandhoff, M. (2020). An analysis of configurations of relationship quality dimensions to explain sources of behavioral outcomes in globalized manufacturing. *European Journal of Marketing*. 55(13): 1-40.
- [22] Konst (e. Penttilä), T., and Kairisto-Mertanen, L. (2020). Developing Innovation Pedagogy Approach. *On the Horizon*. 28(1): 45-54.
- [23] Ullah, I., and Narain, R. (2021). Achieving mass customization capability: the roles of flexible manufacturing competence and workforce management practices. *Journal of Advances in Management Research*. 18(2): 273-296.
- [24] Franquesa, J., and Vera, D. (2021). Small business debt financing: the effect of lender structural complexity. *Journal of Small Business and Enterprise Development*. 28(3): 456-474.
- [25] INSEAD. (2020). *Building Competitiveness and Business Performance with ICT*. INSEAD eLab ICT Report. New York: The Business School for the World.
- [26] Pauluzzo, R. (2021). The imitation game: building cultural intelligence as a social learning capability to boost SMEs' international performance. *Journal of Small Business and Enterprise Development*. 28(3): 317-336.

**RANC15-032 ข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์สำหรับการจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์ม
ที่มีประสิทธิภาพเพื่อการพัฒนาประเทศไทย**

**THE STRATEGIC RECOMMENDATIONS FOR EFFECTIVE SMART FARM BUSINESS
MANAGEMENT FOR THAILAND DEVELOPMENT**

พงษ์ศักดิ์ ผกามาต^{1*} อาศิรา ราชเวียง² โสภิดา สัมปัตติกร³ สุริยะะ วชิรวงศ์ไพศาล⁴
ปัญญา ศิริมาต⁵ พล.ต.ต.วิบูลย์ ผกามาต⁶

Phongsak Phakamach^{1}, Akera Ratchavieng², Sopida Sampattikorn³, Suriya Wachirawongpaisarn⁴,
Punya Sirimas⁵, Pol.Maj.Gen.Vibool Phakamach⁶*

¹วิทยาลัยผู้ประกอบการสร้างสรรค์นานาชาติรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

*¹Rattanakosin International College of Creative Entrepreneurship,
Rajamangala University of Technology Rattanakosin.*

²คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

²Faculty of Industrial and Technology, Rajamangala University of Technology Rattanakosin.

³คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

³Faculty of Industrial and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus.

^{4,5,6}สถาบันนวัตกรรมทางการศึกษา สมาคมส่งเสริมการศึกษาทางเลือก

^{4,5,6}Educational Innovation Institute, Promote Alternative Education Association.

**Corresponding author, E-mail: phongsak.pha@rmutr.ac.th*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพเพื่อสร้างศักยภาพของเกษตรกรยุคไทยแลนด์ 4.0 และ 2) เพื่อนำเสนอข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์สำหรับการจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพเพื่อการพัฒนาประเทศไทย การวิจัยใช้ระเบียบวิธีเชิงคุณภาพ โดยการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้บริหารนโยบายและกิจการสมาร์ทฟาร์มภาครัฐและเอกชนในประเทศไทย จำนวน 66 คน จากการเลือกผู้บริหารแบบเจาะจงตามคุณสมบัติที่กำหนด การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างแบบเปิด การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสารถถภาพและสัมพันธภาพ วิธีดำเนินการวิจัยมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการศึกษาเอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) ขั้นการเก็บข้อมูลและกำหนดประเด็นยุทธศาสตร์ 3) ขั้นการวิเคราะห์และสังเคราะห์ประเด็นยุทธศาสตร์ และ 4) ขั้นการตรวจสอบและยืนยันข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์ที่เหมาะสม โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน ผลการวิจัยพบว่า ประเทศไทยมีศักยภาพด้านการจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่เหมาะสมหลายด้าน อาทิ เกษตรกรรมสมัยใหม่ นโยบายเชิงรุก และแผนยุทธศาสตร์ชาติ ส่วนข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์การจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพสำหรับประเทศไทยมีประเด็นสำคัญ 6 ประเด็น ได้แก่

(1) นวัตกรรมเกษตรกรรมของโลก (2) แนวคิดและหลักการของสมาร์ทฟาร์ม (3) การพัฒนาเกษตรกรไทย ยุคไทยแลนด์ 4.0 (4) ความสำคัญของการพัฒนาธุรกิจสมาร์ทฟาร์มแนวโน้มนโยบายการเกษตรของประเทศไทย (5) ยุทธศาสตร์การจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพ และ (6) ข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์เพื่อความมั่นคงด้านอาหารสำหรับประเทศไทย

คำสำคัญ: ข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์ ธุรกิจสมาร์ทฟาร์ม ประสิทธิภาพ

Abstract

The objectives of this research were: 1) to study in-depth information on effective smart farm business management to build the potential of farmers in the Thailand 4.0 era; and 2) to present strategic recommendations for smart farm business management for Thailand development. The research was carried out by a qualitative methodology by in-depth interviews with 66 public and private sector policy and smart farm executives in Thailand from selecting executives based on specific qualifications. Data collection using open end structured interview guide. Analysis of emphasis and coherence data. The research method was carried out in 4 stages: 1) study, documents and relevant research reports, 2) data collection and composition, 3) analysis and synthesis of the composition, and 4) appropriate component verification and confirmation stages using connoisseurship based on 9 experts. The results of the research were as follows: Thailand has the potential to manage smart farm businesses that are suitable for many areas, such as modern agriculture. proactive policy and the national strategic plan. The strategic recommendations for effective smart farm business management for Thailand, there are 6 key issues: (1) world agriculture innovations, (2) concepts and principles of smart farms, (3) Thai farmers in Thailand 4.0 era development, (4) the importance of smart farm business development and trends in the Thai agricultural sector, (5) effective smart farm business management strategies, and (6) strategic recommendations for health security food for Thailand.

Keywords: Strategic Recommendations, Smart Farm Business, Effective.

บทนำ

ในอดีตประเทศไทยเป็นเมืองเกษตรที่มีความมั่งคั่งในเรื่องของทรัพยากรทางด้านอาหาร มีความอุดมสมบูรณ์จนได้รับคำกล่าวยกย่องถึงความอุดมสมบูรณ์ว่า “ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว” เนื่องจากสภาพภูมิประเทศ และสภาพภูมิอากาศที่มีความเหมาะสมแก่การทำเกษตรกรรม พืชพรรณธัญญาหารสามารถหาได้จากธรรมชาติรอบตัว เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งมีความหลากหลายในเชิงพื้นที่ทำให้สามารถเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจได้หลากหลายประเภท ซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้เกษตรกรไทยได้ปีละหลายหมื่นล้านบาทเลยทีเดียว ทว่าเกษตรกรรมในประเทศไทยยังประสบปัญหาหลายด้านโดยเฉพาะในมิติของการผลิต ระดับผลิตภาพ (Productivity) ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สูงนักและรายได้เกษตรกรมีอัตราเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ สาเหตุหลักเกิดจากการที่เกษตรกรไม่มีความรู้เพียงพอ ขาดข้อมูลเชิงลึกด้านการตลาดสำหรับวางแผนการผลิต รวมทั้งความรู้ในการผลิตสินค้า

เกษตรคุณภาพสูงที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ประเด็นปัญหาดังกล่าวสะท้อนว่าอาชีพเกษตรกรในประเทศไทยยังขาดการพัฒนาอย่างยั่งยืน เกษตรกรจึงไม่สามารถยึดการเกษตรเป็นแหล่งรายได้ที่มั่นคงได้ ถึงแม้ว่ารายได้สุทธิครัวเรือนของเกษตรกรจะเพิ่มขึ้น ทว่าราคาปัจจัยการผลิตและค่าครองชีพก็ขยับสูงขึ้นตาม นอกจากนี้ราคาผลผลิตที่จำหน่ายยังผันผวนและส่งผลกระทบต่อหนี้สินเกษตรกรมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น [1]

กล่าวได้ว่า ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตผลิตผลเกษตรที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก แต่ด้วยเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมที่ให้ผลผลิตต่ำประกอบกับการผลักดันเพื่อประยุกต์และถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตรยังไม่เห็นผลเท่าที่ควร ทำให้เกษตรกรของไทยยังคงมีสภาพความเป็นอยู่ที่ยากจน ด้วยเทคโนโลยีการเกษตรที่ทันสมัย เกษตรกรรมแม่นยำสูง เกษตรกรรมในเมือง และเกษตรกรรมแบบยั่งยืน รวมไปถึงการจัดการผลิตผลเกษตรแบบครบวงจร ดังนั้นนวัตกรรมเกษตร (Agriculture Innovation) จึงเป็นเกษตรกรรมยุคใหม่ที่จะมีบทบาทมากขึ้นและถือว่าเป็นเกษตรกรรมของอนาคตอย่างแท้จริง [2] ความเปราะบางสำคัญที่ทำให้การพัฒนาเกษตรกรขาดความยั่งยืนนั้น ส่วนหนึ่งมีความสัมพันธ์กับนโยบายของภาครัฐที่ถูกรื้อถอนแบบมาเพื่อช่วยเหลือเกษตรกร แต่ไม่ได้ตั้งอยู่บนแนวคิดที่จะพัฒนาเกษตรกรให้มีความยั่งยืนในอาชีพเกษตรกรรม ซึ่งต้องเริ่มจากการพัฒนาตัวเกษตรกรเอง โดยเฉพาะการสร้าง ความเข้มแข็งให้เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองได้ในระยะยาว จะทำให้ภาครัฐไม่จำเป็นต้องกำหนดนโยบายเพื่อแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าและโอบอุ้มเกษตรกรไว้อยู่ตลอดเวลา แนวคิดฟาร์มอัจฉริยะ “Smart Farm” จึงเป็นกลไกสำคัญในการตอบโจทย์การพัฒนาดังกล่าวและคาดว่าอาจสามารถพลิกโฉมการเกษตรไทยในอนาคต

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพเพื่อสร้างศักยภาพของเกษตรกรยุคไทยแลนด์ 4.0 และนำเสนอข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์สำหรับการจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพเพื่อการพัฒนาประเทศไทย โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อแสดงให้เห็นถึงนวัตกรรมเกษตรกรรมของโลก แนวคิดและหลักการของสมาร์ทฟาร์ม เกษตรกรไทยยุคไทยแลนด์ 4.0 ความสำคัญของการพัฒนาธุรกิจสมาร์ทฟาร์มแนวใหม่ภาคการเกษตรของประเทศไทย ยุทธศาสตร์การจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพ และข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์เพื่อความมั่นคงด้านอาหารสำหรับประเทศไทย ทั้งนี้ได้แสดงให้เห็นแนวคิด รูปแบบ วิธีการ และกระบวนการจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพและเพียงพอสำหรับการสร้างความมั่นคงด้านอาหารสำหรับประเทศไทย เพื่อให้สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการศึกษา ออกแบบ พัฒนา และสร้างองค์ความรู้ใหม่สำหรับการจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การสร้าง ความมั่นคงทางด้านอาหารตามยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี พ.ศ. 2561-2580 เพื่อการพัฒนาประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพเพื่อสร้างศักยภาพของเกษตรกรยุคไทยแลนด์ 4.0
2. เพื่อนำเสนอข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์สำหรับการจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อนำเสนอข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์สำหรับการจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพเพื่อการพัฒนาประเทศไทย โดยมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยดังนี้

1. กลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informants) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลักที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้บริหารนโยบายและกิจการสมาร์ตฟาร์มภาครัฐและเอกชนในประเทศไทย จำนวน 66 คน จากการเลือกผู้บริหารแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ตามคุณสมบัติที่กำหนด ได้แก่ (1) ผู้บริหารระดับนโยบายจากหน่วยงานราชการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ตามกลุ่มภารกิจ เช่น กลุ่มภารกิจด้านพัฒนาการผลิต กลุ่มภารกิจด้านบริหารจัดการทรัพยากรเพื่อการผลิต และกลุ่มภารกิจด้านส่งเสริมและพัฒนาเกษตรกรและระบบสหกรณ์ (2) ผู้บริหารระดับนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการธุรกิจและการค้าจากกระทรวงพาณิชย์ (3) ผู้บริหารระดับนโยบายกรมวิชาการเกษตร (4) ผู้บริหารระดับนโยบายรัฐวิสาหกิจและบริษัทมหาชนที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจสมาร์ตฟาร์มในกำกับของรัฐบาล (5) ผู้บริหารหรือผู้ประกอบการกิจการธุรกิจสมาร์ตฟาร์มที่มีประสบการณ์ในการบริหารกลุ่มธุรกิจอุตสาหกรรมเกษตรขนาดย่อม (SMEs) อย่างน้อย 3 ปี และ (6) ผู้บริหารหรือผู้ประกอบการกิจการธุรกิจสมาร์ตฟาร์มที่ประสบความสำเร็จและมีรางวัลคุณภาพเชิงประจักษ์ในการจัดการธุรกิจสมาร์ตฟาร์ม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างแบบเปิด กำหนดประเด็นการวิจัยในบริบทของการจัดการธุรกิจสมาร์ตฟาร์มที่ประกอบด้วย (1) นวัตกรรมเกษตรกรรมของโลก (2) แนวคิดและหลักการของสมาร์ตฟาร์ม (3) การพัฒนาเกษตรกรไทยยุคไทยแลนด์ 4.0 (4) ความสำคัญของการพัฒนาธุรกิจสมาร์ตฟาร์มและแนวโน้มภาคการเกษตรของประเทศไทย (5) ยุทธศาสตร์การจัดการธุรกิจสมาร์ตฟาร์มที่มีประสิทธิภาพ และ (6) ข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์เพื่อความมั่นคงด้านอาหารสำหรับประเทศไทย การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาตลอดจนความเหมาะสมของภาษาและการใช้ถ้อยคำ จากนั้นนำมาทดสอบหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร Cronbach's Alpha Coefficient และได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .958

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการศึกษาเอกสารวรรณกรรม และรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) ขั้นการเก็บข้อมูลและกำหนดองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง 3) ขั้นการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์ และ 4) ขั้นการตรวจสอบและยืนยันข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์ที่เหมาะสมโดยการสัมมนาผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) จำนวน 9 คน

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล คณะผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ โดยเก็บข้อมูลระหว่างเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม พ.ศ. 2564 ส่วนการสัมมนาผู้เชี่ยวชาญจะจัดสัมมนาตามประเด็นที่กำหนด

5. การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสารัตถภาพและสัมพันธภาพจากผลสัมภาษณ์และสรุปในลักษณะเชิงเนื้อหาเชิงอุปนัย (Content Analysis) โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร วรรณกรรม รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง และผลการตรวจสอบและยืนยันโดยผู้เชี่ยวชาญมาสังเคราะห์เพื่อนำเสนอข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์สำหรับการจัดการธุรกิจสมาร์ตฟาร์มที่มีประสิทธิภาพเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัยพบว่า จากรายงานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการธุรกิจสมาร์ตฟาร์มครบทุกมิติรวมถึงการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้บริหารระดับนโยบาย สามารถสรุปประเด็นการวิจัยโดยมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. นวัตกรรมเกษตรกรรมของโลก

จากการวิเคราะห์ของอีไอซีตามรายงานขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO: Food and Agriculture Organization) พบว่าแนวโน้มความต้องการบริโภคผลผลิตทางการเกษตรในโลกเพิ่มขึ้นมากในขณะที่

พื้นที่เพาะปลูกทางการเกษตรยังคงที่ ในอนาคตความต้องการบริโภคผลผลิตทางการเกษตรและเนื้อสัตว์ต่อคนจะเพิ่มขึ้นมาจากจำนวนประชากรโลก องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติประมาณการว่าประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นราว 35% เป็น 9.7 พันล้านคนในปี ค.ศ. 2050 นอกจากนี้ ด้วยรายได้ต่อคนที่เพิ่มขึ้นซึ่งจะทำให้ประชากรชนชั้นกลางเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนาที่มีประชากรจำนวนมาก เช่น จีน อินเดีย และอินโดนีเซีย เป็นต้น ผู้บริโภคกลุ่มนี้จะเปลี่ยนพฤติกรรมมาบริโภคอาหารที่ดีขึ้น โดยคาดว่า การบริโภคเนื้อสัตว์ต่อคนจะเพิ่มขึ้นราว 1.2% ต่อปี และการเพิ่มขึ้นดังกล่าวจะยิ่งทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเพื่อเป็นอาหารสูงขึ้นตามไปด้วย

ดังนั้นจากกล่าวได้ว่า การทำการเกษตรแบบดั้งเดิมจะไม่สามารถให้ผลผลิตที่เพียงพอต่อการเลี้ยงประชากรโลกได้ด้วยความต้องการบริโภคผลผลิตทางเกษตรที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่พื้นที่เพาะปลูกของโลกมีแนวโน้มคงที่ เกษตรกรจึงต้องหาวิธีในการเพาะปลูกแบบใหม่เพื่อที่จะเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น โดยปัจจุบันการทำการเกษตรทั่วโลกยังไม่มีประสิทธิภาพมากนัก โดยระบบการจัดการน้ำคาดว่ายังมีประสิทธิภาพไม่เกิดประโยชน์ถึง 90% อีกทั้งฟาร์มทั่วโลกกว่า 47% ใช้ปุ๋ยและสารเคมีมากเกินไป ทำให้ดินเสียและส่งผลกระทบต่อผลผลิตต่อไร่ในอนาคต ในขณะที่ฟาร์มบางแห่งก็ใช้ปุ๋ยน้อยเกินไปจนทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น [3] ทั้งนี้ที่ผ่านมาภาคเกษตรได้ใช้การตัดแต่งพันธุกรรมและการผสมข้ามพันธุ์เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่ทนต่อสภาพอากาศและให้ผลผลิตสูง แต่เทคโนโลยีดังกล่าวได้ถูกพัฒนามานานแล้วและไม่สามารถตอบโจทย์ความต้องการทางด้านผลผลิตทางการเกษตรที่จะเพิ่มขึ้นกว่า 70% ใน 30 ปีข้างหน้าได้ [4] นอกจากนี้ ประเทศจีนยังได้พัฒนาระบบที่เรียกว่า MCIN-Based Architecture of Smart Agriculture (MCIN-ASA) ซึ่งเป็นระบบสังคมไซเบอร์ฟิสิกส์ที่ใช้ในเกษตรกรรมสมรรถนะสูงที่โด่งดังไปทั่วโลก [5]

การทำการเกษตรกรรมสมัยใหม่จึงต้องมีการนำเทคโนโลยีมาใช้มากขึ้นเพื่อรองรับประชากรที่เพิ่มขึ้นซึ่งเทคโนโลยีอันเป็นความหวังที่จะเพิ่มผลผลิตต่อไร่ นั่นก็คือ “เกษตรกรรมแม่นยำสูง” [6] โดยเทคโนโลยีดังกล่าวประกอบด้วยระบบ (1) Planting (2) Fertilizing (3) Spraying และ (4) Irrigation เป็นต้น อีกทั้งระบบการประมวลผลข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลทางอากาศจากโดรนและดาวเทียม จะให้ข้อมูลในการตัดสินใจเพื่อวางแผนการผลิตและการเก็บเกี่ยวได้แม่นยำมากขึ้น การรวบรวมข้อมูลโดยเซ็นเซอร์ และทำให้ได้ฐานข้อมูลขนาดใหญ่มาใช้วิเคราะห์แบบอัลกอริธึมซึ่งสามารถตรวจสอบฟาร์มแบบเรียลไทม์และตอบสนองต่อเหตุการณ์ล่วงหน้า โดยหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ให้บริการด้านการจัดการข้อมูลด้านการเกษตรอย่างครบวงจร คือ “ConnectedFarm” ของ Trimble ที่ให้บริการข้อมูลการพยากรณ์สภาพอากาศ การตรวจสอบคุณภาพดินและพืชผลทางการเกษตร รวมถึงทำรายงานสรุปคุณภาพพืชผลทางการเกษตรระหว่างฤดูกาล การตรวจสอบฟาร์มผ่านดาวเทียม และการคำนวณผลกำไรให้เกษตรกร เป็นต้น [7]

จากข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ภาคการเกษตรทั่วโลกมีความพยายามในการปรับเปลี่ยนรูปแบบและวิธีการรวมถึงศักยภาพในการสร้างผลผลิตผลทางการเกษตรอย่างเป็นระบบโดยอาศัยนวัตกรรมและเทคโนโลยีสมัยใหม่อยู่เสมอ ประเทศที่เป็นผู้นำต่างก็มีนโยบายที่ชัดเจนด้านกระบวนการวิจัยและพัฒนา รวมถึงการประยุกต์ใช้และการถ่ายทอดข้อมูลให้กับเกษตรกรภายในประเทศ ทั้งนี้เพื่อให้เกษตรกรได้ปรับปรุงรูปแบบและวิธีการให้เหมาะสมในการสร้างมูลค่าเพิ่มรวมถึงยกระดับความสามารถด้านการผลิตให้ได้มาตรฐานสากล

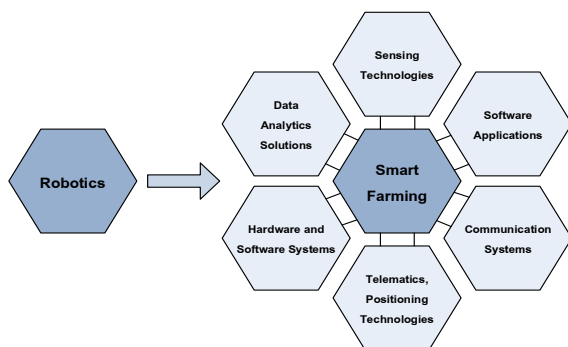
2. แนวคิดและหลักการของสมาร์ทฟาร์ม

2.1 ความหมายและองค์ประกอบของสมาร์ทฟาร์ม

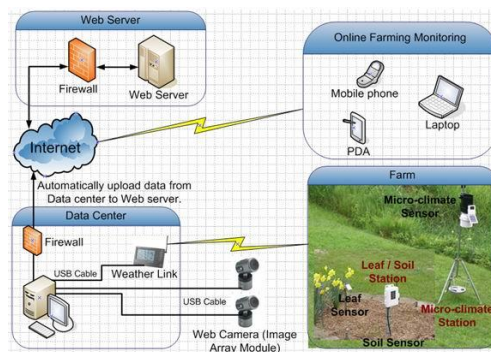
สมาร์ทฟาร์ม (Smart Farm) หรือ “ฟาร์มอัจฉริยะ” เป็นนวัตกรรมที่เกิดจากแนวพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศรมหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร (พระบิดาแห่งนวัตกรรมไทย) เกี่ยวกับการส่งเสริมสนับสนุนให้เกษตรกรและผู้ประกอบการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีด้านการเกษตรมากขึ้น เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลผลิต

และพัฒนาภาคการเกษตรให้ยั่งยืนต่อไปในอนาคต โดยรายละเอียดที่น่าสนใจเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีสมาร์ทฟาร์ม แสดงดังภาพที่ 1 [8] ประกอบด้วย (1) Sensing Technologies หมายถึง เทคโนโลยีเซ็นเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ (2) Software Applications หมายถึง ซอฟต์แวร์ประยุกต์ (3) Communication Systems หมายถึง ระบบสื่อสารโทรคมนาคม (4) Telematics, Positioning Technologies หมายถึง เทคโนโลยีในการระบุพิกัดตำแหน่ง (5) Hardware and Software Systems หมายถึง ระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์รวมถึงระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) และ (6) Data Analytics Solutions หมายถึง เทคนิควิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่หลากหลาย

สมาร์ทฟาร์มเป็นรูปแบบการทำเกษตรแบบใหม่ที่จะทำให้การทำไร่นามีภูมิคุ้มกันต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป โดยการนำข้อมูลของภูมิอากาศทั้งในระดับพื้นที่ย่อย (Microclimate) ระดับไร่ (Mesoclimate) และระดับมหภาค (Macroclimate) มาใช้ในการบริหารจัดการและดูแลพื้นที่เพาะปลูก เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมหรือสภาวะอากาศที่เกิดขึ้น รวมถึงการเตรียมพร้อมรับมือกับสภาพอากาศที่จะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 2 โดยได้รับการขนานนามว่า “เกษตรกรรมความแม่นยำสูงหรือเกษตรแม่นยำสูง” (Precision Agriculture) ซึ่งเป็นที่นิยมกันมากในประเทศประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าทางอุตสาหกรรมเกษตรทั่วโลก [9]



ภาพที่ 1 เทคโนโลยีสมาร์ทฟาร์ม



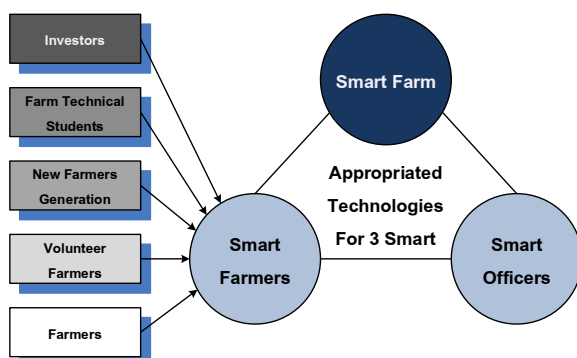
ภาพที่ 2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการทำสมาร์ทฟาร์ม

แนวคิดหลักของสมาร์ทฟาร์ม คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์รวมถึงระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารหรือระบบไอซีที ในการพัฒนาห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) ของกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรไปจนถึงผู้บริโภค เพื่อยกระดับคุณภาพการผลิต ลดต้นทุน รวมทั้งพัฒนามาตรฐานสินค้า สมาร์ทฟาร์มเป็นความพยายามยกระดับการพัฒนาเกษตรกรรม 4 ด้านที่สำคัญ ได้แก่ (1) การลดต้นทุนในกระบวนการผลิต (2) การเพิ่มคุณภาพมาตรฐานการผลิตและมาตรฐานสินค้า (3) การลดความเสี่ยงในภาคเกษตร ซึ่งเกิดจากการระบาดของศัตรูพืชและจากภัยธรรมชาติ และ (4) การจัดการและส่งผ่านความรู้ โดยนำระบบไอซีทีจากการวิจัยไปประยุกต์สู่การพัฒนาในทางปฏิบัติ และให้ความสำคัญต่อการใช้ระบบไอซีทีของเกษตรกร ซึ่งเทคโนโลยีร่วมที่นำมาใช้ในการทำสมาร์ทฟาร์ม ได้แก่ (1) Global Positioning System (GPS), (2) Geographic Information System (GIS), (3) Remote Sensing, (4) Proximal Sensing, (5) Variable Rate Technology (VRT), (6) Crop Models and Decision Support System (DSS) และ (7) เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) [10]

การทำสมาร์ทฟาร์มในประเทศไทยอาจมีข้อจำกัด เนื่องจากระบบเทคโนโลยีบางชนิดยังมีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร เช่น ระบบ GPS, GIS, DSS และ IoT ซึ่งระบบนี้ต้องใช้งบประมาณในการลงทุนสูง งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ด้านเกษตรกรรมสมัยใหม่น้อยมาก รวมถึงเกษตรกรขาดความชำนาญในการใช้เครื่องมือในการเพิ่ม

คุณภาพมาตรฐานการผลิตและมาตรฐานสินค้านั้น แนวคิด “สมาร์ทฟาร์ม” ครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการผลิต โดยเน้นการประยุกต์ใช้ระบบอัตโนมัติ (Automation/Robotic System) และการพัฒนาองค์ความรู้ทางการผลิตโดยระบบการติดตามและเตือนภัยล่วงหน้า (Monitoring/Warning System) ในด้านการจัดการผลผลิต อีกทั้งแนวคิดของสมาร์ทฟาร์มยังให้ความสำคัญกับระบบควบคุมผลผลิตให้มีความสม่ำเสมอทั้งปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งการตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability) ซึ่งเป็นหลักการในการดูแลความปลอดภัยของสินค้าให้กับผู้บริโภคที่ต้องใช้ข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลกลาง (Center of Information) ซึ่งมีความเชื่อมโยงทั้งห่วงโซ่คุณค่าของสินค้าพร้อมทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วย [11]

แต่เมื่อโลกเข้าสู่การเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ สังคม ตลอดจนองค์ความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร ที่มีการแลกเปลี่ยนส่งผ่านกันอย่างรวดเร็วไปทั่วทุกภูมิภาค เกษตรกรไทยจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนตัวเองตามสภาพการดำเนินชีวิต การเปิดรับ เรียนรู้ รับรู้ข้อมูลข่าวสาร และเข้าใจต่อหลักการและกระบวนการจัดการสมาร์ทฟาร์ม เพื่อพาตัวเองก้าวสู่การเป็นเกษตรกรคุณภาพตามนโยบายและแนวทางปฏิบัติงานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่ว่า “การพัฒนาเกษตรกรให้เป็น Smart Farmer โดยมี Smart Officer หรือเจ้าหน้าที่รัฐเป็นเพื่อนคู่คิด” รูปแบบพื้นฐานในการทำสมาร์ทฟาร์มมีองค์ประกอบแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 รูปแบบพื้นฐานในการทำสมาร์ทฟาร์ม

กระบวนการสร้าง Smart Farmer เป็นการพัฒนา Smart Officer หรือเจ้าหน้าที่รัฐ ซึ่งมีองค์ความรู้ทางวิชาการและนโยบาย สามารถนำเทคโนโลยีมาใช้สนับสนุนเกษตรกร โดยชั้นนำเกษตรกรตามแนวทางการพัฒนาที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนการก้าวสู่การเป็น Smart Officer คือ การปรับกระบวนการทำงาน ซึ่งเริ่มจากการทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงชนิดและปริมาณผลผลิตสินค้าเกษตรของแต่ละพื้นที่ รวมทั้งปัญหาของสินค้าแต่ละชนิด และต้องสามารถเชื่อมโยงกับศูนย์วิจัยของเครือข่ายหน่วยงานในกระทรวงเกษตรฯ และข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยนำมาวางแผนด้านการผลิตให้กับเกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากการพัฒนาให้เกษตรกรไทยเป็น Smart Farmer โดยมี Smart Officer เป็นเพื่อนคู่คิดแล้ว ยังมีการปฏิรูปภาคการเกษตรของประเทศด้วย ตามกรอบแนวคิดในการขับเคลื่อนการพัฒนา ได้แก่ Zoning = Area + Commodity + Human Resource

โดยมีสาระสำคัญ คือ การขับเคลื่อนนโยบายการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม (Zoning) ในพื้นที่หนึ่งให้ประสบความสำเร็จต้องอาศัยความพร้อมของปัจจัยหลัก 3 ด้านในการขับเคลื่อน ได้แก่ การบริหารจัดการพื้นที่และทรัพยากรที่เหมาะสม ผลิตสินค้าได้ตรงตามความต้องการของตลาด (Commodity) รวมทั้งการมีบุคลากรด้านการเกษตรทั้งเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ (Human : Smart Farmer & Smart Officer) ที่จะทำหน้าที่บริหารจัดการการผลิตทางการเกษตรตลอดจนห่วงโซ่คุณค่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2. เป้าหมายหลักของการทำสมาร์ทฟาร์ม

โดยทั่วไปเป้าหมายหลักของการทำสมาร์ทฟาร์มประกอบด้วย (1) เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและรายได้เกษตรกรให้ยั่งยืน (2) ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตทางการเกษตรผ่านการยอมรับการจัดการที่ดีที่สุด การปฏิบัติงานเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทน และ (3) เพิ่มความยืดหยุ่นให้กับสภาพอากาศที่รุนแรงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศโดยการยอมรับอย่างดีที่สุด รวมถึงการจัดการเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2.3 โอกาสของการทำสมาร์ทฟาร์ม

โดยทั่วไปโอกาสของการทำสมาร์ทฟาร์มประกอบด้วย (1) ระบุช่องโหว่ในฟาร์มต่อสภาพอากาศและความแปรปรวนที่รุนแรง การใช้พลังงานของสินค้าคงคลังและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ในฟาร์ม กำหนดเป้าหมายและแผนการปรับตัวรวมถึงบรรเทาผลกระทบการเปลี่ยนแปลง (2) เพิ่มการปรับตัวในฟาร์มโดยใช้แนวทางการจัดการที่ดีที่สุด ได้แก่ ระบบการปลูกพืช IPM การวางแผนการใช้ที่ดิน และการจัดการทรัพยากรน้ำ เป็นต้น (3) ปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน เช่น การระบายความร้อน การชลประทาน การระบายน้ำ และระบบการจัดการของเสียโดยมีความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้น และ (4) ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานและติดตั้งระบบพลังงานทดแทนในฟาร์ม ซึ่งสามารถมีส่วนร่วมในการประหยัดค่าใช้จ่ายรวมถึงการพัฒนาขีดความสามารถในด้านการผลิตพลังงานของประเทศ

ในส่วนของแอปพลิเคชันหรือแพลตฟอร์มดิจิทัลที่นำมาใช้ในระบบสมาร์ทฟาร์มมีอยู่ 7 อย่างด้วยกัน ได้แก่ (1) การนำไปใช้ในการจัดการเครื่องมือและเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อใช้ในการติดตาม (2) การจัดการพื้นที่เพาะปลูกที่เหมาะสมทั้งแบบขนาดเล็กและขนาดใหญ่ (3) การตรวจสอบติดตามปศุสัตว์ (4) การทำเกษตรกรรมในที่ร่ม เช่น โรงเรือนเกษตรกรรมเรือนกระจก (Greenhouse) (5) การประมง (6) การปลูกป่า และ (7) การตรวจสอบติดตาม และการเก็บรักษาผลผลิตการเกษตร

อย่างไรก็ตาม การทำสมาร์ทฟาร์มมีความต้องการใช้ความเชี่ยวชาญในหลากหลายสาขา ดังนั้นจะมีผู้ให้บริการหลากหลายชนิดในระบบนิเวศนี้ ซึ่งจะเป็นการสร้างงานให้แก่ภาคอุตสาหกรรมของประเทศได้โดยสามารถแบ่งกลุ่มได้ดังนี้ (1) ผู้ให้บริการเทคโนโลยี จะประกอบด้วยผู้ให้บริการเครือข่ายสื่อสารไร้สาย ผู้ให้บริการเซ็นเซอร์หรือ M2M, ผู้ให้บริการ DSS, ผู้ให้บริการ Big Data Analytic, Geo Mapping Application และ Mobile Applications เป็นต้น (2) ผู้ให้บริการเครื่องมือและเครื่องจักรกลการเกษตรอัจฉริยะ ได้แก่ หุ่นยนต์ทางการเกษตรและเครื่องจักรกลการเกษตรที่เชื่อมต่อกับระบบสื่อสารไร้สาย (3) เกษตรกรหรือกลุ่มเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชเฉพาะ และ (4) ผู้กำหนดทิศทางของตลาดที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดราคาในสินค้าการเกษตรแต่ละชนิดในแต่ละช่วงเวลา

การทำสมาร์ทฟาร์มนั้นเรื่องข้อมูลจะเป็นปัจจัยพื้นฐานทั้งในเรื่องการตรวจสอบคุณสมบัติของดินผ่านเซ็นเซอร์หรือภาพถ่ายดาวเทียม สภาพภูมิอากาศ การพยากรณ์สภาพตลาด การระบาดของโรคพืช และปริมาณน้ำจืดที่จะทำการเกษตร เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้ต้องมีความถูกต้องแม่นยำด้วยจึงสามารถสร้างระบบสมาร์ทฟาร์มให้ประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ยังกล่าวได้อีกว่า สมาร์ทฟาร์มเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีความสอดคล้องกับหลักเศรษฐกิจพอเพียง เนื่องจากมีหลักการที่คล้ายคลึงกัน นั่นคือ การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด [12]

3. การพัฒนาเกษตรกรไทยยุคไทยแลนด์ 4.0

จากที่องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติได้วิเคราะห์ว่า จำนวนประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นอีกพันล้านคนจากปัจจุบันไปที่ 8 พันล้านคนภายในปี ค.ศ. 2025 และ 9.7 พันล้านคนในปี ค.ศ. 2050 ดังนั้นโลกจำเป็นต้องมีอาหารเลี้ยงประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างเพียงพอ ในประเด็นนี้เองจึงเป็นโอกาสของประเทศไทยที่จะสร้างประเทศ

ของเราให้เป็น “ครัวโลก” หากว่านโยบายการเปลี่ยนผ่านประเทศสู่ยุคดิจิทัลหรือยุคไทยแลนด์ 4.0 ประสบความสำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคการเกษตร ดังนั้น ภาคการเกษตรจึงได้รับการท้าทายเพื่อตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นของประชากรโลก โดยการผลิตอาหารของโลกต้องเพิ่มขึ้น 70% ภายในปี ค.ศ. 2050 ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่เพาะปลูกไม่สามารถเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำจืดซึ่งขณะนี้ภาคการเกษตรใช้ไปเกือบร้อยละ 70 ของปริมาณน้ำจืดทั่วโลก สภาพภูมิอากาศที่ทวีความแปรปรวน และฤดูกาลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง ดังนั้น หากประเทศใดที่มีทรัพยากรด้านการเกษตรที่เหมาะสมอยู่แล้วและสามารถบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพสูงสุดได้ ก็จะทำให้ประเทศนั้นสามารถก้าวกระโดดเป็นแหล่งอาหารของโลกหรือจะพูดได้ว่าเป็น “ประเทศมหาอำนาจด้านอาหาร” ก็ว่าได้ เกษตรกรไทยยุคไทยแลนด์ 4.0 ตั้งอยู่บนพื้นฐานหลักการและแนวคิดที่ว่า

1) เกษตรกรมีข้อมูลข่าวสารและความรู้ความสามารถทันสถานการณ์ พึ่งพาตนเองได้ และสถาบันเกษตรกรเป็นกลไกหลักขับเคลื่อนภาคการเกษตรด้วยหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและศาสตร์พระราชา

2) ตลาดนำกระบวนการผลิต สินค้าเกษตรมีคุณภาพ มาตรฐานความปลอดภัย ภาคการเกษตรเติบโตอย่างยั่งยืนด้วยงานวิจัย เทคโนโลยี และนวัตกรรม รวมทั้งสามารถประยุกต์กับองค์ความรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่น

3) พื้นที่เกษตรมีการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพและปรับเปลี่ยนการผลิตให้เหมาะสมกับศักยภาพพื้นที่ด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม อาทิ Agri-Map และ Applications เป็นต้น

วิธีหนึ่งที่ภาคการเกษตรจะสามารถบรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้จำเป็นที่จะต้องนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาสร้างประสิทธิภาพภายใต้ข้อจำกัดดังกล่าว ทั่วโลกจึงมีแนวคิดในการทำการเกษตรแบบที่เรียกว่า “เกษตรอัจฉริยะ หรือ Smart Farming” เพื่อให้สอดคล้องกับกระแสสมาร์ตซิตี้ สมาร์ทคาร์ และสมาร์ตต่าง ๆ การเกษตรที่ใช้นวัตกรรมแบบเกษตรอัจฉริยะ (Smart Agriculture) ตั้งแต่การผลิต-แปรรูป-ตลาด ด้วยสินค้าที่มีความปลอดภัย ยกระดับมูลค่าด้วยคุณภาพมาตรฐาน ประหยัดทรัพยากรน้ำ และใช้พื้นที่การเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุดเชิงเศรษฐกิจและสังคมช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570)

อย่างไรก็ตาม ระบบเกษตรในยุคดิจิทัลจะไม่ได้มีเพียงแต่การทำเกษตรแม่นยำหรือเกษตรอัจฉริยะเท่านั้น แต่จะต้องมีการพัฒนาระบบดิจิทัลครบทั้งห่วงโซ่ให้เป็นระบบการขนส่งสินค้าเกษตรอัจฉริยะ (Smart Agri-Logistics) เพราะสินค้าเกษตรเป็นสินค้าที่เน่าเสียได้ในระยะเวลาที่จำกัด และราคาจะมีการแปรผกผันตามความสดของสินค้า อีกทั้งทิศทางการบริโภคสินค้าเกษตรในอนาคต ผู้บริโภคจะต้องการข้อมูลถึงแหล่งที่มาของการผลิต เวลาในการเก็บเกี่ยว การหลีกเลี่ยงการใช้วิธีการทางเคมีเพื่อรักษาความสดใหม่ของสินค้าเกษตร ดังนั้นปัจจัยสำคัญเพื่อรักษาความสดใหม่จากแปลงปลูกไปสู่จานผู้บริโภคจะขึ้นอยู่กับระบบการขนส่งสินค้าเกษตรที่ต้องมีความพอดีในการนำส่งสินค้าไปยังตลาดที่ต้องการในเวลาที่กำหนดโดยปราศจากการเน่าเสีย

ขณะเดียวกันเพื่อสร้างความตื่นตัวให้กับผู้นำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้กับการเกษตรโดยใช้แนวคิดเกษตรแบบครบวงจร ซึ่งอาจประกอบด้วยทักษะสำคัญ 4 ด้าน ได้แก่ (1) การบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม แรงงานทุน การเพาะปลูก เพาะเลี้ยง และการผลิตวัตถุดิบทางการเกษตร (2) การผลิตและแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรโดยใช้เทคโนโลยีอย่างมีคุณค่าและคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (3) การแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคโดยเป็นไปตามระบบมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารสากล และ (4) ความเป็นเกษตรกรมืออาชีพ (Professional) มีการวางแผนในเชิงธุรกิจและพร้อมแบ่งปันบทเรียนสู่สาธารณะ

สิ่งที่สำคัญอีกประการคือ การนำเทคโนโลยีมาใช้ในระบบความปลอดภัยทางอาหาร โดยการสร้างเครือข่ายอัจฉริยะเตือนภัยความปลอดภัยของอาหาร (Smart Food Safety Awareness) เพราะผู้บริโภคมีความต้องการที่จะรู้ข้อมูลของอาหารที่ตนบริโภค การรู้ถึงข้อมูลแหล่งกำเนิดหรือแม่แต่รู้ว่าผู้ใดเป็นเกษตรกรผู้ผลิตวัตถุดิบในการทำอาหาร

รวมทั้งการขนส่งจนมาถึงจานของผู้บริโภคเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคต้องการ ซึ่งผู้บริโภคทั่วโลกในปัจจุบันเริ่มที่จะมีความตระหนักถึงการบริโภคที่จะไม่ทำร้ายตนเองมากขึ้น ดังนั้นจึงทำให้การนำเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีความสามารถในการกระจายข้อมูลที่ครอบคลุมรายละเอียดของอาหารมากขึ้น และสามารถเข้าถึงประชาชนได้มากขึ้นด้วยค่าใช้จ่ายที่น้อยมาก โดยจะสามารถนำมาสร้างเครือข่ายอัจฉริยะเตือนภัยความปลอดภัยของอาหารได้ไม่ยากนัก [13]

ดังนั้นสำหรับการพัฒนาเกษตรกรไทยยุคไทยแลนด์ 4.0 นอกเหนือจากการมีความรู้ทางด้านเกษตรที่ถูกต้องแล้ว ยังจำเป็นที่ต้องมีความรู้และทักษะในเทคโนโลยีหุ่นยนต์ รูปถ่ายทางอากาศและดาวเทียม GPS/GIS พยากรณ์อากาศ และ Big Data Analytic เพื่อช่วยในการตัดสินใจ โดยในการใช้งานเทคโนโลยีเหล่านี้ในการเกษตรจะก่อให้เกิดห่วงโซ่ใหม่ขึ้นในการทำการเกษตรเสมอ ซึ่งภาครัฐสามารถสร้างให้เป็น “กลุ่มเกษตรกรอัจฉริยะประจำหมู่บ้านหรือชุมชน” โดยใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและเทคโนโลยีบรอดแบนด์ 5G มาเป็นโครงสร้างพื้นฐานในการติดต่อสื่อสารโดยสะดวก ดังนั้นโครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงที่สามารถเข้าถึงทุกหมู่บ้านของประเทศไทยจึงเป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จปัจจัยหนึ่งที่จะขับเคลื่อนสมาร์ตฟาร์มของประเทศไทยและสามารถทำให้ประเทศไทยของเราสามารถยืนหยัดอยู่บนโลกในตำแหน่ง “ประเทศมหาอำนาจด้านอาหาร” ต่อไปได้อีกในอนาคต

4. ความสำคัญของการพัฒนาธุรกิจสมาร์ตฟาร์มและแนวโน้มภาคการเกษตรของประเทศไทย

4.1 ความสำคัญของการพัฒนาธุรกิจสมาร์ตฟาร์ม

สำหรับประเทศไทยที่ไอซีมองว่าเป็นฐานการผลิตผลิตผลเกษตรที่สำคัญของโลก การทำการเกษตรในอนาคตจำเป็นต้องนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้นเพื่อให้เพียงพอต่อการเลี้ยงประชากรโลก อีกทั้งช่วยเพิ่มมูลค่าการส่งออกสินค้าการเกษตรของไทยอีกด้วย ทั้งนี้ไอซียังมองว่าไทยมีศักยภาพในด้านนี้พอสมควร โดยภาคการเกษตรของไทยควรมีการพัฒนาอย่างเป็นระบบ เช่น การวิจัยและพัฒนาด้านเกษตรกรรมสมัยใหม่ การแนะนำการปลูกพืชให้เหมาะสมต่อพื้นที่ การสร้างความเข้าใจแก่เกษตรกรเพื่อให้มีการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีมาใช้ในการสร้างผลผลิตเร็วขึ้นและคุณภาพดีขึ้น ตลอดจนการสนับสนุนให้ใช้พลังงานทดแทน (Renewable Energy) และพลังงานทางเลือก (Alternative Energy) ในกระบวนการผลิตโดยคำนึงถึงการรักษาสິงแวดล้อม อีกทั้งต้องมีการพัฒนาเครือข่ายระบบสื่อสารโทรคมนาคมให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ของประเทศไทย ทั้งนี้ยังมองว่าเป็นโอกาสสำหรับธุรกิจสตาร์ทอัพสายเทคโนโลยีการเกษตรที่จะพัฒนาระบบซึ่งออกแบบเฉพาะให้เหมาะสมกับพันธุ์พืชและสภาวะอากาศของไทยในราคาที่ไม่สูงนัก

แนวคิดในการนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาผสมผสานเข้ากับงานด้านการเกษตรไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ ระบบไอซีที่ การสื่อสารไร้สาย เซ็นเซอร์ เทคโนโลยีชีวภาพ รวมทั้งนาโนเทคโนโลยี เป็นต้น เหล่านี้จะเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาให้กับเกษตรกรโดยการเปลี่ยนไร่นาและฟาร์มเกษตรทั้งหลายให้กลายมาเป็นผืนดินที่สดแสนจะไฮเทค และทำให้ฟาร์มธรรมดา ๆ กลายมาเป็นฟาร์มอัจฉริยะที่มีความสามารถในการรับรู้ความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ด้วยเซ็นเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นจึงเกิดการดำเนินงานด้านเกษตรกรรมอย่างกึ่งอัตโนมัติซึ่งเป็นที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในอนาคต ทั้งนี้สมาร์ตฟาร์มจะทำให้เกษตรกรกรมกลายมาเป็นอาชีพที่มีความสุขที่สุดในโลก ที่ซึ่งเกษตรกร เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมจะอาศัยและอยู่ร่วมกันได้อย่างกลมกลืนและพอเพียง [14]

แม้ว่าประเทศไทยจะมีนโยบายเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farmer Development Project) เมื่อปี พ.ศ. 2549 ที่กำกับดูแลโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยมีเป้าหมายเพื่อการปรับปรุงทักษะและศักยภาพด้านเกษตรกรรมสำหรับเกษตรกรไทย แต่ทว่าเมื่อผ่านไปกว่า 15 ปี ภาคเกษตรของไทยมีการนำเทคโนโลยีมาใช้น้อยจึงทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่ที่ต่ำ ทั้งนี้สาเหตุที่ไทยมีการนำเทคโนโลยีมาใช้น้อยเนื่องจากไทยยังทำการเกษตรแบบแปลงเล็ก การนำ

เทคโนโลยีมาใช้จึงไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน อย่างไรก็ตาม การส่งเสริมให้เกษตรกรรวมกันปลูกพืชขนาดใหญ่ เช่น การให้ชาวนาทำลายคันนาและทำนาร่วมกัน จะเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักของการพัฒนาการเกษตรของไทยในอนาคต โดยในอดีตญี่ปุ่นเป็นประเทศที่ส่งเสริมการทำนาแปลงใหญ่โดยให้เงินเป็นแรงจูงใจในการรวมนาในแต่ละชั้น ทั้งนี้รัฐบาลไทยก็ได้ส่งเสริมวิธีการแบบนี้เช่นกันแต่ไม่ได้รับการตอบรับมากนัก โดยปัจจุบันมีการรวมกันเข้าร่วมนาแปลงใหญ่ราว 8.4 แสนไร่ สำหรับเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้เพิ่มเติมควรพิจารณาถึงผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุนและภาครัฐควรให้คำแนะนำและมีนโยบายที่ชัดเจน [15]

4.2 แนวโน้มภาคการเกษตรของประเทศไทย

หลายปีที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า ธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับภาคการเกษตรมักมีการผูกขาดในภาคเอกชนชั้นนำไม่กี่บริษัทของประเทศไทย แต่ในปัจจุบันพบว่าข้อมูลสำคัญต่าง ๆ ทางด้านการเกษตรมีอย่างมากมายและเกษตรกรสามารถเข้าถึงได้โดยการศึกษาและเรียนรู้ด้วยตนเองเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม รัฐบาลควรสร้างความเข้าใจทางด้านเทคโนโลยี การถ่ายทอด และการสร้างระบบการมีส่วนร่วมของเกษตรกรเพื่อให้มีการนำเทคโนโลยีมาใช้แบบผสมผสานมากขึ้น โดยอาจรวมกลุ่มเกษตรกรเพื่อให้ความรู้ในเรื่องการนำเข้าเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อพันธุ์พืชและสภาพอากาศของไทย ซึ่งทำให้ธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับภาคการเกษตรไม่ว่าจะเป็นเครื่องจักรทางการเกษตรหรือปุ๋ยเคมีสามารถขยายและสามารถต่อยอดธุรกิจได้เพิ่มขึ้นโดยยึดโยงกับความสามารถของเกษตรกรไทย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีในการทำสมาร์ทฟาร์มจะมีความเฉพาะพื้นที่และพืชพันธุ์ การเป็นประเทศที่รอจะบริโภคเทคโนโลยีจากต่างประเทศที่ต้องให้เขาผลิตให้และปรับแต่งให้กับสภาพแวดล้อมของเรา จะทำให้เราเป็นประเทศที่เสียเปรียบในสภาวะอาหารที่กำลังเป็นประเด็นหลัก ถึงแม้ว่าเราจะมีรายได้เปรียบในสภาพภูมิประเทศและสภาวะภูมิอากาศต่อการผลิตสินค้าทางเกษตรได้หลากหลายทั้งชนิดและปริมาณ แต่การที่ไม่มีความสามารถสร้างเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อใช้ในการทำการเกษตรยุคใหม่ อาจส่งผลจะทำให้เราเป็นผู้เสียเปรียบในโลกแห่งอนาคตได้ [8, 14]

แนวโน้มภาคการเกษตรประเทศไทยพบว่า สตาร์ทอัพสายเทคโนโลยีการเกษตรมีโอกาสได้รับอานิสงส์จากการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีมาใช้ในภาคเกษตร โดยสามารถพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ รวมถึงระบบฐานข้อมูลและการพยากรณ์ที่อาจมีราคาถูกกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศและเหมาะสมกับการเกษตรของไทย เช่น การพัฒนาอุปกรณ์วัดระดับแร่ธาตุและความชื้นของดิน การเชื่อมต่อกับสมาร์ทโฟนที่เกษตรกรมีอยู่แล้ว เพื่อให้สามารถตรวจสอบข้อมูลโดยใช้แอปพลิเคชันได้ในราคาไม่แพงมากนัก และกล่าวได้ว่าในอนาคตประเทศไทยจะสามารถเพิ่มการส่งออกสินค้าเกษตรหากมีการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้อย่างเหมาะสมและได้มาตรฐานสากล

5. ยุทธศาสตร์การจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพ

หากพิจารณามิติด้านการสร้างสมาร์ทฟาร์มให้เกิดขึ้นได้จริงจะต้องอาศัยสรรพกำลังและความร่วมมือกันของประชารัฐตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ซึ่งควรต้องดำเนินการตามยุทธศาสตร์ 5 ประการ ในประเด็นต่อไปนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การเปลี่ยนบทบาทของภาครัฐ นั่นคือ เปลี่ยนแนวคิดและวิธีการส่งเสริมภาคเกษตรโดยให้รัฐเป็นผู้ผลักดันและสนับสนุนการดำเนินกิจกรรมสมาร์ทฟาร์มทุกรูปแบบภายใต้กรอบนโยบายเกษตรมั่นคง ได้แก่ (1) การพัฒนาองค์ความรู้ให้แก่เกษตรกรสู่ความเป็น Smart Farmer เสริมสร้างความภาคภูมิใจและความมั่นคงในการประกอบอาชีพเกษตรกรรม ใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการดำรงชีวิต รวมทั้งการพัฒนาเกษตรกรรายย่อยให้เป็นผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม และ (2) ส่งเสริมการรวมกลุ่มของเกษตรกรและเชื่อมโยงเครือข่ายสถาบันเกษตรกรสู่ Smart Group และ Smart Enterprise สร้างความเข้มแข็งให้แก่สถาบันเกษตรกรทั้งในด้านการผลิต การแปรรูป การตลาด และการบริหารจัดการสมัยใหม่ [16]

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การลงทุนสร้างโครงการวิจัยและนวัตกรรมในภาคเกษตรโดยอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนไม่ว่าจะเป็นสถาบันวิจัย นักวิจัย สถาบันการศึกษา เกษตรกรทั้งรายย่อยและรายใหญ่ ภาคเอกชน และรวมไปถึงความร่วมมือกับบริษัทต่างชาติ

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยปรับโครงสร้างพื้นฐานในการบริหารจัดการน้ำให้เอื้อต่อการทำสมาร์ตฟาร์มในทุกภูมิภาค

ยุทธศาสตร์ที่ 4 การจัดโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบไอซีทีเพื่อเกษตรกรที่เหมาะสม ความเร็วสูง และครอบคลุมทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทยเพื่อให้เกษตรกรได้เข้าถึงแหล่งข้อมูลโดยเร็วและทันท่วงที

ยุทธศาสตร์ที่ 5 การปรับเปลี่ยนแนวทางจากการที่ภาครัฐคิดและดำเนินโครงการพัฒนาไปเป็นแนวทางใหม่ให้กลุ่มเกษตรกรและกลุ่มประชาสังคม (มูลนิธิ อาจารย์ และมหาวิทยาลัย) ทำโครงการวิจัยและพัฒนาโดยเสนอขอรับจากภาครัฐผ่านสถาบันวิจัยหรือสถาบันการศึกษาซึ่งภาครัฐต้องมีกระบวนการกำกับติดตามอย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ การกำหนดยุทธศาสตร์ให้เกษตรกรไทยยุคไทยแลนด์ 4.0 ต้องเรียนรู้แนวทางของภาคธุรกิจ เกษตรกรรมที่นำเทคโนโลยีและนวัตกรรมต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์มาช่วยเสริมศักยภาพในการทำงาน การสร้างสรรค์คุณภาพการผลิต รวมถึงการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ธุรกิจการเกษตรของตนเอง ทั้งนี้เพื่อเปลี่ยนการทำธุรกิจเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมมาสู่การผลิตและจำหน่ายสินค้าเกษตรผ่านช่องทางธุรกิจสมัยใหม่ [17] โดยเทคโนโลยีและนวัตกรรมจะช่วยให้เกษตรกรมีการเรียนรู้และสามารถเติบโตอย่างยั่งยืนทั้งในปัจจุบันและอนาคต ดังกรณีตัวอย่างของการเพาะเห็ดด้วยสมาร์ตฟาร์มที่ช่วยเพิ่มทั้งประสิทธิภาพ มาตรฐาน และคุณภาพการผลิต หรือในกรณีของการปลูกพืชผักผลไม้ไม่ออกฤดูกาล การปลูกพืชสมุนไพรสำหรับการแพทย์ทางเลือก อาทิ กัญชงและกัญชา เป็นต้น นับว่าเป็นอีกแนวทางที่จะทำให้ประเทศไทยสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิตในรูปแบบเดิมสู่การผลิตสินค้าเกษตรคุณภาพสูงที่สามารถผลิตเพื่อส่งออกสู่ตลาดโลกได้ในอนาคต [18] ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า “สมาร์ตฟาร์ม” เป็นเส้นทางบังคับที่ประเทศไทยต้องเดินไปสู่เป้าหมายให้จงได้โดยเร็วที่สุดเพื่อทำให้ความฝันที่ไทยจะเป็น “ครัวโลก” กลายเป็นความจริง

6. ข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์เพื่อความมั่นคงด้านอาหารสำหรับประเทศไทย

จากข้อมูลที่ได้จากข้อ 1-5 สามารถนำมากำหนดเป็นข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์เพื่อการสร้างความมั่นคงด้านอาหารสำหรับประเทศไทย โดยรัฐบาลจะต้องกำหนดนโยบายและแผนงานต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการจัดการธุรกิจสมาร์ตฟาร์มที่เหมาะสม [8, 16] ดังนี้

1) ภาครัฐควรสร้างยุทธศาสตร์หรือแผนพัฒนาภาคการเกษตรเป็นการเฉพาะทั้งระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว โดยเน้นกรอบการวิจัยและพัฒนาสมาร์ตฟาร์มเป็นประเด็นหลัก และใช้หลักการส่งเสริมกิจกรรมการผลิตที่เหมาะสมในพื้นที่การเกษตรตามแผนที่ Agri-Map รวมถึงการทำ Zoning ภาคเกษตรให้มีรูปแบบมาตรฐาน

2) ภาครัฐควรมีการบูรณาการหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านสมาร์ตฟาร์ม อาทิ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงพลังงาน กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม กระทรวงพาณิชย์ กระทรวงมหาดไทย เนคเทค สวทช. และอื่น ๆ เพื่อสร้างศูนย์กลางข้อมูล (Centre of Informatics) สำหรับเกษตรกรไทยเป็นการเฉพาะ

3) ภาครัฐควรมีการปฏิรูประบบการวิจัยและพัฒนาโดยจัดตั้งคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติด้านการเกษตร (National Agricultural Research Commission) เพื่อสร้างนักวิจัยอัจฉริยะ (Smart Researchers) โดยการดูแล การจัดสรรงบประมาณ และระดมทุนวิจัยด้านการเกษตร มีการร่วมมือด้านการวิจัยกับภาคเอกชนและบริษัทต่างชาติ รวมถึงการเพิ่มการลงทุนใน R&D&I ภาคเกษตรกรรม การสร้างความเข้มแข็งด้าน Biological การสร้างแรงจูงใจสำหรับนักวิจัยรุ่นใหม่ และส่งเสริมระบบร่วมมือกันทำวิจัยและพัฒนาระหว่างนักวิจัย/สถาบันวิจัยกับเกษตรกร/กลุ่มเกษตรกร

4) ภาครัฐควรสนับสนุนให้มีการวิจัยและพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทนหรือพลังงานสะอาดเพื่อการประยุกต์ใช้ในภาคการเกษตรอย่างเป็นรูปธรรม อีกทั้งควรผลักดันให้การวิจัยและพัฒนาด้านการเกษตรสมัยใหม่เป็นวาระแห่งชาติ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0

5) ภาครัฐควรผลักดันเพื่อเชื่อมโยงเครือข่ายการสื่อสารความเร็วสูงให้ครอบคลุมทุกภูมิภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมชนบท และสนับสนุนการใช้ระบบไอซีทีที่เป็นเครื่องมือสำคัญในการวิจัยและส่งเสริมการทำเกษตรกรรมรูปแบบใหม่อย่างครบวงจร

6) กระทรวงพาณิชย์ควรให้การสนับสนุนกระทรวงเกษตรฯ ในการดำเนินนโยบายบริหารจัดการสินค้าเกษตรร่วมกันในด้านการเชื่อมโยงข้อมูลการตลาดเข้ากับข้อมูลการผลิต โดยเฉพาะการบูรณาการฐานข้อมูลกับศูนย์ข้อมูลเกษตรในส่วนของการตลาดเชิงลึกที่ครอบคลุมด้านมูลค่า ปริมาณ และสต็อกสินค้า เป็นต้น โดยให้มีกลไกในการเข้าถึงข้อมูลขององค์กรและคลังสินค้า เพื่อให้สามารถสร้างฐานข้อมูลด้านการตลาดสินค้าเกษตร ทั้งในบริบทของการซื้อขายสินค้าจริง (Physical Trading) และการซื้อขายแบบตลาดล่วงหน้า (Future Trading) ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรเข้าถึงข้อมูลด้านการตลาดเชิงลึกเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตและผลักดันให้สามารถสร้างความเปลี่ยนแปลงได้อย่างเป็นรูปธรรม

ผลการยืนยันข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์สำหรับการจัดการธุรกิจสมาร์ตฟาร์มที่มีประสิทธิภาพเพื่อสร้างศักยภาพของเกษตรกรยุคไทยแลนด์ 4.0 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านด้านเกษตรศาสตร์และการจัดการธุรกิจสมัยใหม่พบว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับประเด็นยุทธศาสตร์ที่นำเสนอ แต่ควรพิจารณาในเรื่องของการกำหนดแผนงานหรือทิศทางที่เป็นไปได้ (Road Map) ที่จะสามารถนำประเทศไทยไปสู่การปฏิบัติให้สำเร็จและตรงตามเป้าหมายของการสร้างธุรกิจสมาร์ตฟาร์มที่มีประสิทธิภาพก็ต้องได้รับการสนับสนุนอย่างยิ่งยวดจากภาครัฐและทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องอย่างจริงจังและเป็นรูปธรรม อีกทั้งเกษตรกรไทยก็ควรมีการปรับตัวให้ทันกับสถานการณ์แห่งการพลิกโฉม (Disruption) โดยหมั่นแสวงหาความรู้ควบคู่ไปกับการใช้เทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตผลให้ได้ตามมาตรฐานสากล

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถนำประเด็นสำคัญมาอภิปรายผลการวิจัย 2 ประเด็น ดังนี้

1) การจัดการธุรกิจสมาร์ตฟาร์มที่มีประสิทธิภาพต้องมีการการเชื่อมต่อหรือมีการเปิดกว้างทางธุรกิจในลักษณะการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งการบริหารจัดการจะต้องมีองค์ประกอบที่เอื้ออำนวยต่อการเชื่อมโยงในรูปแบบของเครือข่ายธุรกิจ ดังนั้นกุญแจที่สำคัญสำหรับการทำธุรกิจสมาร์ตฟาร์มยุคใหม่มีดังนี้ (1) เพิ่มผลผลิตคุณภาพสูง (2) ลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น (3) การตัดสินใจอย่างมั่นใจ (4) เทคโนโลยีและการบริการที่ดีเยี่ยม และ (5) แผนยุทธศาสตร์อันเยี่ยมยอด เป็นต้น [2, 13, 15]

2) ข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์เพื่อการสร้างความมั่นคงด้านอาหารสำหรับประเทศไทย ควรเน้นการออกแบบและพัฒนาธุรกิจสมาร์ตฟาร์มเป็นการเฉพาะ การจัดทำ Zoning ให้เป็นมาตรฐาน การสร้างเครือข่ายความร่วมมือทางวิชาการและการวิจัยเป็นต้นว่า การผลักดันให้การทำเกษตรสมัยใหม่เป็นวาระแห่งชาติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ รวมถึงการส่งเสริมสนับสนุนให้เกษตรกรไทยพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการฟาร์มให้ได้ตามมาตรฐานสากล [10, 16]

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการจัดการธุรกิจสมาร์ตฟาร์มที่มีประสิทธิภาพเพื่อสร้างศักยภาพของเกษตรกรยุคไทยแลนด์ 4.0 และ 2) นำเสนอข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์สำหรับการจัดการธุรกิจ

สมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพเพื่อการพัฒนาประเทศไทย โดยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า จากสถานการณ์การจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มของโลกและแนวทางการพัฒนาศักยภาพเกษตรกรของประเทศไทยสามารถนำมากำหนดนโยบายและแผนยุทธศาสตร์ที่เหมาะสมได้ ส่วนข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์สำหรับการจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพเพื่อการพัฒนาประเทศไทย มีประเด็นสำคัญ 6 ประเด็น ได้แก่ (1) นวัตกรรมเกษตรกรรมของโลก (2) แนวคิดและหลักการของสมาร์ทฟาร์ม (3) การพัฒนาเกษตรกรไทยยุคไทยแลนด์ 4.0 (4) ความสำคัญของการพัฒนาธุรกิจสมาร์ทฟาร์มแนวใหม่ภาคการเกษตรของประเทศไทย (5) ยุทธศาสตร์การจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพ และ (6) ข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์เพื่อความมั่นคงด้านอาหารสำหรับประเทศไทย

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มที่มีประสิทธิภาพมีเป้าหมายเพื่อสร้างประสิทธิภาพมากที่สุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่การทำการเกษตร โดยการใช้แนวทางที่ทันสมัยที่สุดคือแนวทางการทำการเกษตรอย่างยั่งยืน ต่อเนื่องโดยสามารถตอบสนองได้ทั้งในแง่คุณภาพและปริมาณ รวมทั้งผลตอบแทนทางการเงิน รูปแบบการจัดการธุรกิจสมาร์ทฟาร์มจะมีการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลาย อาทิเช่น GPS/GIS Services, Sensor Technology, Wireless Networks และ Big Data Analytic เพื่อสร้างประสิทธิภาพและมาตรฐานในการผลิต กระบวนการใช้เทคโนโลยีระบบไอซีทีที่ช่วยเข้ามาสร้างระบบการตัดสินใจเพื่อทดแทนการใช้วิธีการคาดเดาของเกษตรกร โดยข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการตัดสินใจจะมีรายละเอียดและแง่มุมต่าง ๆ จำนวนมาก ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อกระบวนการผลิต การควบคุม การแปรรูป รวมถึงการจัดจำหน่ายเป็นอย่างมาก อีกทั้งเกษตรกรควรมีความรู้เรื่องการจัดการที่เหมาะสม เพราะนี่คือยุคของเกษตรกรชาวนฉลาด (Smart Farmers) อย่างเต็มตัวที่สามารถผลิตอาหารเพื่อการเป็นครัวของโลก

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยและตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยาลัยผู้ประกอบการสร้างสรรค์นานาชาติรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ สถาบันนวัตกรรมทางการศึกษา และบริษัทพีเอส โปรเฟสชันนอล เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ฤทัยชนก จริวจิตร. (2559). *เจาะลึก “Smart Farmer” แค่แนวคิดใหม่ หรือจะพลิกโฉมการเกษตรไทย*. สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์การค้าสินค้าเกษตร กระทรวงพาณิชย์. กรุงเทพฯ: กระทรวงพาณิชย์.
- [2] Seenuankaew, U., Rattichot, J., Phetwong, W., and Leenaraj, B. (2018). Thai Farmers' Information Needs and Seeking that Lead to Mobile Phone Application Development for Production and Marketing Promotion. *Information and Learning Sciences*. 119(5/6): 246-259.
- [3] Aryal, J.P., Jat, M.L., Sapkota, T.B., Khatri-Chhetri, A., Kassie, M., Rahut, D.B., and Maharjan, S. (2018). Adoption of Multiple Climate-Smart Agricultural Practices in the Gangetic Plains of Bihar, India. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*. 10(3): 407-427.
- [4] Shi, L., Shi, G., and Qiu, H. (2019). General Review of Intelligent Agriculture Development in China. *China Agricultural Economic Review*. 11(1): 39-51.
- [5] Gu, X., Chai, Y., Liu, Y., Shen, J., Huang, Y., and Nan, Y. (2017). A MCIN-Based Architecture of Smart Agriculture. *International Journal of Crowd Science*. 1(3): 237-248.

- [6] Azevedo, D. (2019). Precision Agriculture and the Smart Village Concept. *Emerald Studies in Politics and Technology*, Emerald Publishing Limited. (1): 83-97.
- [7] Jayashankar, P., Nilakanta, S., Johnston, W.J., Gill, P., and Bures, R. (2018). IoT Adoption in Agriculture: the Role of Trust, Perceived Value and Risk. *Journal of Business & Industrial Marketing*. 33(6): 804-821.
- [8] Seenuankaew, U., Rattichot, J., Phetwong, W., and Leenaraj, B. (2018). Thai Farmers' Information Needs and Seeking that Lead to Mobile Phone Application Development for Production and Marketing Promotion. *Information and Learning Sciences*. 119(5/6): 246-259.
- [9] Giua, C., Materia, V.C., and Camanzi, L. (2021). Management Information System Adoption at the Farm Level: Evidence from the Literature. *British Food Journal*. 123(3): 884-909.
- [10] Musa, S.F.P.D., and Basir, K.H. (2021). Smart Farming: Towards a Sustainable Agri-Food System. *British Food Journal*. 123(9): 3085-3099.
- [11] Shammar, E.A., and Zahary, A.T. (2019). The Internet of Things (IoT): a Survey of Techniques, Operating Systems, and Trends. *Library Hi Tech*. 38(1): 5-66.
- [12] Mannan J., M., S., K.S., M., D., and T., P. (2021). Smart Scheduling on Cloud for IoT-based Sprinkler Irrigation. *International Journal of Pervasive Computing and Communications*. 17(1): 3-19.
- [13] Win, H.E. (2016). *Smart Farmer Development Project in Thailand*. Center for Applied Economics Research. Kasetsart University, Thailand. Bangkok: Kasetsart University.
- [14] Pillai, R., and Sivathanu, B. (2020). Adoption of Internet of Things (IoT) in the Agriculture Industry Deploying the BRT Framework. *Benchmarking: An International Journal*. 27(4): 1341-1368.
- [15] Carmela Annosi, M., Brunetta, F., Capo, F., and Heideveld, L. (2020). Digitalization in the Agri-Food Industry: the Relationship Between Technology and Sustainable Development. *Management Decision*. 58(8): 1737-1757.
- [16] Mikhailov, A., Oliveira, C., Padula, A.D., and Reichert, F.M. (2021). Californian Innovation Ecosystem: Emergence of Agtechs and the New Wave of Agriculture. *Innovation & Management Review*. 18(3): 292-307.
- [17] Sisodia, G.S., Alshamsi, R., and Sergi, B.S. (2021). Business Valuation Strategy for New Hydroponic Farm Development – a Proposal Towards Sustainable Agriculture Development in United Arab Emirates. *British Food Journal*. 123(4): 1560-1577.
- [18] อาศิรา ราชเวียง, สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ฤทธิเดช พรหมดี, พล.ต.ต.วิบูลย์ ผกามาต, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาต. (2564). สมาร์ทฟาร์ม...นวัตกรรมและเทคโนโลยีอัจฉริยะเพื่อสร้างศักยภาพเกษตรกรไทยยุคไทยแลนด์ 4.0. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 5*. 7-8 กรกฎาคม 2564. หน้า 186-200. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.

RANC15-033 ผลของกลีเซอรอลต่อสมบัติของฟิล์มไหมจากรังไหมพันธุ์ไทยสีเหลือง
EFFECT OF GLYCEROL ON THE PROPERTIES OF SILK FIBROIN FILM FROM
YELLOW SILK THAI COCOONS

ศิริวรรณ วงศ์พยัคฆ์, สุปราณี แก้วภิรมย์

*Siriwan Wongpayak, Suprane Kaewpirom**

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Department of Chemistry, Faculty of Science, Burapha University.

**Corresponding author, E-mail: kaewpiro@buu.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของกลีเซอรอลต่อสมบัติของฟิล์มไหมไฟโบรอิน โดยทำการสกัดไหมไฟโบรอิน ด้วยสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ทำการเตรียมสารละลายไหมไฟโบรอินโดยละลายในสารละลายเกลือ $\text{CaCl}_2 : \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} : \text{H}_2\text{O}$ ที่อัตราส่วนโดยโมล 1:2:8 และทำการไดอะไลซิส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เตรียมฟิล์มไหม โดยวิธีการหล่อจากสารละลายและศึกษาผลของการเติมกลีเซอรอลร้อยละ 0-28 โดยน้ำหนักต่อสมบัติของฟิล์มไหม การศึกษาโครงสร้างโครงสร้างทางเคมีของฟิล์มไหมด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี พบว่า การเติมกลีเซอรอล ทำให้โครงสร้างทางเคมีของไหมเปลี่ยนไป ฟิล์มมีความยืดหยุ่นมากขึ้น เมื่อปริมาณกลีเซอรอลเพิ่มขึ้นค่าการส่องผ่าน จะมีค่ามากขึ้น เมื่อแช่ฟิล์มในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะมีการลดลงของน้ำหนักฟิล์มตามปริมาณกลีเซอรอลที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ฟิล์มที่มีการเติมกลีเซอรอลมากขึ้นจะมีค่าร้อยละการเกิดเจลลดลง

คำสำคัญ : ไฟโบรอิน กลีเซอรอล รังไหมพันธุ์ไทย

Abstract

In this study, the effect of glycerol on properties of silk fibroin films was investigated. Silk fibroin was extracted from Thai yellow-silk cocoons using Na_2CO_3 solution. The resulted silk fibroin was dissolved in a $\text{CaCl}_2/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}/\text{H}_2\text{O}$ solution (mole ratio of 1:2:8) and purified by dialysis against distilled water for 72 h. Afterward, the silk fibroin film was prepared by casting the purified silk fibroin solution. The effect of glycerol addition (0-28%w/w) on the properties of the films was examined. The Fourier-transform infrared spectra showed the alteration of the chemical structure of the silk fibroin film by glycerol addition. The transparency of the silk fibroin films increased with increasing glycerol content. The increment of glycerol resulted in the reduced weight of silk fibroin films after immersing in water for of 24 h. Moreover, the gel fraction of the films decreased with the increased glycerol content.

Keywords : Fibroin, Glycerol, Silk Thai Cocoons

บทนำ

รังไหม ประกอบด้วยโปรตีนไฟโบรอิน (Fibroin protien) และโปรตีนเซรีซิน (Sericin protien) ซึ่งทำหน้าที่เป็นกาวเชื่อมไฟโบรอินให้ติดกันเพื่อสร้างรังไหม [1] โดยทั่วไปเซรีซินจะละลายน้ำได้และสามารถถูกกำจัดออกโดยการบำบัดด้วยความร้อน – เคมี หรือที่เรียกว่า การลอกกาวไหม ปัจจุบันมีการนำไฟโบรอินมาใช้เป็นวัสดุทางด้าน การแพทย์และวิศวกรรมเนื้อเยื่อ ได้แก่ เส้นด้ายในการเย็บแผล แผ่นไหมปิดแผลสมานเซลล์ผิวหนังให้แผลหายเร็ว คอนแทคเลนส์ ผิวหนังเทียม เนื่องจากโปรตีนไฟโบรอินเป็นพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพ มีสมบัติเชิงกลที่ดีและสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ [2] ซึ่งการนำไหมไฟโบรอินไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบฟิล์มบาง ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากความสามารถในการละลายน้ำได้ปานกลาง และมีความเปราะ [1] งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการปรับเปลี่ยน ความเหนียวและความยืดหยุ่นของฟิล์มไหมให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน โดยการเติมกลีเซอรอลพลาสติกไซเซอร์ตั้งแต่ 20 %w/w ซึ่งจะทำให้ฟิล์มมีความเหนียวและยืดหยุ่นได้ดีขึ้น [3] นอกจากนี้การทดสอบสมบัติทางแสง จึงเป็นแนวทางในการพัฒนาฟิล์มไหมให้มีประสิทธิภาพเหมาะในการใช้งาน นำไปสู่การประยุกต์ใช้ฟิล์มในด้านทาง อุตสาหกรรม ด้านชีววัสดุเพื่อการแพทย์ และความงาม [4] ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการเตรียมฟิล์มไหมไฟโบรอินที่สังเคราะห์ขึ้นมาจากรังไหมพันธุ์ไทยสีเหลือง โดยมีการปรับเปลี่ยนความยืดหยุ่นของฟิล์มไหมให้เหมาะสมกับการใช้งานแต่ละประเภท โดยการเติมกลีเซอรอลพลาสติกไซเซอร์ที่มีความเข้มข้นที่แตกต่างกันไป จากนั้นนำไปทดสอบสมบัติทางแสง สมบัติเชิงกล และสมบัติการเปื่อยกพื้นผิว และการยึดเกาะพื้นผิว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการเติมกลีเซอรอลที่ปริมาณต่างๆ ต่อโครงสร้างทางเคมี สมบัติทางแสง การบวมตัวในน้ำ และการเกิดเจลของฟิล์มไหมไฟโบรอินจากรังไหมพันธุ์ไทยสีเหลือง

วิธีการดำเนินการวิจัย

สารเคมีและเครื่องมือ

เครื่องฟลูเรียร์ทรานฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (Fourier transform infrared spectroscopy; FT-IR) บริษัท Perkin Elmer System 2000 เครื่องวิเคราะห์การดูดกลืนแสง (UV-Visible spectrophotometer) บริษัท Shimadzu Scientific UV-2600 โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate; Na_2CO_3) จาก QR&C New Zealand แคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride; CaCl_2) จาก LOBA CHEMIE PVT.LTD. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH) จาก LOBA CHEMIE PVT.LTD. เอทานอล (Ethanol; $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) จาก QR&C New Zealand และกลีเซอรอล (Glycerol; $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) จาก Ajax Finechem.

การสกัดไหมจากรังไหม

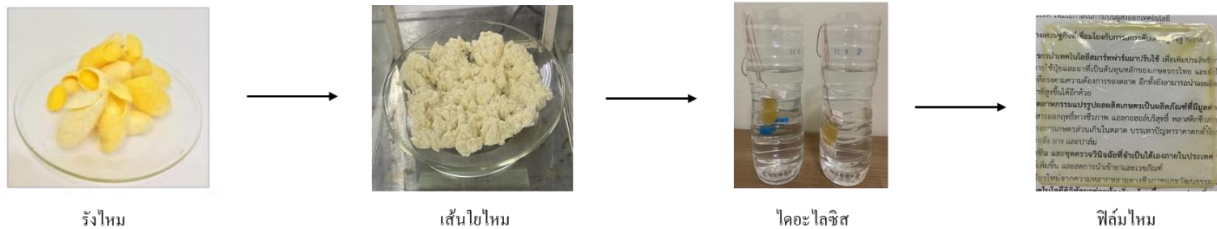
ต้มน้ำกลั่นปริมาตร 1.8 ลิตร ที่ 90 องศาเซลเซียส เติมโซเดียมคาร์บอเนต 3.6 กรัม คนจนละลาย จึงเติมรังไหมที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ มา 5 กรัม ต้มต่อเป็นเวลา 30 นาที จึงล้างทำสะอาดกาวไหมที่ลอกออกด้วยน้ำกลั่นหลาย ๆ

ครั้ง ครั้งละ 400 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 1 วัน ที่ 70 องศาเซลเซียส นำมาชั่งน้ำหนักไหมไฟโบรอินที่สกัดได้ เพื่อหาร้อยละของไหมไฟโบรอิน (% Recovery) ดังสมการที่ 1 และนำเส้นใยไหมไฟโบรอิน 2 กรัม ละลายในสารละลายเกลือ $\text{CaCl}_2 : \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} : \text{H}_2\text{O}$ ที่อัตราส่วน 1:2:8 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ไดอะไลซิส เป็นเวลา 72 ชั่วโมงเพื่อหาความเข้มข้นของไหมไฟโบรอิน สัญลักษณ์ที่ใช้แสดงฟิล์มไหมแต่ละชนิด แสดงดังตารางที่ 1

$$\% \text{ Recovery} = \frac{W_{\text{ไหมหลังชั่ง}}}{W_{\text{ไหมก่อนชั่ง}}} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ $W_{\text{ไหมก่อนชั่ง}}$ คือ น้ำหนักของรังไหม
 $W_{\text{ไหมหลังชั่ง}}$ คือ น้ำหนักของเส้นใยไหมไฟโบรอิน

การขึ้นรูปฟิล์มไหมไฟโบรอินจากสารละลายไหมไฟโบรอิน
ผสมสารละลายไหมกับสารละลายกลีเซอรอล เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของกลีเซอรอลในน้ำหนักฟิล์มไหม เท่ากับร้อยละ 0 20 22 24 26 และ 28 โดยน้ำหนัก คนเป็นเวลา 2 นาที แล้วเทสารละลายผสมลงในถ้วยพลาสติกทรงสี่เหลี่ยมทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วอบในตู้อบลมร้อนต่ออีก 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะได้ฟิล์มไหมไฟโบรอิน [5]



ภาพที่ 1 วิธีการสกัดไหม การเตรียมสารละลายไหมไฟโบรอินและการขึ้นรูปฟิล์มไหมไฟโบรอิน

การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของฟิล์มไหม

การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันในตัวอย่างฟิล์มไหมด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์ ทำการสแกนตัวอย่าง 18 ตัวอย่าง ค่าความละเอียดสูงสุดในการเก็บข้อมูล (Resolution) เท่ากับ 4 cm^{-1} ที่ช่วงเลขคลื่น $400\text{-}4000 \text{ cm}^{-1}$

ทดสอบสมบัติการส่องผ่านแสงของฟิล์มไหม

โดยใช้เครื่องวัดการดูดกลืน สำหรับทดสอบตัวอย่างที่เป็นของแข็ง โดยวัดปริมาณแสงและความเข้มแสงในช่วงความยาวคลื่น 200-900 นาโนเมตร

ทดสอบการบวมน้ำและ การเกิดเจล

ตัดฟิล์มใหม่ให้ได้ขนาด 2.5x2.5 ตารางเซนติเมตร อบอุ่นให้แห้งที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซ้ำฟิล์มใหม่หลังอบแล้วและแชลงในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้องทุกๆ 1 ชั่วโมง ให้นำใหม่ออกมาซับด้วยกระดาษกรองให้แห้งแล้วนำไปชั่งน้ำหนักใหม่ (W_s) ก่อนนำไปแช่ครั้งถัดไปแล้วให้แชในน้ำกลั่นต่อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังแชครบ 24 ชั่วโมง จึงนำฟิล์มไปอบลมร้อน 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักอีกครั้ง (W_{rd}) เพื่อคำนวณหาร้อยละการบวมตัว (%Swelling) และร้อยละการเกิดเจล (%Gel fraction) ดังสมการที่ 2 และสมการที่ 3 ตามลำดับ

$$\text{Swelling (\%)} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ W_s = น้ำหนักฟิล์มที่บวมน้ำอิ่มตัว

W_d = น้ำหนักฟิล์มที่แห้ง

$$\text{Gel Fraction (\%)} = \frac{W_{rd}}{W_d} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ W_{rd} = น้ำหนักฟิล์มที่แห้งหลังบวมน้ำอิ่มตัว

W_d = น้ำหนักฟิล์มที่แห้งก่อนการบวมน้ำ

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์ที่ใช้แทนฟิล์มใหม่แต่ละชนิด

ชนิดของฟิล์มใหม่	สัญลักษณ์
ฟิล์มใหม่ไฟโบรอิน	YSFG0
ฟิล์มใหม่ไฟโบรอินที่มีสัดส่วนของกลีเซอรอลเท่ากับ 20%	YSFG20
ฟิล์มใหม่ไฟโบรอินที่มีสัดส่วนของกลีเซอรอลเท่ากับ 22%	YSFG22
ฟิล์มใหม่ไฟโบรอินที่มีสัดส่วนของกลีเซอรอลเท่ากับ 24%	YSFG24
ฟิล์มใหม่ไฟโบรอินที่มีสัดส่วนของกลีเซอรอลเท่ากับ 26%	YSFG26
ฟิล์มใหม่ไฟโบรอินที่มีสัดส่วนของกลีเซอรอลเท่ากับ 28%	YSFG28

ผลการวิจัย

การศึกษาการสกัดใหม่จากรังใหม่ โดยผ่านกระบวนการลอกกาวยใหม่ด้วยการต้มในสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เป็นเวลา 30 นาที แล้วล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนจนเป็นกลาง และทำให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะได้ไหมที่แห้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาร้อยละของไหมที่แยกได้ (%Recovery) พบว่า ไหมไฟโบรอินที่แยกได้จัดเป็นร้อยละ 61.12 ± 2.01 ดังแสดงในตารางที่ 2

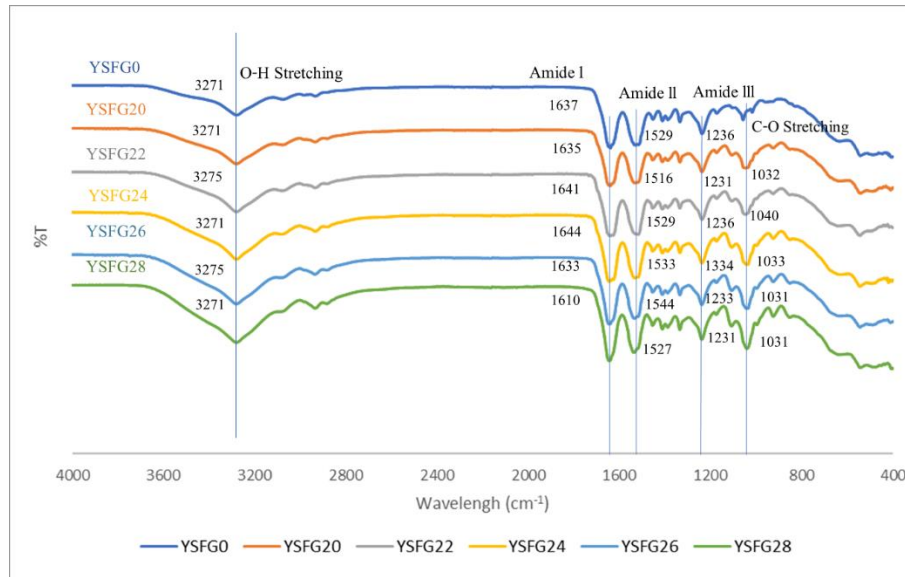
ตารางที่ 2 ร้อยละของไหมที่แยกได้

ครั้งที่	ร้อยละของไหมไฟโบรอินที่สกัดออกได้
1	57.31
2	61.32
3	59.27
4	62.24
5	59.08
6	62.28
7	63.90
8	60.87
9	62.48
10	62.47
เฉลี่ย	61.12±2.01

จากผลการทดลองพบว่า หลังจากให้นำสารละลายไหมไฟโบรอินผ่านกระบวนการไดอะไลซิส ความเข้มข้นของสารละลายไหมไฟโบรอินมีค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง เท่ากับ 4.95 ± 0.04 (%w/v) ซึ่ง

วิเคราะห์ตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันก็ด้วยเทคนิค FTIR

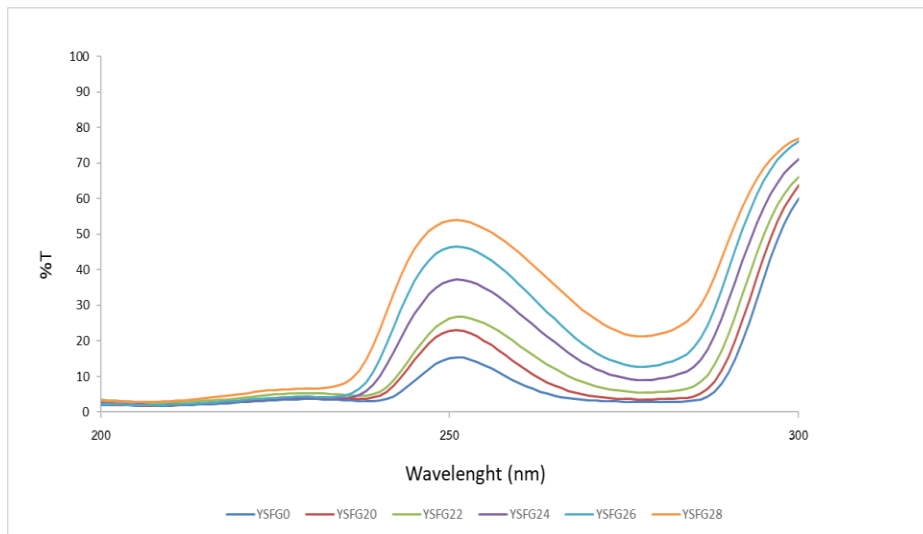
อินฟราเรดสเปกตรัมของตัวอย่างฟิล์มไหม YSFG0 YSFG20 YSFG22 YSFG24 YSFG26 และ YSFG28 แสดงดังภาพที่ 2 โดยฟิล์มไหมแสดงหมู่ฟังก์ชันสำคัญดังนี้ หมู่ไฮดรอกซิลจะปรากฏในช่วงความถี่ $2800-3300 \text{ cm}^{-1}$ หมู่คาร์บอนิลจะปรากฏช่วงความถี่ $900-1360 \text{ cm}^{-1}$ และหมู่อะมิโนจะปรากฏที่ช่วงความถี่ $1200-1850 \text{ cm}^{-1}$ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของไหม ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Dos Santos et al., 2021 ซึ่งกล่าวว่า ฟิล์มไหมที่มีการเติมกลีเซอรอลมีการแสดงหมู่ไฮดรอกซิลจะปรากฏที่พีคเลขคลื่นในช่วง 3300 cm^{-1} หมู่อะมิโนจะปรากฏที่ช่วงความถี่ $1625-1640 \text{ cm}^{-1}$ และหมู่คาร์บอนิลจะปรากฏช่วงความถี่ $1165-920 \text{ cm}^{-1}$ [3]



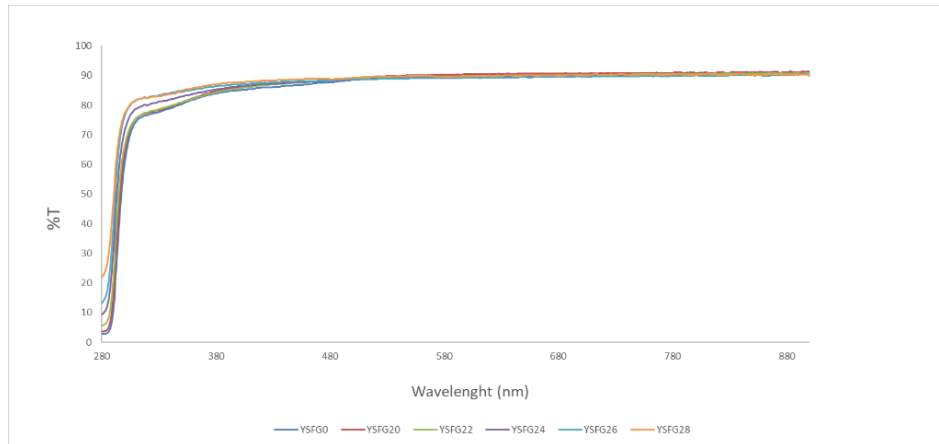
ภาพที่ 2 อินฟราเรดสเปกโตรของฟิล์มใหม่ YSFG0 YSFG20 YSFG22 YSFG24 YSFG26 และYSFG28

วิเคราะห์การดูดกลืนแสงของฟิล์มใหม่

ในภาพที่ 3 (a) และ (b) แสดงสเปกตรัมการส่องผ่านของแสงช่วง UV-Vis ในช่วงความยาวคลื่น 200-900 นาโนเมตร ของฟิล์มใหม่ YSFG0 YSFG20 YSFG22 YSFG24 YSFG26 และYSFG28 พบว่า ฟิล์มใหม่มีค่าการดูดกลืนแสงของฟิล์มใหม่ในช่วงยูวีที่ความยาวคลื่น 200-280 นาโนเมตร โดยการดูดกลืนแสงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณกลีเซอรอลเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามฟิล์มทั้งหมดมีค่าการส่องผ่านแสงของฟิล์มใหม่สูงถึงร้อยละ 73-82



(a)

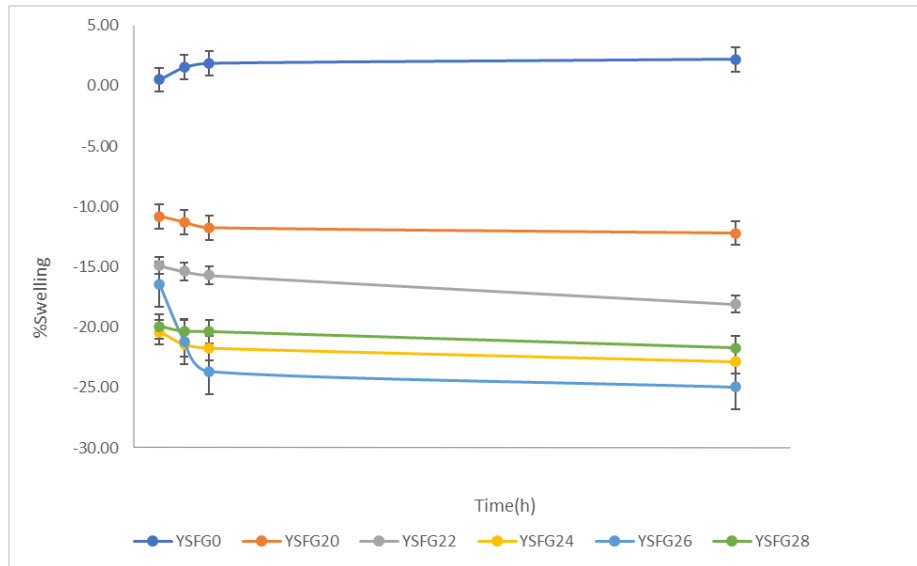


(b)

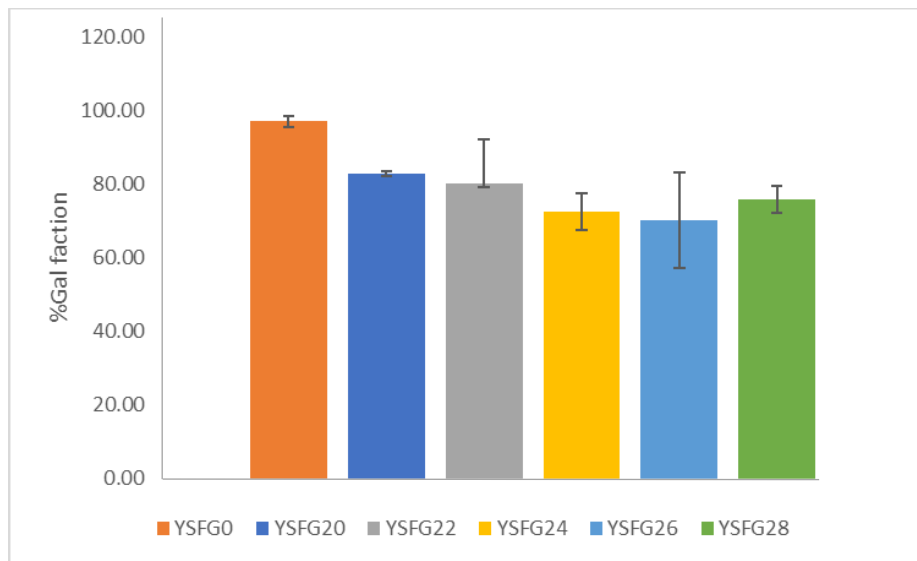
ภาพที่ 3 (a) ค่าการดูดกลืนแสงของฟิล์มใหม่ที่มีความยาวคลื่น 200-280 นาโนเมตร และ (b) ค่าการส่องผ่านแสงของฟิล์มใหม่ที่มีความยาวคลื่น 280-900 นาโนเมตร

การบวมน้ำและการเกิดเจล

อัตราการบวมน้ำ (Swelling) ซึ่งเป็นความสามารถของฟิล์มใหม่ในการดูดซับน้ำไว้ในโครงสร้าง และการเกิดเจล (Gel fraction) ของฟิล์มใหม่ YSFG0 YSFG20 YSFG22 YSFG24 YSFG26 และ YSFG28 แสดงในภาพที่ 4 พบว่าอัตราการบวมน้ำของฟิล์ม YSFG0 มีการบวมน้ำที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากฟิล์มใหม่มีการดูดซับน้ำที่มากขึ้น ฟิล์มใหม่ YSFG20 YSFG22 YSFG24 YSFG26 และ YSFG28 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นใน 1 ชั่วโมงแรกของการทดสอบ จากนั้นจะค่อยๆ ลดลงตามลำดับ เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแผ่นเบต้าภายในฟิล์มใหม่ เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของกลีเซอรอลและฟิล์มใหม่ นอกจากนี้สมบัติการละลายน้ำของกลีเซอรอลทำให้กลีเซอรอลหลุดออกจากฟิล์มใหม่เมื่อแช่ในน้ำเป็นเวลานาน โดยฟิล์มใหม่ที่ไม่มีปริมาณกลีเซอรอล แสดงอัตราการบวมน้ำที่สูงที่สุด เมื่อศึกษาการเกิดเจลของฟิล์มใหม่ พบว่าฟิล์มใหม่ที่ไม่เติมกลีเซอรอลมีการเกิดเจลมากที่สุดร้อยละ 97.09 และฟิล์มใหม่ที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 26 มีการเกิดเจลด้อยที่สุดร้อยละ 70.17 โดยการเกิดเจลมีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณกลีเซอรอลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 4 ร้อยละการบวมตัวของฟิล์มใหม่ YSFG0 YSFG20 YSFG22 YSFG24 YSFG26 และYSFG28



ภาพที่ 5 ร้อยละการเกิดเจลตัวของฟิล์มใหม่ YSFG0 YSFG20 YSFG22 YSFG24 YSFG26 และYSFG28

อภิปรายผลการวิจัย

ตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันกับด้วยเทคนิค FTIR

ฟิล์มใหม่ YSFG0 YSFG20 YSFG22 YSFG24 YSFG26 และYSFG28 แสดงพีคเลขคลื่นที่ใกล้เคียงกัน ดังในภาพที่ 2 โดยแสดงพีคที่เลขคลื่นในช่วง $3271-3275\text{ cm}^{-1}$ เนื่องจาก O-H stretching พีคที่เลขคลื่น $1610-1644\text{ cm}^{-1}$ เนื่องจาก amide I พีคที่เลขคลื่น $1516-1544\text{ cm}^{-1}$ เนื่องจาก amide II พีคที่เลขคลื่น $1231-1536\text{ cm}^{-1}$ เนื่องจาก amide III และในช่วงพีคที่เลขคลื่น $1031-1040\text{ cm}^{-1}$ เนื่องจาก C-O stretching เมื่อเทียบกับสเปกตรัมของไหมบริสุทธิ์

จะเห็นได้ว่าพีคเลขคลื่นของ YSFG20 YSFG22 YSFG24 YSFG26 และ YSFG28 มีตำแหน่งพีคสูงสุดของ amide I amide II และ amide III เลื่อนตำแหน่งไปยังค่าสูงขึ้นเมื่อเติมกลีเซอรอล เนื่องจากกลีเซอรอลทำให้เกิดโครงสร้างของแผ่น β -sheet นอกจากนี้ยังพบลักษณะสเปกตรัมแสดงพีคที่กว้างขึ้นที่ตำแหน่ง 3200 cm^{-1} ซึ่งเกิดจากการเกิดพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลและระหว่างโมเลกุลของกลีเซอรอลกับโมเลกุลของไหมไฟโบรอิน [6]

ผลวิเคราะห์การดูดกลืนแสงของฟิล์มไหม

วิเคราะห์การดูดกลืนแสงของฟิล์มไหม YSFG0 YSFG20 YSFG22 YSFG24 YSFG26 และ YSFG28 ในช่วงความยาวคลื่น $200\text{--}900\text{ nm}$ แสดงในภาพที่ 3 (a) การส่องผ่านแสงในช่วงยูวีของฟิล์มไหมในช่วงความยาวคลื่น $200\text{--}280\text{ nm}$ แต่ละสูตรมีความสามารถในการดูดกลืนแสงยูวี ความสามารถในการดูดกลืนแสงยูวีของฟิล์มไหมมีค่าเรียงลำดับดังนี้ YSFG0 < YSFG20 < YSFG22 < YSFG24 < YSFG26 < YSFG28 และในภาพที่ 3 (b) ตัวอย่างฟิล์มไหมจึงมีค่าการส่องผ่านอยู่ในช่วงร้อยละ $73\text{--}82$ โดยเรียงลำดับดังนี้ YSFG0 < YSFG20 < YSFG22 < YSFG24 < YSFG26 < YSFG28 ตามลำดับ ฟิล์มไหมที่เตรียมได้จึงมีความสามารถในการดูดกลืนแสงยูวีและมีความโปร่งแสงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [7]

การบวมน้ำและการเกิดเจล

การบวมน้ำของฟิล์มไหมลดลงตามปริมาณกลีเซอรอลที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณของกลีเซอรอลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของฟิล์มไหม จากการทดลองพบว่าน้ำหนักของฟิล์มไหมที่เติมกลีเซอรอลลดลง เมื่อเวลาในการแช่น้ำเพิ่มขึ้น ในขณะที่น้ำหนักของฟิล์มไหมที่ไม่เติมกลีเซอรอลมีค่าสูงขึ้น หลังแช่ไว้ 1 ชั่วโมงแรก และเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง YSFG20 YSFG22 YSFG24 YSFG26 และ YSFG28 มีน้ำหนักไหมลดลง ตามลำดับ แต่ YSFG0 มีการบวมน้ำที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ค่าร้อยละการบวมน้ำของ YSFG0 มีค่าสูง เนื่องจากเกิดการละลายน้ำได้ช้าและมีส่วนที่ละลายน้ำได้น้อย [5] หลังจากแช่ฟิล์มไหมในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 4) ฟิล์มไหมเกิดการดูดซึมน้ำเข้าไปมากขึ้น พบว่าร้อยละการเกิดเจลของ YSFG0 YSFG20 YSFG22 YSFG24 YSFG26 และ YSFG28 มีค่าเท่ากับ 97.09 82.91 80.17 72.38 70.17 และ 75.90 ตามลำดับ (ภาพที่ 5) ซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดแผ่นเบต้าทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างภายในไหม เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนระหว่างกลีเซอรอลและไหมไฟโบรอินถูกทำลายด้วยน้ำ [8]

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาการเตรียมฟิล์มไหมโดยนำสารละลายไหมบริสุทธิ์มาทำการเติมกลีเซอรอล และศึกษาผลของปริมาณกลีเซอรอลต่อโครงสร้างเคมี สมบัติทางแสง และสมบัติทางกายภาพของฟิล์มไหม

1. การสกัดไหมจากรังไหมสีเหลือง ได้ร้อยละของไหมไฟโบรอินที่แยกได้และกาวไหม มีค่าเท่ากับ $61\%w/w$ และ $39\%w/w$ ตามลำดับ
2. สามารถเตรียมสารละลายไหมบริสุทธิ์โดยการละลายเส้นไหมด้วยสารละลายผสม $\text{CaCl}_2\cdot\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}:\text{H}_2\text{O}$ ในอัตราส่วนโดยโมล $1:2:8$ พบว่าความเข้มข้นของสารละลายไหมไฟโบรอินมีค่าเท่ากับ 4.95 ± 0.04

3. फिल्मใหม่ที่ได้เติมและไม่เติมกลีเซอรอลมีความโปร่งแสง มีค่าร้อยละการส่องผ่านแสงที่ 500 nm สูงกว่าร้อยละ 89
4. फिल्मใหม่ที่ได้เติมกลีเซอรอล จะมีแถบกว้างของสเปกตรัมที่เลขคลื่น 3275 cm^{-1} เด่นชัด เนื่องจากเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลและภายในโมเลกุลระหว่างกลีเซอรอลและสารละลายไฟโบรอิน
5. YSFGO มีอัตราการบวมน้ำสูงที่สุด และ YSFGO มีร้อยละการเป็นเจลสูงสุด เท่ากับ 97%

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยบริการนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา (SIF-IN-61030014)

เอกสารอ้างอิง

- [1] Johari, N., Moroni, L., & Samadikuchaksaraei, A. (2020). Tuning the conformation and mechanical properties of silk fibroin hydrogels. *European Polymer Journal*, 109842. doi: 10.1016/j.eurpolymj.2020.109842
- [2] มยุรี จันทร์สายทอง. (2555). การเตรียมไฮโดรเจลจากโปรตีนไหมโดยการฉายรังสีแกมมาเพื่อใช้สำหรับปิดแผล. วิทยานิพนธ์. สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี. ภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์. คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] Lu, S., Wang, X., Lu, Q., Zhang, X., Kluge, J. A., Uppal, N., ... & Kaplan, D. L. (2010). Insoluble and flexible silk films containing glycerol. *Biomacromolecules*, 11(1), 143-150.
- [4] ปิยฉัตร วัฒนชัย. (2560). การพัฒนาแผ่นฟิล์มไคโตซานบรรจุคอลลาเจน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [5] Dos Santos, F. V., Yoshioka, S. A., & Branciforti, M. C. (2021). Large-area thin films of silk fibroin prepared by two methods with formic acid as solvent and glycerol as plasticizer. *Journal of Applied Polymer Science*, 138 (31), 50759.
- [6] Matsumoto, A., Chen, J., Collette, A. L., Kim, U.-J., Altman, G. H., Cebe, P., & Kaplan, D. L. (2006). Mechanisms of silk fibroin sol-gel transitions. *The Journal of Physical Chemistry B*, 110(43), 21630-21638. doi: 10.1021/jp056350
- [7] Shivananda, C.S., Madhu Kumar, R., Narayana, B., Byrappa, K., Renu, P., Wang, Y. & Sangappa, Y., (2016). Preparation and characterisation of silk fibroin-silver nanoparticles (SF-AgNPs) composite films. *Materials Research Innovations*, 21 : 210-214 doi: 10.1080/14328917.2016.1200844
- [8] Song, J. E., Sim, B. R., Jeon, Y. S., Kim, H. S., Shin, E. Y., Carlomagno, C., & Khang, G. (2018). Characterization of surface modified glycerol/silk fibroin film for application to corneal endothelial cell regeneration. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*, 1-17. doi: 10.1080/09205063.2018.1535819

**RANC15-034 การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการวิจัยของฝ่ายบริหาร
จัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย**

**DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEMS FOR RESEARCH MANAGEMENT
OF THE RESEARCH MANAGEMENT DEPARTMENT, STRATEGIC WISDOM AND
RESEARCH INSTITUTE**

รัตนาพร จิตรนพรัตน์*

*Rattanaporn Jitnopparat**

สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Strategic Wisdom and Research Institute, Srinakharinwirot University.

**Corresponding author, E-mail: rattanapornji@g.swu.ac.th*

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการวิจัย ของสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย เพื่อนำระบบคอมพิวเตอร์เข้าไปประยุกต์ใช้และช่วยในการจัดเก็บข้อมูลการดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุน เช่น การเบิกเงิน การขยายระยะเวลา การส่งผลงานวิจัย การเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการวิจัย รวมไปถึงการขอยุติโครงการวิจัย พร้อมทั้งการจัดทำรายงานสรุปต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อให้บุคลากรของฝ่ายบริหารจัดการวิจัยสามารถปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว ลดระยะเวลาในการทำงาน ลดข้อผิดพลาด ของเอกสาร และยังตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ ของการดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุนได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ระบบงานได้กำหนดผู้ใช้งานออกเป็น จำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ดูแลระบบ ทำหน้าที่ในการเพิ่มผู้ใช้งานระบบ กำหนดสิทธิ์ในการเข้าใช้งาน และสำรองข้อมูล กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลการดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุน และจัดทำรายงานสรุปข้อมูลการดำเนินการดังกล่าว ระบบเพื่อบริหารจัดการวิจัยของสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย ได้แนวคิดในการพัฒนาระบบ API ด้วย Microsoft Visual Studio.NET 2017 โดยใช้ภาษา Microsoft Visual C# พัฒนา Web Application ด้วย Visual Studio Core โดยใช้ภาษา Angular และเลือกใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL เพื่อช่วยในการจัดเก็บและค้นหาข้อมูลการดำเนินงานวิจัยที่ได้รับทุน ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง ตรงเวลาอย่างมีประสิทธิภาพ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการบริหารงานของสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การพัฒนา ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การดำเนินงานโครงการวิจัย

Abstract

Development of information systems for research management of the Institute of Intellectual Strategy and Research to apply computer systems and assist in collecting data on the implementation of funded research projects, such as withdrawals, extension of timeframe. Submitting research results Changes in research project details Including requesting to terminate the research project along with

preparing various summary reports this is to enable research management personnel to work quickly. Reduce working time, reduce document errors and check various information. of operating a funded research project quickly and effective. The system has assigned access to work into 2 groups, namely the admin group. Serves to add users to the system. Set access rights and backup data, the second group is general users to record the implementation of the funded research project. And prepare a summary report of the action information System for research management of the Institute of Intellectual Strategy and Research Get an idea to develop an API system with Microsoft Visual Studio. NET 2017 using Microsoft Visual C #, develop web applications with Visual Studio Core using Angular language and choose to use MySQL database management system to help you store and search operation data. Funded research It is convenient, fast, accurate, punctual and efficient. This will benefit the administration of the Institute of Intellectual Strategy and Research. Srinakharinwirot University can get better.

Keywords: Development, Records Office Database, Document Database

บทนำ

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำหนดพันธกิจด้านการวิจัยในสร้างสรรค์งานวิจัยและนวัตกรรมที่มีคุณภาพ มีประโยชน์ในการพัฒนาสังคมอย่างยั่งยืน (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2565) [1] โดยมีสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัยเป็นองค์กรชั้นนำในการขับเคลื่อนและผลักดันมหาวิทยาลัยสู่การเป็นมหาวิทยาลัยชั้นนำด้านการวิจัย การสร้างสรรค์นวัตกรรม และสิ่งประดิษฐ์ในระดับสากล พร้อมนำผลงานวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์ และการรับใช้สังคมเพื่อนำไปสู่สังคมแห่งปัญญาอย่างยั่งยืน ซึ่งได้กำหนดยุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการด้านการวิจัย ให้เป็นหน่วยงานบริหารจัดการงานวิจัยเพื่อสร้างสรรค์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมที่มีคุณภาพมีประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อสังคม ทั้งในระดับชาติและนานาชาติสร้างระบบและกลไกกระตุ้นให้บุคลากรผลิตงานวิจัยและนวัตกรรม ส่งเสริมและสนับสนุนงานวิจัยที่เป็นสหสาขาวิชางานวิจัยและพัฒนา เชื่อมโยงทั้งภาครัฐและภาคเอกชนอันจะนำไปสู่นวัตกรรมในระดับชาติ และนานาชาติ และเป็นหน่วยงานที่เผยแพร่ ถ่ายทอดให้ผู้รับบริการได้รับความรู้ นวัตกรรม และนำผลวิจัยไปใช้ในการพัฒนาด้านต่าง ๆ รวมทั้งถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่สังคมและชุมชนเพื่อก่อให้เกิดปัญญา (สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย, 2565) [2] การวิจัยและการสร้างนวัตกรรมที่มีคุณภาพจึงเป็นสิ่งที่สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ซึ่งเป็นสถาบันภายใต้กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ได้ตระหนักถึงความสำคัญตามวิสัยทัศน์ของกระทรวง คือ “เป็นองค์กรนำเพื่อขับเคลื่อนการอุดมศึกษาไทย วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมไปสู่มาตรฐานในระดับสากล และเพิ่มอันดับความสามารถแข่งขันในระดับนานาชาติอย่างยั่งยืนภายในปี พ.ศ. 2580” (กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2565) [3]

การดำเนินงานของสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มีฝ่ายบริหารการจัดการวิจัยเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่รองรับงานด้านการวิจัยของบุคลากรในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อสร้างสรรค์ผลงานวิจัยและนวัตกรรมที่มีคุณภาพมีประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อสังคม ทั้งในระดับชาติและนานาชาติจากจำนวนโครงการวิจัยที่ได้รับทุนของสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2563 มีจำนวน 710 โครงการ และประจำปีงบประมาณ 2564 มีจำนวน 670 โครงการ ซึ่งปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานของผู้จัดทำ นั้นส่วนใหญ่เกิดจากข้อผิดพลาดจากผู้จัดทำเอง เนื่องจากการดำเนินงานโครงการวิจัยมีรายละเอียดของการดำเนินงานที่แตกต่างกัน และมีการรับเรื่องเข้ามาในช่วงเวลาที่พร้อม ๆ กันเป็นจำนวนมาก และเนื่องจากสัญญา

จะถูกทำขึ้นในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน จึงอาจทำให้ผู้จัดทำเกิดข้อผิดพลาด ในการใส่ข้อมูลชื่อนักวิจัย สัญญา ระยะเวลาการดำเนินการโครงการวิจัย และรูปแบบการส่งผลงานบ้างในบางครั้ง การดำเนินงานโครงการวิจัย ที่ได้รับทุน เช่น การเบิกเงิน การขยายเวลา การส่งผลงานวิจัย การเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการวิจัย การขอยุติโครงการวิจัย เป็นต้น โดยผู้จัดทำมีการดำเนินการแบบการจัดพิมพ์เพื่อกรอกรายละเอียดแต่ละรายการ เพื่อเสนอผู้อำนวยการสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัยอนุมัติรายการต่าง ๆ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความล่าช้าและเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย การตรวจสอบข้อมูลเป็นไปด้วยความยากลำบาก ผู้จัดทำจึงได้มีการพัฒนาระบบบริหารจัดการวิจัยขึ้น โดยดำเนินการจัดทำระบบนำแบบฟอร์มของรายการต่าง ๆ เข้าสู่ระบบเพื่อให้ง่ายต่อการดำเนินงาน โดยมีความมุ่งหวังว่าการพัฒนาระบบดังกล่าว จะช่วยให้บุคลากรในฝ่ายบริหารจัดการวิจัยได้ลดระยะเวลาการปฏิบัติงาน ลดข้อผิดพลาด สามารถตรวจสอบการปฏิบัติงานได้ เมื่อเทียบกับการปฏิบัติงานในรูปแบบเดิม

ดังนั้น ผู้จัดทำจึงเสนอแนวทางในการปรับปรุงงาน เรื่อง การพัฒนารูปแบบการปฏิบัติงานของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการวิจัย บุคลากรของฝ่ายบริหารจัดการวิจัยสามารถปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว ลดระยะเวลาในการทำงาน ลดข้อผิดพลาดของเอกสาร และยังคงตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ ของการดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุน โดยจะนำระบบเข้ามาใช้ในการปฏิบัติงานจริง และสามารถพัฒนาระบบไปยังหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องด้านการวิจัยได้ ซึ่งถือเป็นกลไกที่สำคัญในการเสริมสร้างให้ฝ่ายบริหารจัดการวิจัย มีระบบ กลไก ในการดำเนินงาน และสร้างความเข้มแข็งในการดำเนินงานด้านการวิจัยของมหาวิทยาลัยให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศในการบริหารจัดการวิจัย ของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย
2. เพื่อลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดงานด้านเอกสาร ของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย
3. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศไปยังหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องด้านการวิจัย ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วิธีดำเนินการวิจัย

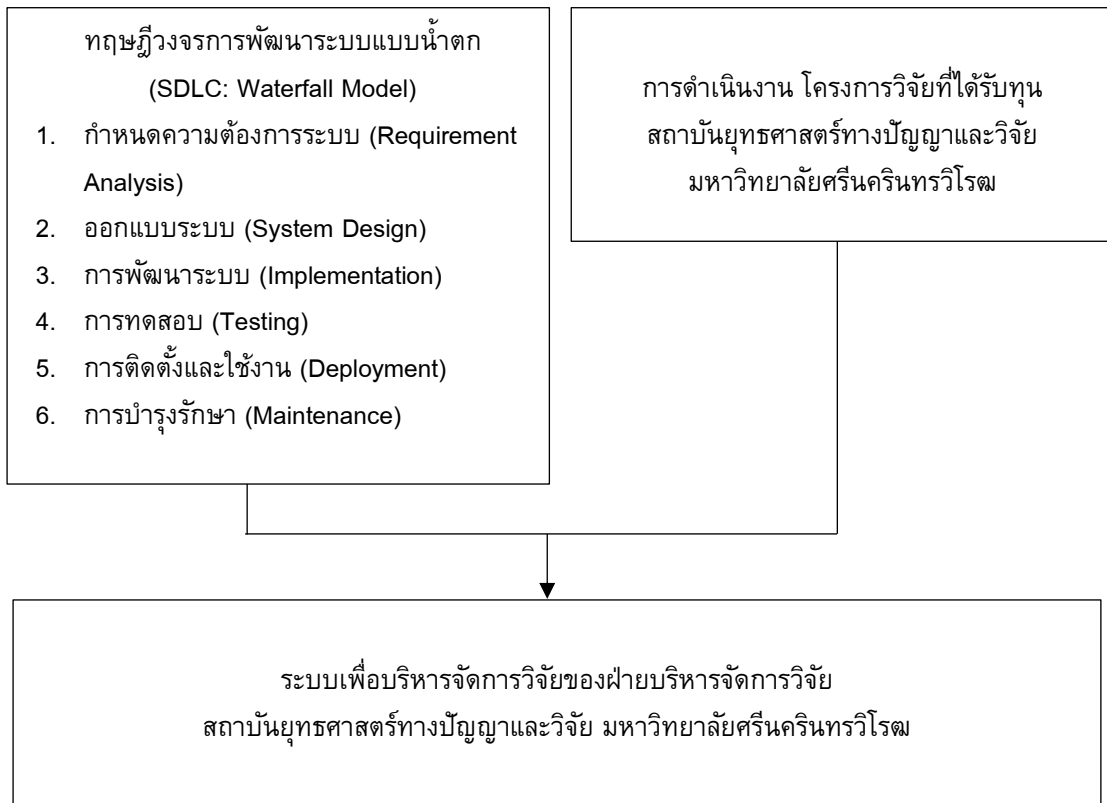
ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการวิจัยของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. จัดทำฐานข้อมูลนักวิจัย และข้อมูลโครงการวิจัย ให้อยู่ในรูปแบบ Machine Readable เพื่อให้สามารถดึงข้อมูลมาใช้งานผ่านระบบได้
2. จัดทำระบบที่สามารถบันทึก หรือแก้ไขข้อมูล การแจ้งความประสงค์ในการดำเนินงานโครงการวิจัย ที่ได้รับทุนของนักวิจัย
3. จัดทำระบบการออกรายงานแบบอัตโนมัติ โดยทำหน้าที่ดึงข้อมูลของนักวิจัย กับข้อมูลโครงการวิจัย มาจับคู่กับการแจ้งความประสงค์ในการดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุนของนักวิจัย และสามารถออกรายงาน และพิมพ์รายงานตามเงื่อนไขที่นักวิจัยแจ้งความประสงค์นั้น ๆ ได้
4. จัดทำระบบจัดการผู้ใช้งาน และการเข้าถึงข้อมูลในระบบงาน เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานระบบ
5. รองรับการใช้งานได้หลายคน พร้อม ๆ กัน และสามารถกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละผู้ใช้งานได้อิสระจากกัน เพื่อรองรับปริมาณงานที่เพิ่มเข้ามาช่วงเวลาเดียวกันเป็นจำนวนมากได้

6. ทดสอบเพื่อปรับปรุงระบบต้นแบบ
7. ปรับปรุงระบบ ติดตั้งระบบเพื่อทดสอบ
8. จัดทำคู่มือการใช้งานระบบ
9. ทดลองใช้งานระบบ
10. ปรับปรุงระบบให้สมบูรณ์ และติดตั้งระบบ
11. วิเคราะห์และสรุปผล

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการวิจัยของฝ่ายบริหารจัดการวิจัยให้ครอบคลุมถึงการปฏิบัติงานในปัจจุบัน และแก้ปัญหาเรื่องความผิดพลาดในการทำเอกสาร การดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุน ของสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย ดังแสดงตามภาพที่ 1 โดยใช้หลักทฤษฎีวงจรการพัฒนาระบบแบบน้ำตก (Amna Zulqadar, 2019) [4]



ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการวิจัย ของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

2. ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง เป็นข้อมูลจริงของการดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุน ของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปีงบประมาณ 2563 – 2564

3. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ จำนวนโครงการวิจัยที่ได้รับทุนของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปีงบประมาณ 2563 – 2564 ทั้งหมด 1,380 โครงการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการวิจัย ของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. Microsoft Visual Studio Code (version 1.66.1): ใช้สำหรับพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน หรือส่วนที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) กล่าวคือ ส่วนที่ให้ผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบกับการใช้งานระบบได้ ซึ่งจะมุ่งเน้นไปที่เรื่องของหน้าตา การออกแบบ และการดีไซน์ เช่น หน้าจอ แพลตฟอร์ม เมนู ฟอรัม ต่าง ๆ การวางภาพ ขนาดตัวอักษร ปุ่ม แบนพิมพ์ เสียง หรือแม้แต่แสงไฟ

2. Microsoft Visual Studio 2017 (version 15.9.43): ใช้สำหรับพัฒนาระบบ API (Application Programming Interface) ซึ่งจะเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ รับ ส่งข้อมูล และประมวลผล ระหว่างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานกับระบบฐานข้อมูล

3. MySQL Community (version 8.0.15): เป็นระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่ชัดเจน และเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานและดูแลรักษาป้องกันข้อมูลเหล่านั้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. MySQL Workbench (version 8.0.15): เป็นซอฟต์แวร์ที่เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างผู้ดูแลและจัดการฐานข้อมูล มีหน้าที่ช่วยให้ผู้ดูแลเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายสะดวกและมีประสิทธิภาพ การเข้าถึงข้อมูลของผู้ดูแลอาจเป็นการสร้างฐานข้อมูล การแก้ไขฐานข้อมูล หรือการตั้งคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลมา โดยผู้ที่ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างของฐานข้อมูล

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการวิจัยของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 เรื่องดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากศึกษาจากการปฏิบัติงานจริง จากผู้ดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุนสรุปได้ดังนี้

1.1 ข้อมูลของโครงการ ควรประกอบไปด้วย เลขที่สัญญา ชื่อข้อเสนอโครงการวิจัย รายละเอียดทุนประเภทงบประมาณ ปีงบประมาณที่ให้ทุน ระยะเวลาสัญญา งบประมาณที่ได้รับ

1.2 ข้อมูลของผู้วิจัย ควรประกอบไปด้วย ชื่อ-สกุล ผู้วิจัย ตำแหน่งทางวิชาการ คำนำหน้า ภาควิชา ชื่อคณะ เลขบัตรประจำตัวประชาชน ที่อยู่ตามบัตรประชาชน อีเมล ชื่อหัวหน้าสังกัด ตำแหน่งการบริหารหัวหน้า สังกัด

1.3 ข้อมูลอื่น ๆ ควรประกอบไปด้วย ชื่อรองผู้อำนวยการ ตำแหน่ง ชื่อผู้ประสาน ชื่อรองวิจัย ชื่อผู้ประสานงานคณะ

1.4 ประเภทของการดำเนินงาน โครงการวิจัยที่ได้รับทุน มีทั้งสิ้น 5 ประเภทดังนี้

1.4.1 การเบิกเงิน (งวดที่ 2)

1.4.2 การขยายระยะเวลา

1.4.3 ส่งรายงานความก้าวหน้า

1.4.4 ขอเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการ

1.4.5 ขอยุติโครงการวิจัย

1.5 ประเภทของรายงาน ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน โครงการวิจัยที่ได้รับทุน มีทั้งสิ้น 6 รายงาน ดังนี้

1.5.1 บันทึกข้อความส่งกลับคณะ

1.5.2 บันทึกข้อความขยายระยะเวลา

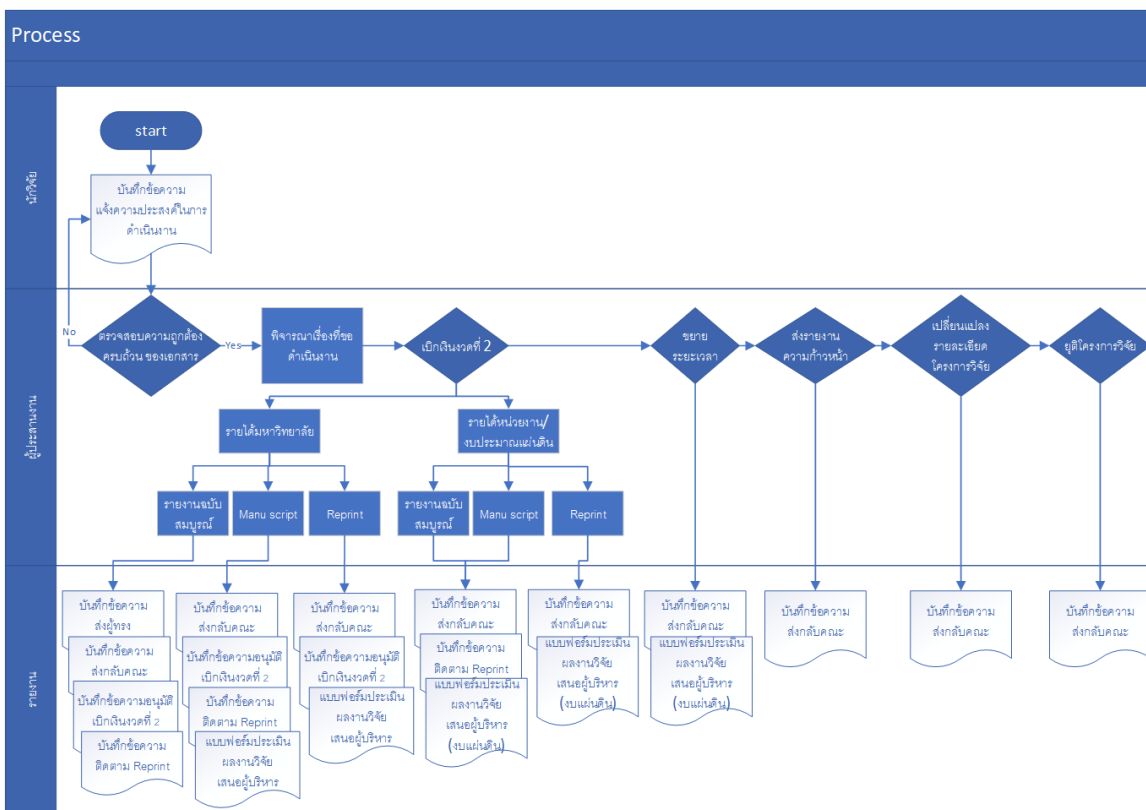
1.5.3 บันทึกข้อความติดตาม Reprint

1.5.4 บันทึกข้อความอนุมัติเบิกเงินงวด 2

1.5.5 เอกสารประเมินผลหลังสิ้นสุดการวิจัย

1.5.6 บันทึกข้อความส่งผู้ทรงคุณวุฒิ

1.6 เงื่อนไขการออกรายงาน ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน โครงการวิจัยที่ได้รับทุน สรุปลงได้ดังแสดง ตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เส้นใยการออกรายงาน

2. ผลการวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อบริหารจัดการวิจัยของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จึงได้ระบบสารสนเทศที่มีคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1 สามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกับเครือข่ายภายในของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ซึ่งระบบสารสนเทศนี้ทำงานด้วยโปรแกรม Web Browser สามารถทำได้งานดีทั้งในโปรแกรม Google Chrome, Internet Explorer, Mozilla Firefox โดยค่าความละเอียดหน้าจอที่เหมาะสมที่สุดคือ 1024x768 Pixel ทั้งนี้การออกแบบระบบ ยังรองรับการแสดงผลในความละเอียดหน้าจอหลัก เช่น Desktop, Table และ Mobile ได้ดีเช่นกัน

2.2 ระบบงานสารสนเทศที่ดี ต้องคำนึงถึงระบบความปลอดภัย โดยได้พัฒนาให้มีระบบการยืนยันตัวตนก่อนเข้าใช้งานระบบ (Authentication) อีกทั้งยังพัฒนาให้มีระบบการรักษาความปลอดภัยที่ระบุและกำหนดวาระดับการเข้าถึงหรือสิทธิ์ของผู้ใช้ (Authorization) ทั้งนี้ ผู้ใช้งาน สามารถเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านที่เป็นของตนเอง

2.3 การนำข้อมูลโครงการวิจัยที่ได้รับทุนเข้าระบบ โดยการกรอกข้อมูลลงในระบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งรายละเอียดข้อมูลประกอบด้วย ข้อมูลโครงการ ข้อมูลของผู้วิจัย และข้อมูลอื่น ๆ เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนแล้วระบบจะบันทึกข้อมูลทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูล และสามารถแสดงผลข้อมูลออกมาทางหน้าจอ

2.4 การบันทึกการดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุน ทำได้โดยการเลือกข้อมูลโครงการวิจัยที่ได้รับทุนที่จะดำเนินงาน และเข้าไปบันทึกข้อมูลตามประเภทของการดำเนินงานทั้ง 5 ประเภท โดยสามารถที่จะบันทึกได้มากกว่า 1 ประเภท ในการดำเนินงานครั้งหนึ่ง เช่น นักวิจัยต้องการขยายระยะเวลา พร้อมกับการขอเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการได้ โดยการบันทึกการดำเนินงานเพียงครั้งเดียว

2.5 การพิมพ์รายงาน ของการดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุน ระบบจะประมวลผลจากการเลือกประเภทการดำเนินงาน และสรุปออกมาเป็นรายงานที่จำเป็นต่อการดำเนินงานในครั้งนั้น โดยที่ระบบจะสร้างเอกสาร Microsoft Word และนำเข้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ และรายงานนั้น ๆ ลงในรายงานให้แบบอัตโนมัติ

2.6 การค้นหาข้อมูล ระบบออกแบบให้มีความสามารถในการค้นหาจากเนื้อหาบางส่วน หรือทั้งหมดผ่านช่องคำค้นหาเดียว แม้ว่าแหล่งที่มาของเนื้อหาอาจอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกัน เช่น เลขที่สัญญา ชื่อข้อเสนอโครงการวิจัย ชื่อนักวิจัย เป็นต้น

2.7 ระบบการจัดการข้อมูลหลัก (Master Data) ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบเป็น 2 ส่วน คือส่วนผู้ใช้งานทั่วไปและส่วนผู้ดูแลระบบ โดยผู้ดูแลระบบสามารถที่จะจัดการข้อมูลหลัก อาทิเช่น ชื่อหน่วยงาน ชื่อประเภทงบประมาณ ชื่อผู้ลงนามในเอกสาร และผู้ใช้งานระบบได้ ทั้งนี้ ผู้ดูแลระบบ สามารถกำหนดสิทธิ์ของผู้ใช้งานแต่ละราย ว่าเป็นระดับผู้ใช้งาน หรือผู้ดูแลระบบได้

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการดำเนินการวิจัย เรื่องการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการวิจัยของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้วิจัยขอนำไปสู่การอภิปรายผลดังต่อไปนี้

1. ผลจากการศึกษา เรื่องการพัฒนาระบบปฏิบัติการดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุน ของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ปัญหา และกำหนดเป้าหมาย โดยทำการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ ที่เกี่ยวข้องกับงานดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุน ซึ่งทำให้สรุปได้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้น เกิดจากจำนวนโครงการวิจัยที่มีปริมาณมาก เมื่อเทียบกับจำนวนเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบ และจะถูกทำขึ้นในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน ทำให้การดำเนินงานในรูปแบบเดิม ที่ต้องกรอกรายละเอียดลงในแบบฟอร์มต่าง ๆ มีความผิดพลาดค่อนข้างสูง เมื่อผู้วิจัยทราบถึงปัญหา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความต้องการ และออกแบบระบบโดยใช้การพัฒนาระบบแบบ SDLC: Waterfall Model ซึ่งครอบคลุมไปถึงการออกแบบ ฐานข้อมูล (Database Design) และการออกแบบระบบบันทึกข้อมูล (User Interface) เพื่อนำไปใช้เป็นตัวช่วยในการกำหนดความต้องการพื้นฐานของระบบงาน

2. จากการศึกษาความต้องการในการดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุน สรุปได้คือ ข้อมูลหลักที่ต้องใช้ในการดำเนินงาน คือ ข้อมูลโครงการ ซึ่งประกอบไปด้วย เลขที่สัญญา ชื่อข้อเสนอโครงการวิจัย รายละเอียดทุนประเภทงบประมาณ ปีงบประมาณที่ให้ทุน ระยะเวลาสัญญา งบประมาณที่ได้รับและข้อมูลผู้วิจัย ซึ่งประกอบด้วย ชื่อ-สกุล ผู้วิจัย ตำแหน่งทางวิชาการ คำนำหน้า ภาควิชา ชื่อคณะ เลขบัตรประจำตัวประชาชน ที่อยู่ตามบัตรประชาชน อีเมล ชื่อหัวหน้าสังกัด ตำแหน่งการบริหารหัวหน้าสังกัด อีกทั้งควรจะต้องมีข้อมูลอื่น ๆ ที่ประกอบด้วย ชื่อรองผู้อำนวยการ ตำแหน่ง ชื่อผู้ประสาน ชื่อรองวิจัย ชื่อผู้ประสานคณะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินงานในด้านต่าง ๆ คือ การเบิกเงิน (งวดที่ 2) การขยายระยะเวลา การส่งรายงานความก้าวหน้า การขอเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการ และการขอยุติโครงการวิจัย และมีรายงานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน โครงการวิจัยที่ได้รับทุน 6 รายงาน คือ บันทึกข้อความส่งกลับคณะ บันทึกข้อความขยายระยะเวลาบันทึกข้อความติดตาม Reprint บันทึกข้อความอนุมัติเบิกเงินงวด 2 เอกสารประเมินผลหลังสิ้นสุดการวิจัย บันทึกข้อความส่งผู้ทรงคุณวุฒิ

3. การออกแบบระบบฐานข้อมูล จะใช้หลักการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) ซึ่งฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ถูกออกแบบมาเพื่อลดความซ้ำซ้อนของการเก็บข้อมูล และสามารถเรียกใช้ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสำหรับการเก็บข้อมูลแบบที่มีทั้งการเขียนใหม่ แก้ไข ลบ หรือการอ่านค่าข้อมูลขึ้นมาทำสรุป

ได้เป็นอย่างดี ซึ่งผู้วิจัยสรุปได้ว่า ระบบการจัดการฐานข้อมูล MySQL มีความเหมาะสมในการพัฒนาระบบสารสนเทศนี้ เนื่องจากสามารถอ่านรวมความสะดวกในการจัดเก็บข้อมูลและง่ายต่อการสืบค้น โดยจากการทดสอบการทำงานของระบบด้วยข้อมูลจริง พบว่าผลการดำเนินงานของระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

4. การออกแบบระบบปฏิบัติงานดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุน ใช้เทคโนโลยีเว็บ แอปพลิเคชัน ซึ่งเป็นพื้นฐานของการออกแบบระบบการบันทึกข้อมูลในสมัยปัจจุบัน สามารถเข้าใช้งานได้หลายคน พร้อม ๆ กัน โดยใช้ เว็บเบราว์เซอร์ ในการเปิดเพื่อใช้งานระบบนี้ ประโยชน์ของการพัฒนาระบบด้วยเว็บไซต์อีกประการหนึ่งคือ ประหยัดทรัพยากรในการบำรุงรักษา โดยจะมีการบำรุงรักษาเฉพาะเครื่องแม่ข่ายที่ให้บริการเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องบำรุงรักษาเครื่องลูกข่าย ที่ใช้เปิดระบบงาน ซึ่งผู้วิจัยสรุปได้ว่า ภาษา Angular เป็นภาษาที่อยู่ในสมัยปัจจุบัน มีแหล่งอ้างอิงในการศึกษาที่น่าเชื่อถือ และสามารถพัฒนาหน้าจอที่ติดต่อกับผู้ใช้งานได้สะดวก รวดเร็ว รองรับการแสดงผลผ่านโปรแกรม Google Chrome, Internet Explorer, Mozilla Firefox โดยค่าความละเอียดหน้าจอที่เหมาะสมที่สุดคือ 1024x768 Pixel ทั้งนี้การออกแบบระบบ ยังรองรับการแสดงผลในความละเอียดหน้าจอหลัก เช่น Desktop, Table และ Mobile ได้ดีเช่นกัน การพัฒนาระบบได้ออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) ควรออกแบบให้ใช้งานง่าย รูปแบบการจัดวางหน้าจอ ตัวอักษรอ่านง่าย ชัดเจน สะดวกต่อการใช้งาน คำนึงถึงความแตกต่างของผู้ใช้งาน และสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว ผู้วิจัยจึงออกแบบระบบ ให้มีคำสั่ง และเมนูต่าง ๆ รวมถึงระบบโต้ตอบกับผู้ใช้เป็นภาษาไทย เพื่อเป็นการง่ายต่อการใช้งาน การค้นหาให้มีความสามารถในการค้นหาจากเนื้อหาบางส่วน หรือทั้งหมด ผ่านช่องค้นหาเดียว แม้ว่าแหล่งที่มาของเนื้อหาอาจอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกัน เช่น เลขที่สัญญา ชื่อข้อเสนอโครงการวิจัย ชื่อนักวิจัย นอกจากนี้ผู้วิจัยได้คำนึงถึงระบบความปลอดภัย โดยได้พัฒนาให้มีระบบการยืนยันตัวตนก่อนเข้าใช้งานระบบ (Authentication) อีกทั้งยังพัฒนาให้มีระบบการรักษาความปลอดภัยที่ระบุและกำหนดว่าระดับการเข้าถึงหรือสิทธิ์ของผู้ใช้ (Authorization) ทั้งนี้ ผู้ใช้งาน สามารถเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านที่เป็นของตนเองได้

สรุปผลการวิจัย

การวิจัย เรื่องการพัฒนาสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการวิจัยของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยดังนี้

1. ในการพัฒนารูปแบบขั้นตอนการปฏิบัติงานของงานบริหารจัดการวิจัย ฝ่ายบริหารจัดการวิจัยจะได้ระบบการดำเนินการโครงการวิจัยเพื่อการดำเนินงานโครงการวิจัยที่ได้รับทุน ซึ่งเป็นระบบที่สามารถจัดการบริหารการทำงานได้อย่างสะดวก ช่วยลดระยะเวลาในการปฏิบัติงานของบุคลากร มีความถูกต้อง ส่งผลให้งานมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

2. บุคลากรในฝ่ายบริหารจัดการวิจัยสามารถนำระบบที่พัฒนาไปใช้ในการปฏิบัติงานได้จริง
3. ผลงานของผู้จัดทำสามารถเผยแพร่และพัฒนาไปยังหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับด้านการศึกษาได้
4. สามารถนำผลงานไปใช้ให้เกิดประโยชน์ และตอบสนองต่อพันธกิจของสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญา

และวิจัย

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. สามารถพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการวิจัยของฝ่ายบริหารจัดการวิจัย สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ให้ครอบคลุมการดำเนินงาน การเบิกเงินงวดอื่น ๆ
2. พัฒนาหน้าจอ การแสดงผลสรุปการดำเนินงานแต่ละปี หรือตามช่วงที่กำหนด ในรูปแบบของกราฟ และตารางสรุปผลข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- [1] มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2565). *แผนปฏิบัติการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565*. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2565, จาก http://planning.op.swu.ac.th/Portals/28/File/analysis/Action_plan/Action_PlanSWU65.pdf
- [2] สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย. (2565). *แผนยุทธศาสตร์ระยะ 4 ปี สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2565-2568*. สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2565, จาก http://research.swu.ac.th/download_new/แผนกลยุทธ์%20สถาบัน%20งบ65-68.pdf
- [3] กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (2565). *วิสัยทัศน์ พันธกิจ*. กรุงเทพฯ: สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2565, จาก <https://www.mhesi.go.th/index.php/aboutus/vision-mission.html>
- [4] Amna Zulqadar. (2019). *SDLC Waterfall Model: The 6 Phases You Need to Know About*. UK: Rezaid Retrieved from <https://rezaid.co.uk/sdlc-waterfall-model/>

RANC15-036 การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทน: กรณีศึกษาการเลี้ยงนกเขาชวา ในจังหวัดนราธิวาส

THE STUDY OF COST AND RETURN: THE CASE STUDY OF ZEBRA DOVE CULTURE IN NARATHIVAT PROVINCE

ประภาพร ยางประยงค์* นูร์อัยนา อีบุฮามะ
Prapaporn Yangprayong, Nur-aina E-buhama*

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
Faculty of Management Science, Songkhla Rajabhat University

*Corresponding author, E-mail: prapaporn.ya@skru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทน: กรณีศึกษาการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาต้นทุน และผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น และการสุ่มแบบเจาะจง เก็บข้อมูลในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2564 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก ผู้ให้ข้อมูลหลัก จำนวน 20 ราย และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ต้นทุนทางบัญชี รายได้ และกำไรทางบัญชี จากการลงพื้นที่ 4 อำเภอในจังหวัดนราธิวาสที่มีเกษตรกรนิยมเลี้ยงนกเขาชวาเป็นอาชีพเสริมมากที่สุด ได้แก่ อำเภอระแงะ อำเภอเมือง อำเภอบาเจาะ และอำเภอศรีสาคร จำนวน 3, 8, 6 และ 3 รายตามลำดับ ผลการศึกษา พบว่าผู้เลี้ยงนกเขาชวาเป็นเกษตรกรอาศัยในจังหวัดนราธิวาส เกิดจากความชอบเสียงร้องที่ไพเราะ และสร้างรายได้เสริม โดยผู้เลี้ยงทั้งหมดนับถือศาสนาอิสลาม ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุระหว่าง 36-71 ปี จุดเริ่มต้นในการเลี้ยงมีเวลายาวมากกว่า 3 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2520-2560 ผลการวิเคราะห์ต้นทุน รายได้ และกำไรทางบัญชี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 207,413, 625,000 และ 417,587 บาท ตามลำดับ โดยผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส มีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 201.33

คำสำคัญ: ต้นทุน ผลตอบแทน การเลี้ยงนกเขาชวา จังหวัดนราธิวาส

Abstract

The study of cost and return: The case study of Zebra dove culture in Narathivat province, this survey research aimed to examine: the costs and benefits of Zebra dove culture. The size of the sample were 20 persons obtained by using the non-probability sampling method, and specific sampling were used from 4 districts, Ra-ngae, Yi-ngo Bacho and Rueso, was conducted with 3, 8, 6 and 3 persons respectively. The data were collected from July 2020 to May 2021. The semi-structured interviews and in-depth interview were used to analyze the quantitative such as accounting costs, revenues, and accounting profits. The study found raising the Javan Dove by a farmer in Narathiwat Province comes from a love for a beautiful voice and generating additional income. All of them were of the religion of Islam, mostly males,

aged between 36 and 71 years old. The raising period is more than 3 years, from 1977-2017. The results of accounting costs, revenues, and accounting profits were an average of 207,413, 625,000 and 417,587 Baht respectively, and the average return was 201.33 percent.

Keywords: Cost, Return, Zebra Dove, Narathiwat

บทนำ

การเลี้ยงนกเขาชวาในประเทศไทยได้รับความนิยมมาตั้งแต่สมัยต้นกรุงรัตนโกสินทร์ ตรงกับรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 3 [1] โดยที่นกเขาชวา หรือนกเขาเล็ก เป็นนกที่มีเสียงร้องไพเราะ ซึ่งสร้างความสุขให้กับผู้เลี้ยง และสามารถส่งเสริมการสร้างปฏิสัมพันธ์ ความรัก ความสามัคคีในหมู่ผู้ชื่นชอบเสียงร้องของนกเขาชวา และในหมู่เพื่อนฝูง อดีตที่ผ่านมาในการจำหน่ายนกเขาชวามีราคาไม่สูงมาก และมีการจัดประกวดแข่งขันเสียงร้องที่ไม่มีค่าธรรมเนียมการสมัคร และไม่มีเงินรางวัลให้กับผู้ชนะ ต่อมาประชาชนเกิดความนิยมเลี้ยงนกเขาชวาแพร่หลายมากขึ้น โดยเฉพาะในจังหวัดทางภาคใต้ตอนล่าง หรือในประเทศที่อยู่ในคาบสมุทรมลายูเกิดความนิยมเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ทำให้มีการจัดงานแข่งขันประกวดเสียงร้องนกเขาชวามากขึ้นอย่างกว้างขวาง โดยมีกฎกติกาสากลระดับอาเซียนให้การรองรับ จึงส่งผลทำให้ราคานกเขาชวามีการปรับเพิ่มสูงมากยิ่งขึ้น และส่งผลเกิดกระแสความนิยมสร้างธุรกิจการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ เดิบโตมากขึ้น มีการก่อตั้งชมรมผู้เลี้ยงนกเขาชวา โดยที่นกเขาชวาที่มีเสียงร้องไพเราะ จะมีราคาสูงมาก โดยอาจ มีราคาสูงถึงหลักล้านบาท [2]

จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย มีสภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อการเลี้ยงนกเขาชวา ส่งผลให้มีการเพาะพันธุ์ได้ผลผลิตนกเขาชวาที่มีคุณภาพสูง มีเสียงดี เสียงไพเราะ และได้นกที่มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ [1] แต่ในช่วงขณะที่เกิดภาวะเศรษฐกิจตกต่ำ หรือมีภาวะการแพร่ระบาดของโคโรนาไวรัส (COVID-19) ส่งผลให้เกษตรกรผู้เลี้ยงนกเขาชวาเป็นอาชีพเสริม มีรายได้ลดลงมาก เกิดเป็นความเสี่ยง รายได้มีความผันผวน นอกจากนี้ผู้ประกอบการผู้เลี้ยงนกเขาชวารายใหม่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการแข่งทางการค้าเพิ่มสูงมากขึ้นเช่นกัน

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโคโรนาไวรัสอย่างยาวนาน ทำให้เศรษฐกิจไทยเผชิญความตกต่ำรุนแรง นอกจากนี้ มาตรการจำกัดการเดินทาง การปิดประเทศไทย เพื่อควบคุมการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส ได้ส่งผลกระทบต่อรายได้ของผู้เลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดภาคใต้ของไทยมีการลดลงและมีความผันผวนที่รุนแรงเพิ่มขึ้น เนื่องจาก ผู้ซื้อทั้งชาวไทย และชาวต่างประเทศมีจำนวนลดลงมาก สำหรับกรณีที่ผู้ซื้อเป็นชาวต่างประเทศ ได้แก่ ชาวอินโดนีเซีย มาเลเซีย และบรูไน จะให้การยอมรับนกเขาชวาของประเทศไทยว่าเป็นนกเขาชวาที่มีเสียงร้องดี และมีเสียงไพเราะ [2] แต่จากมาตรการข้อจำกัดในการเดินทางในช่วงการแพร่ระบาดของไวรัส ทำให้ลูกค้าชาวต่างประเทศเหล่านี้ไม่สามารถเดินทางเข้ามาในพื้นที่ประเทศไทยได้สะดวก ส่งผลให้ผู้เลี้ยงนกเขาชวาสูญเสียรายได้ และมีโอกาสขาดทุนในการเลี้ยงที่รุนแรงมากยิ่งขึ้น

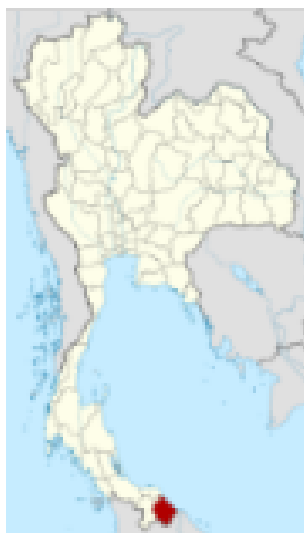


ภาพที่ 1 นกเขาชวา (Zebra dove)

ที่มา: นก และการซื้อขายนก, สืบค้นเมื่อ 9 ธันวาคม 2564,

จาก <https://sites.google.com/a/thk.ac.th/phrhmi-nthr/ya-dm-chnid-mi-si>. [3]

สำนักพัฒนาฐานข้อมูลและตัวชี้วัดภาวะสังคม [4] ได้กล่าวว่าจังหวัดนราธิวาสมีปัญหาความยากจนและความเหลื่อมล้ำด้านรายได้ในระดับภาคสูงที่สุดในประเทศ และความเหลื่อมล้ำด้านรายได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยมูลค่าผลิตภัณฑ์ต่อหัว (per capita income) ณ ราคาประจำปี ในปี พ.ศ. 2562 เท่ากับ 59,498 บาทต่อคนต่อปี กล่าวได้ว่าประชาชนในจังหวัดนราธิวาสมีรายได้ หรือมีมูลค่าผลิตภัณฑ์เฉลี่ยต่อหัว เพียง 4,958 บาทต่อเดือน โดยถูกจัดอยู่ในจังหวัดที่มีรายได้ระดับต่ำสุดในประเทศไทย [5]



ภาพที่ 2 แผนที่ตั้งจังหวัดนราธิวาส

ที่มา: วิกิพีเดีย, สืบค้นเมื่อ 11 ธันวาคม 2564, จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/>. [6]

คณะผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาต้นทุน และผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส โดยเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) จากการลงพื้นที่สำรวจ และมีการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เลี้ยงนกเขาชวาที่อาศัยในจังหวัดนราธิวาส ซึ่งเป็นเกษตรกรที่เลี้ยงนกเขาชวาเป็นอาชีพเสริม มาเป็นเวลายาวนานมากกว่า 3 ปี

และศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) จากเอกสาร วารสารทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อมีข้อมูลที่เป็นคำตอบที่เกี่ยวข้องในประเด็นความคุ้มค่ากับการลงทุน ผลการศึกษาต้นทุน และผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวา จะนำไปเป็นข้อมูลที่มีคุณค่าทางวิชาการ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ในการส่งเสริม และสร้างความมั่นคงในการประกอบอาชีพของภาคครัวเรือนจังหวัดนราธิวาสต่อไป

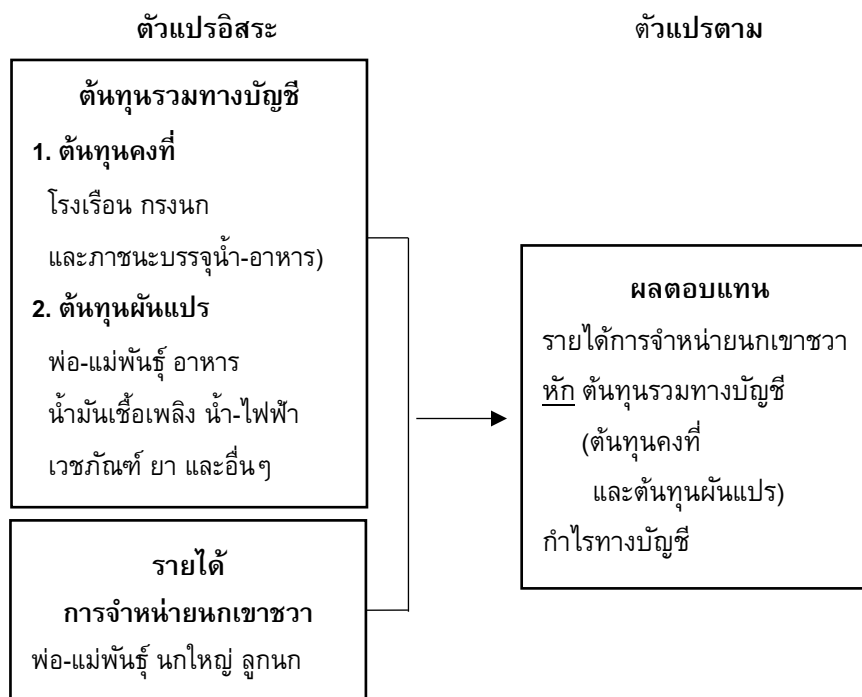
เกษตรกรผู้เลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส สามารถนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านต้นทุน และผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวา มาพิจารณาประกอบการตัดสินใจลงทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดพัฒนาอาชีพที่เป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น เพื่อสามารถสร้างอาชีพที่เกี่ยวข้องให้กับชุมชนได้มากยิ่งขึ้น ได้แก่ การทำกรงนก หัวกรงนก ตะขอกรงนก เสารอกนก ฝาคลุ่มกรงนก อาหารนก และอุปกรณ์ในการเลี้ยงนก ส่งผลให้เกิดรายได้หมุนเวียนในชุมชน ซึ่งเป็นการสร้างเสริม และเพิ่มศักยภาพในการประกอบอาชีพของครัวเรือน ภาคอุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว ซึ่งประชาชน ชุมชน และจังหวัดชายแดนภาคใต้ สามารถมีรายได้เพิ่มมากขึ้น และสามารถทำให้เกิดการเติบโตทางเศรษฐกิจได้อย่างมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาต้นทุนทางบัญชี และผลตอบแทนทางบัญชีของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาด้านต้นทุนและผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส ประกอบด้วยตัวแปรอิสระ คือ ต้นทุนรวมทางบัญชี และรายได้จากการจำหน่ายนกเขาชวา และตัวแปรตาม คือ ผลตอบแทน ซึ่งวัดในรูปกำไรทางบัญชี สามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ ดังภาพที่ 3 คือ



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวา: กรณีศึกษาการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) สำหรับเนื้อหาวิธีดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 5 หัวข้อ คือ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ขอบเขตด้านเวลา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ ผู้เลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาสที่เป็นเกษตรกร ซึ่งมีการเลี้ยงนกเขาชวาเป็นอาชีพเสริม โดยการสุ่มตัวอย่างแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น (non-probability sampling) และสุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง (specific sampling) เกษตรกรผู้เลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาสที่มีเป้าหมายเพื่อหารายได้เพิ่ม (เป็นอาชีพเสริม) โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรที่อาศัยในอำเภอที่มีความนิยมเลี้ยงนกเขาชวามากที่สุด จำนวน 4 อำเภอ คือ อำเภอระแงะ อำเภอเมือง อำเภอปาเจาะ และอำเภอเรือเสาะ มีจำนวน 3, 8, 6 และ 3 ราย ตามลำดับ รวมทั้งหมด 20 ราย ซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงนกเขาชวาเป็นอาชีพเสริมมาเป็นเวลานานมากกว่า 3 ปี (อ้างอิงจากนายอัมรัน แบนอ ซึ่งเป็นปราชญ์ชาวบ้าน เป็นผู้มีความเชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์การเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาสมาเป็นเวลายาวนาน)

ขอบเขตด้านเวลา

ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2563 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2564

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทน: กรณีศึกษาการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส มีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้าง (semi-structural interview) ประกอบด้วย 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส ตอนที่ 2 ต้นทุนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส ตอนที่ 3 ผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส

เครื่องมือในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้างได้ผ่านการตรวจสอบและประเมินความถูกต้องของเนื้อหา และความครบถ้วนของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยคณาจารย์ประจำคณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 3 ท่าน สำหรับผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้าง จากการวัดความเที่ยงตรง (test validity) มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และวัตถุประสงค์ (item objective congruence Index: IOC) เท่ากับ 0.87 และผลการหาความเชื่อมั่น (test reliability) มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) เท่ากับ 0.79

การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยการเก็บรวบรวมข้อมูล จากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ ดังนี้ 1) แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส และ 2) แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ เอกสารวารสารวิชาการ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสืบค้นข้อมูลออนไลน์จากเว็บไซต์ทางวิชาการ โดยที่คณะผู้วิจัยได้ผ่านการอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มาแล้ว

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ต้นทุน รายได้ และผลตอบแทน ดังนี้

1. ต้นทุน หรือค่าใช้จ่าย [7] คือ การวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย ในรูปค่าใช้จ่ายรวม (total cost: TC) หรือต้นทุนรวมทางบัญชีของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส ในระยะเวลา 1 ปี แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) ต้นทุน

คงที่ (fix cost: FC) ได้แก่ ค่าโรงเรือน กรงนก และภาชนะบรรจุน้ำ-อาหาร และ 2) ต้นทุนผันแปร (variable cost: VC) ได้แก่ ค่าฟอพันธ์-แม่พันธุ์ ค่าอาหาร ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าน้ำ-ไฟฟ้า และค่าเวชภัณฑ์-ยาและอื่น ๆ

2. รายได้ หรือรายรับจากการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส ในระยะเวลา 1 ปี โดยรายได้ หรือรายรับ [8] มาจากการจำหน่ายนกเขาชวา ได้แก่ ฟอพันธ์-แม่พันธุ์ นกใหญ่ และลูกนก

3. ผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส เป็นการวิเคราะห์ผลตอบแทน ในรูปกำไรทางบัญชี มาจากการเปรียบเทียบผลต่างระหว่างรายได้ (หรือรายรับ) กับค่าใช้จ่าย (หรือต้นทุนทางบัญชี) ของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส ในระยะเวลา 1 ปี [7, 8]

ผลการวิจัย

ผลการวิจัย แบ่งเป็น 3 ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส ตอนที่ 2 ต้นทุนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส และตอนที่ 3 ผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส

การศึกษาใช้เทคนิคการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงนกเขาชวาที่อาศัยในจังหวัดนราธิวาส ซึ่งมีอาชีพหลัก คือ การทำการเกษตร และมีการเลี้ยงนกเขาชวาเป็นอาชีพเสริมมานานมากกว่า 3 ปี จากการขอบฟังเสียงร้องอันไพเราะของนกเขาชวา ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานประจำ และสร้างรายได้เสริม

ขั้นตอนแรก จะเป็นการให้แม่พันธุ์ได้รับการผสมพันธุ์ เมื่อได้ลูกนกมา จะนำไปเลี้ยงต่อในโรงเรือนซึ่งตั้งอยู่ภายในอาณาบริเวณบ้านที่เป็นกรรมสิทธิ์ของผู้เลี้ยง จึงไม่มีค่าใช้จ่าย หรือไม่มีต้นทุนในส่วนค่าเช่า และไม่มีค่าใช้จ่าย หรือไม่มีต้นทุนในส่วนค่าจ้าง เนื่องจาก แรงงานทั้งหมดเป็นแรงงานภายในครอบครัว ต่อมาเมื่อลูกนกเขาชวาเติบโตเต็มที ก็จะแยกนำไปเลี้ยงในกรงเดี่ยว อาหารของนกเขาชวา ได้แก่ ดอกหญ้า ข้าวโพด ถั่วเขียว ข้าวเหนียวดำ เปลือกหอยทะเล และรำพืชในท้องถิ่น โดยที่ส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุดิบที่พบในพื้นที่ ทำให้ประหยัดต้นทุน และมีความสะดวกในการจัดหา สำหรับปัญหาที่พบในการเลี้ยงนกเขาชวา คือ นกเสียชีวิตหรือการตายโดยไม่ทราบสาเหตุ ซึ่งผู้เลี้ยงมีการบรรเทาปัญหาดังกล่าว โดยการรักษาความสะอาดของโรงเรือน และสถานที่เลี้ยงนกเขาชวาอย่างเคร่งครัด และการให้เวชภัณฑ์ ได้แก่ ยาบำรุง วิตามิน และยาฆ่าพยาธิต่อเนื่องสม่ำเสมอ



ภาพที่ 4 และ 5 โรงเรือน และกรงเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส

ที่มา: นุรอัยนา อีบุหามะ, 13 เมษายน 2564

เกษตรกรผู้เลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส ทั้ง 20 ราย เป็นผู้ที่ชื่นชอบเสียงร้อง เลี้ยงเพื่อเป็นอาชีพเสริมเพิ่มรายได้ ช่วงเริ่มต้นในการเลี้ยงนกเขาชวา เมื่อปี พ.ศ. 2520 ถึง พ.ศ. 2560 ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 95 มีอายุระหว่าง 36-71 ปี มีอายุเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 55 ปี จำนวนนกเขาชวาที่เลี้ยง คือ 30-150 ตัว

การจำหน่ายนกเขาชวาส่วนใหญ่เป็นการขาย ณ ที่ตั้ง (on site) โดยมีการขายออนไลน์ (online) จำนวน 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 10 กรณีผู้ซื้อนกเขาชวา มีวัตถุประสงค์ คือ ชอบฟังเสียงนกร้อง หรือเพื่อนำไปแข่งขันประกวดเสียงร้องในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือนานาชาติ หรือเพื่อประกอบธุรกิจสร้างฟาร์มเลี้ยงและจำหน่ายนกเขาชวา โดยผู้เลี้ยงนกเขาชวามีความรู้ในการเลี้ยงนก ซึ่งความรู้จะมาจากการสอบถามผู้มีความเชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ ได้แก่ จากคนในครอบครัว เครือญาติ ผู้เลี้ยงนกเขาชวารายอื่น ๆ และ/หรือจากการสืบค้นข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต สามารถแสดงข้อมูลทั่วไปของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาสได้ ดังตารางที่ 1 คือ

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส

รายที่	เริ่มต้น เลี้ยงนกเขาชวา (พ.ศ.)	อายุ ผู้เลี้ยง (ปี)	ช่องทางการจัดจำหน่าย
1	2556	45	ขาย ณ ที่ตั้ง และขายออนไลน์
2	2559	56	ขาย ณ ที่ตั้ง
3	2556	70	ขาย ณ ที่ตั้ง
4	2533	46	ขาย ณ ที่ตั้ง
5	2520	66	ขาย ณ ที่ตั้ง
6	2533	42	ขาย ณ ที่ตั้ง
7	2539	53	ขาย ณ ที่ตั้ง
8	2532	52	ขาย ณ ที่ตั้ง และขายออนไลน์
9	2537	52	ขาย ณ ที่ตั้ง
10	2538	51	ขาย ณ ที่ตั้ง
11	2527	64	ขาย ณ ที่ตั้ง
12	2529	71	ขาย ณ ที่ตั้ง
13	2520	60	ขาย ณ ที่ตั้ง
14	2546	54	ขาย ณ ที่ตั้ง
15	2544	68	ขาย ณ ที่ตั้ง
16	2544	49	ขาย ณ ที่ตั้ง
17	2554	49	ขาย ณ ที่ตั้ง
18	2541	61	ขาย ณ ที่ตั้ง
19	2554	36	ขาย ณ ที่ตั้ง
20	2560	53	ขาย ณ ที่ตั้ง

ที่มา: จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงนกเขาชวาเป็นอาชีพเสริม โดยลำดับที่ 1-3 อาศัยอยู่ในอำเภอระแงะลำดับที่ 4-11 อาศัยในอำเภอยี่งอ ลำดับที่ 12-17 อาศัยในอำเภอบาเจาะ และลำดับที่ 18-20 อาศัยในอำเภอหรือเสาะ จังหวัดนราธิวาส

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส

การวิเคราะห์ต้นทุนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส เป็นค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนทางบัญชี โดยแบ่งต้นทุนเป็น 3 ลักษณะ คือ ต้นทุนคงที่ ต้นทุนผันแปร และต้นทุนรวม สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ ต้นทุน ทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าวได้ ดังตารางที่ 2-4 ตามลำดับ คือ

ตารางที่ 2 ต้นทุนคงที่ของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส (บาท)

รายชื่อ	โรงเรือน (ร้อยละ)	กรงนก (ร้อยละ)	ภาชนะบรรจุหน้า- อาหาร (ร้อยละ)	ต้นทุนคงที่รวม (ร้อยละ 100)
1	170,000 (43.25)	218,000 (55.47)	5,000 (1.28)	393,000
2	50,000 (37.68)	82,000 (61.79)	700 (0.53)	132,700
3	20,000 (40.82)	27,000 (55.10)	2,000 (4.08)	49,000
4	80,000 (40.65)	115,000 (58.43)	1,800 (0.92)	196,800
5	70,000 (40.00)	102,000 (58.29)	3,000 (1.71)	175,000
6	50,000 (43.59)	64,300 (56.06)	400 (0.35)	114,700
7	41,400 (38.87)	63,900 (60.00)	1,200 (1.13)	106,500
8	70,000 (40.23)	102,000 (58.62)	2,000 (1.15)	174,000
9	72,000 (42.63)	94,500 (55.95)	2,400 (1.42)	168,900
10	44,100 (39.22)	66,600 (59.23)	1,750 (1.55)	112,450
11	31,500 (39.15)	48,000 (59.66)	960 (1.19)	80,460
12	90,000 (39.47)	135,000 (59.21)	3,000 (1.32)	228,000
13	66,000 (46.61)	72,000 (50.85)	3,600 (2.54)	141,600
14	39,900 (40.51)	56,800 (57.66)	1,800 (1.83)	98,500
15	45,000 (44.64)	55,000 (54.57)	800 (0.79)	100,800
16	31,200 (40.95)	43,200 (56.69)	1,800 (2.36)	76,200
17	28,800 (38.50)	44,800 (59.90)	1,200 (1.60)	74,800
18	63,000 (39.77)	93,000 (58.71)	2,400 (1.52)	158,400
19	27,000 (26.87)	72,000 (71.64)	1,500 (1.49)	100,500
20	27,600 (40.35)	39,600 (57.89)	1,200 (1.76)	68,400
ค่าเฉลี่ย	55,875 (40.19)	79,735 (58.29)	1,926 (1.52)	137,536

ที่มา: จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเลี้ยงนกเขาชวาเป็นอาชีพเสริมในจังหวัดนราธิวาส จำนวน 20 ราย

จากตารางที่ 2 แสดงต้นทุนคงที่ ซึ่งเป็นต้นทุนคงที่ทางบัญชีของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส ในระยะเวลา 1 ปี พบว่า ต้นทุนคงที่ของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส คือ ค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงนกที่มาจาก ค่าใช้จ่ายของสิ่งคงทนถาวร และมีระยะเวลาใช้งานเลี้ยงนกได้ยาวนานมากกว่าห้าปี ซึ่งมาจาก 3 แหล่ง คือ ค่าโรงเรือน ค่ากรงนก และค่าภาชนะบรรจุหน้า-อาหาร โดยมีค่าเฉลี่ยต้นทุนคงที่ เท่ากับ 55,875, 79,735 และ 1,926 บาท ตามลำดับ คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 40.19, 58.29 และ 1.52 ตามลำดับ (เมื่อคิดเป็นสัดส่วนเทียบกับ ต้นทุนคงที่รวม) สำหรับค่าต้นทุน ทั้ง 3 แหล่ง ได้แก่ ค่าต้นทุนปลูกสร้างโรงเรือน อยู่ในช่วง 27,000-170,000 บาท

ค่าต้นทุนกรรงนาก อยู่ในช่วง 27,000-218,000 บาท และค่าต้นทุนภาชนะบรรจุน้ำและอาหาร อยู่ในช่วง 400-5,000 บาท โดยพบว่าต้นทุนคงที่สูงสุดของการเลี้ยงนกเขาชวา คือ ต้นทุนในส่วนของกรรงนาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 58.29 ของต้นทุนคงที่รวมทางบัญชี และต้นทุนคงที่รองเป็นอันดับสอง คือ ต้นทุนในส่วนของโรงเรือน มีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 40.19 ของต้นทุนคงที่รวมทางบัญชี

ตารางที่ 3 ต้นทุนผันแปรของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส (บาท)

รายที่	พ่อแม่พันธุ์ (ร้อยละ)	อาหาร (ร้อยละ)	เชื้อเพลิง ยานพาหนะ (ร้อยละ)	น้ำ-ไฟ (ร้อยละ)	เวชภัณฑ์ ยา และอื่น ๆ (ร้อยละ)	ต้นทุน ผันแปร รวม (ร้อยละ 100)
1	100,000 (55.43)	30,000 (16.63)	36,000 (19.96)	12,000 (6.65)	2,400 (1.33)	180,400
2	52,000 (72.79)	12,000 (16.80)	6,000 (8.40)	1,440 (2.01)	0	71,440
3	4,000 (19.57)	10,800 (52.84)	2,400 (11.74)	2,040 (9.98)	1,200 (5.87)	20,440
4	20,000 (45.21)	18,000 (40.69)	3,600 (8.14)	2,640 (5.96)	0	44,240
5	38,000 (63.12)	7,200 (11.96)	12,000 (19.93)	2,400 (3.99)	600 (1.00)	60,200
6	90,000 (81.70)	9,000 (8.17)	8,400 (7.63)	1,200 (1.09)	1,560 (1.41)	110,160
7	88,000 (77.57)	14,400 (12.69)	9,600 (8.47)	1,440 (1.27)	0	113,440
8	20,000 (44.84)	15,600 (34.98)	7,200 (16.14)	1,800 (4.04)	0	44,600
9	22,500 (52.45)	9,000 (20.98)	9,600 (22.38)	1,800 (4.19)	0	42,900
10	50,000 (71.63)	12,000 (17.19)	6,000 (8.60)	1,800 (2.58)	0	69,800
11	48,000 (76.63)	6,600 (10.54)	3,600 (5.75)	1,800 (2.87)	2,640 (4.21)	62,640
12	30,000 (69.44)	6,000 (13.89)	6,000 (13.89)	1,200 (2.78)	0	43,200
13	60,000 (74.07)	12,000 (14.82)	7,200 (8.89)	1,800 (2.22)	0	81,000
14	40,000 (64.43)	12,000 (19.33)	8,400 (13.53)	1,680 (2.71)	0	62,080
15	38,000 (71.70)	9,600 (18.12)	3,600 (6.79)	1,200 (2.26)	600 (1.13)	53,000
16	50,000 (78.67)	7,200 (11.33)	4,800 (7.55)	1,200 (1.89)	360 (0.56)	63,560
17	34,000 (68.22)	9,600 (19.26)	4,800 (9.63)	1,440 (2.89)	0	49,840
18	100,000 (88.33)	7,200 (6.36)	3,600 (3.19)	1,200 (1.06)	1,200 (1.06)	113,200
19	36,000 (75.57)	6,000 (12.59)	3,600 (7.56)	1,440 (3.02)	600 (1.26)	47,640
20	40,000 (62.74)	12,000 (18.82)	9,600 (15.06)	1,440 (2.25)	720 (1.13)	63,760
ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)	48,025 (68.73)	11,310 (16.19)	7,800 (11.16)	2,148 (3.07)	594 (0.85)	69,877

ที่มา: จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเลี้ยงนกเขาชวาเป็นอาชีพเสริมในจังหวัดนราธิวาส จำนวน 20 ราย

จากตารางที่ 3 แสดงต้นทุนผันแปร ซึ่งเป็นต้นทุนผันแปรทางบัญชีของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส ในระยะเวลา 1 ปี โดยต้นทุนผันแปรของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส เป็นค่าใช้จ่ายที่มาจาก 5 แหล่ง ดังนี้ ค่าพ่อแม่พันธุ์ ค่าอาหาร ค่าเชื้อเพลิงยานพาหนะ ค่าน้ำ-ไฟ และค่าเวชภัณฑ์ ยาและอื่น ๆ พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48,025, 11,310, 7,800, 2,148 และ 594 บาท ตามลำดับ หรือ ร้อยละ 68.73, 16.19,

11.16, 3.07 และ 0.85 ตามลำดับ (เมื่อคิดเทียบกับต้นทุนผันแปรรวมทางบัญชีทั้งหมด) สำหรับรายละเอียดค่าใช้จ่าย (ต้นทุน) ทั้ง 5 แห่ง คือ ค่าใช้จ่ายซื้อพ่อแม่พันธุ์ อยู่ในช่วง 4,000-100,000 บาท ค่าอาหาร อยู่ในช่วง 6,000-30,000 บาท ค่าเชื้อเพลิงยานพาหนะ อยู่ในช่วง 3,600-36,000 บาท ค่าน้ำ-ไฟ อยู่ในช่วง 1,200-12,000 บาท และเวชภัณฑ์ ยาและอื่น ๆ อยู่ในช่วง 0-2,600 บาท โดยที่ค่าสูงสุดของต้นทุนผันแปร คือ ค่าใช้จ่าย (ต้นทุน) ในส่วนของการซื้อพ่อแม่พันธุ์ มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 68.73 (เมื่อคิดเทียบกับต้นทุนผันแปรรวมทางบัญชี) และต้นทุนผันแปรรองเป็นอันดับสอง คือ ค่าอาหาร มีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 16.19 (เมื่อคิดเป็นสัดส่วนเทียบกับต้นทุนผันแปรรวมทางบัญชี)

การวิเคราะห์ต้นทุนรวม หรือค่าใช้จ่ายรวม เป็นการคิดต้นทุน หรือค่าใช้จ่ายทางบัญชี แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) ต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าโรงเรือน กรงนก และภาชนะบรรจุน้ำ-อาหาร และ 2) ต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าพ่อแม่พันธุ์ ค่าอาหาร ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าน้ำ-ไฟ และค่าเวชภัณฑ์-ยาและอื่น ๆ ดังได้กล่าวข้างต้น (ตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ) สำหรับต้นทุนรวมของการเลี้ยงนกเขาชวา จะประกอบด้วยต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4 คือ

ตารางที่ 4 ต้นทุนรวมของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนครราชสีมา (บาท)

รายที่	ต้นทุนคงที่ (ร้อยละ)	ต้นทุนผันแปร (ร้อยละ)	ต้นทุนรวม (ร้อยละ 100)
1	393,000 (68.54)	180,400 (31.46)	573,400
2	132,700 (65.00)	71,440 (35.00)	204,140
3	49,000 (70.56)	20,440 (29.44)	69,440
4	196,800 (81.65)	44,240 (18.35)	241,040
5	175,000 (74.40)	60,200 (25.60)	235,200
6	114,700 (51.00)	110,160 (49.00)	224,860
7	106,500 (48.42)	113,440 (51.58)	219,940
8	174,000 (79.60)	44,600 (20.40)	218,600
9	168,900 (79.75)	42,900 (20.25)	211,800
10	112,450 (61.70)	69,800 (38.30)	182,250
11	80,460 (56.23)	62,640 (43.77)	143,100
12	228,000 (84.07)	43,200 (15.93)	271,200
13	141,600 (63.61)	81,000 (36.39)	222,600
14	98,500 (61.34)	62,080 (38.66)	160,580
15	100,800 (65.54)	53,000 (34.46)	153,800
16	76,200 (54.52)	63,560 (45.48)	139,760
17	74,800 (60.01)	49,840 (39.99)	124,640
18	158,400 (58.32)	113,200 (41.68)	271,600
19	100,500 (67.84)	47,640 (32.16)	148,140
20	68,400 (51.76)	63,760 (48.24)	132,160
ค่าเฉลี่ย	137,536 (66.31)	69,877 (33.69)	207,413

ที่มา: จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเลี้ยงนกเขาชวาเป็นอาชีพเสริมในจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 20 ราย

จากตารางที่ 4 แสดงต้นทุนคงที่ ต้นทุนผันแปร และต้นทุนรวมทางบัญชีของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส พบว่า ต้นทุนคงที่ ต้นทุนผันแปร และต้นทุนรวมทางบัญชี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 137,536, 69,877 และ 207,413 บาท ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 66.31 และ 33.69 ตามลำดับ (เมื่อคิดเทียบกับต้นทุนรวมทางบัญชี) โดยค่าต้นทุนคงที่ อยู่ในช่วง 49,000-393,000 บาท ค่าต้นทุนผันแปร อยู่ในช่วง 20,400-180,400 บาท และค่าต้นทุนรวม อยู่ในช่วง 69,400-573,400 บาท โดยพบว่าต้นทุนในการเลี้ยงนกเขาชวาที่มีสัดส่วนสูงสุด คือ ค่าต้นทุนคงที่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 66.31 ของต้นทุนรวม

ตอนที่ 3 ผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส

การวิเคราะห์ผลตอบแทน เป็นการเปรียบเทียบผลกำไรทางบัญชีกับมูลค่าต้นทุนรวมทางบัญชีสำหรับกำไรทางบัญชี เป็นการเปรียบเทียบระหว่างรายได้ (รายรับทางบัญชี) กับต้นทุนรวม (ค่าใช้จ่ายรวมทางบัญชี) ของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส จะเปรียบเทียบกำไรทางบัญชีกับต้นทุนรวม โดยแสดงในรูปร้อยละ ดังตารางที่ 5 คือ

ตารางที่ 5 ผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาสได้ (บาท)

รายที่	รายได้	ต้นทุนรวม	กำไรทางบัญชี (ร้อยละ)
1	2,400,000	573,400	1,826,600 (318.55)
2	650,000	204,140	445,860 (218.40)
3	720,000	69,440	650,560 (936.87)
4	520,000	241,040	278,960 (218.40)
5	630,000	235,200	394,800 (115.73)
6	520,000	224,860	295,140 (131.26)
7	610,000	219,940	390,060 (177.35)
8	420,000	218,600	201,400 (92.13)
9	650,000	211,800	438,200 (206.89)
10	480,000	182,250	297,750 (163.37)
11	600,000	143,100	456,900 (319.29)
12	470,000	271,200	198,800 (73.30)
13	440,000	222,600	217,400 (97.66)
14	590,000	160,580	429,420 (267.42)
15	480,000	153,800	326,200 (212.09)
16	440,000	139,760	300,240 (214.83)
17	440,000	124,640	315,360 (253.02)
18	600,000	271,600	328,400 (120.91)
19	510,000	148,140	361,860 (244.27)
20	330,000	132,160	197,840 (149.70)
ค่าเฉลี่ย	625,000	207,413	417,587 (201.33)

ที่มา: จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเลี้ยงนกเขาชวาเป็นอาชีพเสริมในจังหวัดนราธิวาส จำนวน 20 ราย

จากตารางที่ 5 รายได้ ต้นทุนรวม และกำไรทางบัญชีของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส พบว่า รายได้ (รายได้ทางบัญชี) ต้นทุนรวม (ต้นทุนรวมทางบัญชี) และกำไรทางบัญชี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 625,000, 207,413 และ 417,587 บาท ตามลำดับ สำหรับผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 201.33 (จากผลการเปรียบเทียบผลกำไรทางบัญชี 417,587 บาท กับต้นทุนรวมทางบัญชี 207,413 บาท) สามารถสรุปผลจากการศึกษาได้ว่าการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส มีความคุ้มค่าในการลงทุน

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทน: กรณีศึกษาการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส โดยการคำนวณต้นทุนทางบัญชี 2 ประเภท คือ ต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร สำหรับผลตอบแทนจะเป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าผลกำไรทางบัญชีกับมูลค่าต้นทุนรวมทางบัญชี โดยการสัมภาษณ์ผู้เลี้ยงนกเขาชวาที่อาศัยในจังหวัดนราธิวาส จำนวน 20 ราย ที่เป็นเกษตรกรมีการเลี้ยงนกเป็นอาชีพเสริม เนื่องจากมีความชอบฟังเสียงนกร้อง โดยไม่กระทบและไม่สร้างความเสียหายให้กับงานประจำ และสร้างรายได้เพิ่ม สำหรับค่าใช้จ่าย (ต้นทุน) ในการเลี้ยง จะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยที่สัดส่วนใหญ่ของต้นทุน (ค่าใช้จ่ายหลัก) จะมาจากต้นทุนคงที่ ได้แก่ การใช้จ่ายค่าโรงเรือน ค่ากรงนก ค่าภาชนะบรรจุน้ำ-อาหาร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 137,536 บาท (คิดเป็นร้อยละ 66.31 ของต้นทุนรวม) ซึ่งค่าใช้จ่ายกรงนกเป็นค่าที่มีสัดส่วนสูงสุด และมีระยะเวลาใช้งานยาวนานมากกว่า 5 ปี โดยเฉลี่ยเท่ากับ 79,735 บาท (คิดเป็นร้อยละ 58.29 ของต้นทุนคงที่รวมทางบัญชี) กรณีค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนผันแปร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69,877 บาท (คิดเป็นร้อยละ 33.69 ของต้นทุนรวม) โดยเป็นค่าใช้จ่ายในการซื้อพ่อแม่พันธุ์ ค่าอาหาร ค่าน้ำมัน เชื้อเพลิง ค่าน้ำ-ไฟฟ้า และค่าเวชภัณฑ์ ยาและอื่น ๆ โดยที่สัดส่วนสูงสุด (ส่วนใหญ่) ของต้นทุนผันแปรสูงสุด คือ ค่าใช้จ่ายการซื้อพ่อแม่พันธุ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48,025 (คิดเป็นร้อยละ 68.73 ของต้นทุนผันแปรรวมทางบัญชี) เกษตรกรผู้เลี้ยงสามารถลดต้นทุน หรือลดค่าใช้จ่ายในส่วนของ ค่าอาหาร จากการนำวัตถุดิบในธรรมชาติที่มีอยู่และหาได้ในท้องถิ่นมาประกอบเป็นอาหารเลี้ยงนก ได้แก่ ดอกหญ้า เปลือกหอยทะเล [1]

การศึกษาต้นทุน จะเป็นการพิจารณาเฉพาะ (ค่าใช้จ่าย) ต้นทุนทางบัญชี ซึ่งมีการจ่ายออกไปจริง โดยที่ไม่นำค่าใช้จ่ายที่ไม่ได้จ่ายออกไปจริงมาวิเคราะห์ต้นทุน (ไม่คิดค่าเสียโอกาส หรือต้นทุนแอบแฝง) ได้แก่ ค่าจ้างแรงงาน ค่าเช่าที่ดิน เนื่องจาก ในการเลี้ยงนกเขาชวาเกษตรกรผู้เลี้ยง จะใช้แรงงานในครอบครัว และเลี้ยงภายในบริเวณบ้านของตนเอง ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ต้นทุนรวมทางบัญชี อาจเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่สูง และมีค่าต่ำกว่า ต้นทุนรวมทางเศรษฐศาสตร์ เหตุผลในการศึกษาวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย (ต้นทุน) ทางบัญชี คือ ค่าใช้จ่ายที่ชัดเจน โดยไม่ครอบคลุมค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ (ค่าเสียโอกาส) เพื่อให้เกษตรกร หรือประชาชนผู้สนใจเลี้ยงนกเขาชวา สามารถทำความเข้าใจได้อย่างแจ่มแจ้ง

ด้านรายได้ของผู้เลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาสได้รับ เป็นรายได้ที่มาจากจำหน่ายนกเขาชวา (ลูกนก นกโต นกพ่อแม่พันธุ์-แม่พันธุ์) ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง และสามารถปรับเพิ่มราคาเพิ่มสูงขึ้นได้อีก จากการที่ผู้เลี้ยงมีการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่มีคุณภาพ ทำให้ได้ผลผลิตนกที่มีคุณภาพสูง มีเสียงดี มีเสียงไพเราะ มีเสียงที่มีเอกลักษณ์ มีเสียงเด่นและชัดเจน ส่งผลให้สามารถขายได้ในราคาที่สูงขึ้น ตามคุณภาพของเสียงร้องของนก [9]

จากการพิจารณาผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส พบว่ามีผลกำไรทางบัญชีที่เป็นบวก (มากกว่าศูนย์) ได้ผลตอบแทนสูงเฉลี่ยร้อยละ 201.33 โดยผลตอบแทนมีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินฝากออมทรัพย์ ขณะที่เกิดการแพร่ระบาดของโคโรนาไวรัส และภาวะเศรษฐกิจมีความฝืดเคือง แต่ผลตอบแทน (กำไรทางบัญชี) ของการเลี้ยงนกมีค่ามากกว่าศูนย์และมีค่าสูง จึงกล่าวได้ว่าการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนราธิวาส

มีความคุ้มค่าในการลงทุน สอดคล้องกับการศึกษาการวิเคราะห์ทางการเงินของการลงทุนธุรกิจฟาร์ม
นกกระจอกเทศขุน [10]

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการเลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนครราชสีมา โดยการสัมภาษณ์
เชิงลึกเกษตรกรผู้เลี้ยงที่ขึ้นขอบเสียงนกร้อง และเพื่อหารายได้เสริม จำนวน 20 ราย การเลี้ยงเริ่มจากการคัดเลือก
และผสมพันธุ์ระหว่างพ่อแม่พันธุ์ที่สายพันธุ์ดี มีคุณภาพ จำนวน 30-150 ตัว โดยเลี้ยงในอาณาบริเวณบ้าน
อาหารนกสามารถหาได้ในท้องถิ่น ผู้เลี้ยงส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 55 ปี การจำหน่ายนกเขาชวา
ส่วนใหญ่ขาย ณ ที่ตั้ง ผู้ซื้อส่วนใหญ่เป็นผู้ที่ชื่นชอบเสียงร้อง หรือเพื่อนำไปประกวดเสียงร้อง หรือนำไป
เพาะเลี้ยงสร้างธุรกิจ เกษตรกรผู้เลี้ยงมีความรู้ที่ได้จากการสอบถามผู้รู้ และการสืบค้นข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต
ปัญหาที่พบ คือ การตายโดยไม่ทราบสาเหตุ ผู้เลี้ยงจึงมีความเข้มงวดในการรักษาความสะอาดบริเวณเลี้ยงนก
และการให้วัคซีนที่สม่ำเสมอต้นทุนของการเลี้ยงนกเขาชวาที่สูงที่สุด คือ ค่าใช้จ่าย (ต้นทุน) คงที่ ซึ่งมาจาก
ค่ากรงนก สำหรับต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 66.31 และ 33.69 ตามลำดับ (สัดส่วนเปรียบเทียบกับต้นทุนรวม) โดยผลตอบแทน คือ รายได้ หรือรายรับ (จากการจำหน่ายนก) จะวัดในรูปมูลค่ากำไรทางบัญชี
ในเวลา 1 ปี พบว่า กำไรทางบัญชี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 417,587 บาท หรือมีผลตอบแทน ร้อยละ 201.33 (สัดส่วน
เปรียบเทียบกับระหว่างกำไรทางบัญชีกับต้นทุนรวม) กล่าวได้ว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงนกเขาชวาในจังหวัดนครราชสีมา
มีความคุ้มค่ากับการลงทุน เนื่องจาก มีผลตอบแทนสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินฝากออมทรัพย์สำหรับบุคคลธรรมดา
ของธนาคารพาณิชย์ในปัจจุบัน (ร้อยละ 0.25 ณ วันที่ 7 มีนาคม 2565) [11]

เอกสารอ้างอิง

- [1] ยุพาพร สุพันธ์พิทักษ์ และสมพงษ์ วณิกสัมพันธ์. (2538, ครอบรอบ 30 ปี การสัมมนาเรื่องสัตว์ป่าไทย).
การเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์นกเขาชวา. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย. 4(2): 7-17.
- [2] สุพัตรา รุ่งรัตน์. (2560, กรกฎาคม-ธันวาคม). ต้นกำเนิดนกเขาชวา เงินล้านของประเทศไทย.
วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. 12(2): 153-166.
- [3] นกเขา. (2564). “นก และการซื้อขายนก” สืบค้นเมื่อ 9 ธันวาคม 2564,
จาก<https://sites.google.com/a/thk.ac.th/phrhm-nthr/ya-dm-chnid-mi-si>.
- [4] สำนักพัฒนาฐานข้อมูลและตัวชี้วัดภาวะสังคม. (2561). รายงานสถานการณ์ความยากจนและความเหลื่อมล้ำ
ด้านรายได้ในระดับภาคของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคม
แห่งชาติ.
- [5] สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรื. (2564). ผลิตภัณฑ์จังหวัดต่อหัว
ณ ราคาประจำปี จำแนกเป็นรายภาค และจังหวัด พ.ศ. 25621. สืบค้นเมื่อ 9 ธันวาคม 2564,
จาก <http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/10.aspx>.
- [6] วิกิพีเดีย. (2564). จังหวัดนครราชสีมา. สืบค้นเมื่อ 11 ธันวาคม 2564, จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/>.
- [7] วันรักษ์ มิ่งมณีนาคิน. (2552). หลักเศรษฐศาสตร์จุลภาค. (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [8] วิรุณศิริ ใจมา. (2557). เศรษฐศาสตร์จุลภาค 1. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [9] นกเขาชวา และการเลี้ยงนกเขาชวา. (2564). สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2564, จาก <https://pasusat.com>.

- [10] บุษราภรณ์ ค้อไผ่. (2546). การวิเคราะห์ทางการเงินของการลงทุนธุรกิจฟาร์มนกกระจอกเทศขุน. วิทยานิพนธ์ (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, เศรษฐศาสตร์เกษตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [11] ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2565). อัตราดอกเบี้ยเงินฝากของธนาคารพาณิชย์. สืบค้นเมื่อ 7 มีนาคม 2565, จาก https://www.bot.or.th/thai/statistics/_layouts/application/interest_rate/in_rate.aspx.

**RANC15-037 ประสิทธิภาพของซิลิกาจากแกลบในการยับยั้งการเกาะติด
ของเชื้อแคนดิดาอัลบิแคนส์บนฐานฟันเทียมชนิดเรซินอะคริลิก
EFFICACY OF RICE HUSK SILICA ON INHIBITION OF CANDIDA ALBICANS
ADHERENCE ON VARIOUS TYPES OF DENTURE BASE MATERIAL**

สิทธิพันธ์์ สุปิยพันธุ์¹ พรสวรรค์ ธนธรวงศ์² ดวงพร ศรีสุภาพ²
Sittinan Supiyaphan¹, Bhornsawan Thanathornwong², Duangporn Srisuparbh²

¹นิสิตปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University.

²ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Department of General Dentistry, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University.

*Corresponding author, E-mail: sittinan.supiyaphan@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

โรคปากอักเสบเหตุฟันเทียมเป็นหนึ่งในโรคที่พบบ่อยที่สุดในผู้ที่สวมใส่ฟันเทียม โดยส่งผลกระทบต่อร้อยละ 60 ของประชากรที่ใส่ฟันเทียม โรคปากอักเสบเหตุฟันเทียมสามารถเกิดได้จากการบาดเจ็บจากการใส่ฟันเทียม ซึ่งอาจนำไปสู่การเกาะติดของเซลล์เชื้อราที่บริเวณพื้นผิวฟันเทียมด้านที่ติดเนื้อเยื่อช่องปาก การยึดติดของเชื้อราแคนดิดาอัลบิแคนส์บนพื้นผิวของฟันเทียมในระยะเริ่มต้นเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดโรค การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของซิลิกาจากแกลบข้าวในการยับยั้งการเกาะติดของเชื้อแคนดิดา อัลบิแคนส์บนฐานฟันเทียมชนิดเรซินอะคริลิก โดยการนำเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (ไม่ผสมนาโนซิลิกาในเรซินอะคริลิก) และกลุ่มทดลองอีก 4 กลุ่ม โดยจะผสมนาโนซิลิกาที่ร้อยละ 0.25, 0.5, 1.0, และ 2.0 โดยน้ำหนักของผงพอลิเมอร์ ทำการบ่มชิ้นงานที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบการเกาะติดของเชื้อแคนดิดา อัลบิแคนส์ด้วยวิธี MTT assay พบการเกาะติดของเชื้อแคนดิดาอัลบิแคนส์ บนฐานฟันเทียมชนิดเรซินอะคริลิกทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม จากผลการศึกษาพบว่าเรซินอะคริลิกที่ผสมด้วยอนุภาคนาโนซิลิกาที่ร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนักของผงพอลิเมอร์ มีค่ายับยั้งการเกาะติดของเชื้อแคนดิดา อัลบิแคนส์ บนฐานฟันเทียมชนิดเรซินอะคริลิกมากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มการทดลองอื่นๆ

คำสำคัญ: แคนดิดา อัลบิแคนส์ ฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิก โพลีเมทิลเมทาคริเลต อนุภาคนาโนซิลิกา

Abstract

Denture stomatitis is a common disease found in 60 percent of denture wearers. The causes are denture trauma and the high concentration of *Candida albicans* adherence on the inner surface of denture. Microbial adherence is the initial stage and the most important process, which causes the disease. The aim of this research was to study the efficacy of rice husk silica on inhibition of *Candida Albicans* adherence on denture base material. The specimens of heat-cured acrylic resin, subdivided into 5 subgroups according to the concentration of nano-SiO₂: control (no addition) and four tested groups modified with percentage 0.25, 0.5, 1.0, and 2.0 wt nano-SiO₂ of acrylic powder. The standard cell suspension was added in each well and incubated at 37°C for 24 hours. The adherence of *Candida albicans* was determined using MTT assay(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide). Adherence of *Candida albicans* was found on both control group and four tested groups, In addition at a concentration percentage of 0.25 wt nano-SiO₂ of acrylic powder could inhibited the adherence of *Candida albicans* when the best compared to other groups

Keywords: *Candida Albicans*, Denture Base Resins, PMMA, SiO₂ Nanoparticles

บทนำ

การใส่ฟันเทียมอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในช่องปาก เช่น การลดปริมาณออกซิเจนในน้ำลาย การเปลี่ยนแปลง pH ของน้ำลาย การลดอัตราการไหลของน้ำลาย จากเงื่อนไขเหล่านี้จะสนับสนุนให้เกิดการตั้งรกรากและการสร้างแผ่นฟิล์มชีวภาพของเชื้อรา ผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมประเภทเรซินอะคริลิกจะเสี่ยงต่อการติดเชื้อมากกว่าผู้ป่วยที่ไม่ใส่ฟันเทียม ดังนั้นผู้ป่วยที่ใส่ฟันเทียมเรซินอะคริลิกควรทำฟันเทียมเรซินอะคริลิกใหม่ทุกๆ 1-2 ปี โดยขึ้นอยู่กับความสะอาดในช่องปาก [1] การทำความสะอาดฟันเทียมเป็นประจำโดยการแปรงฟันสามารถขจัดคราบจุลินทรีย์ออกจากฟันเทียม อย่างไรก็ตามในผู้สูงอายุหรือผู้ป่วยที่มีข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวของมือ การทำความสะอาดด้วยการใช้สารเคมี เช่น การใช้น้ำยาทำความสะอาดฟันเทียมเป็นวิธีที่ช่วยทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการลดการเกาะติดของแผ่นฟิล์มชีวภาพกับฐานฟันเทียม [2]

โพลีเมทิลเมทาคริเลต (Polymethyl methacrylate;PMMA) เป็นวัสดุที่นิยมในการทำฟันเทียม [3] เนื่องจากคุณสมบัติที่เหมาะสม เช่น มีความสวยงาม สามารถเข้ากันได้ทางชีวภาพกับเนื้อเยื่อในช่องปาก น้ำหนักเบา ราคาถูก กระบวนการประดิษฐ์ที่เรียบง่าย ซ่อมแซมได้ง่าย [4,5] อย่างไรก็ตามโพลีเมทิลเมทาคริเลตก็มีข้อด้อย เช่น ความแข็งแรงต่ำ มีคุณสมบัติพื้นผิวที่ไม่ดี ทำให้มีโอกาสเกิดการยึดเกาะของ เชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์ (*Candida albicans*) ได้ และนำไปสู่การสร้างแผ่นฟิล์มชีวภาพ ซึ่งนำไปสู่โรคปากอักเสบเหตุฟันเทียมในที่สุด [6]

โดยเมื่อเร็วๆ นี้มีการใช้อนุภาคนาโนผสมกับวัสดุฐานฟันเทียมโพลีเมทิลเมทาคริเลตเพื่อเพิ่มความแข็งแรง [4,7] ส่วนการเพิ่มอนุภาคนาโนซิลิกากับโพลีเมทิลเมทาคริเลตในการศึกษาก่อนหน้านี้แนะนำให้ผสมอนุภาคนาโนซิลิกากับโพลีเมทิลเมทาคริเลตที่ความเข้มข้นต่ำ [7-10] ทั้งนี้เนื่องจากอนุภาคนาโนซิลิกากับโพลีเมทิลเมทาคริเลตที่ความ

เข้มข้นสูงจะทำให้คุณสมบัติเชิงกลของโพลีเมทิลเมทาคริเลตลดลง จากการศึกษาของ Gad MM, et al., 2020 [7] และ Abushowmi T, et al., 2020 [10] พบว่าการเพิ่มส่วนผสมของอนุภาคนาโนซิลิกาเป็นร้อยละ 0.25, 0.5, และ 0.75 โดยน้ำหนักของผงพอลิเมอร์ผสมกับโพลีเมทิลเมทาคริเลต จะพบว่าเมื่อผสมอนุภาคนาโนซิลิการ้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก ความต้านทานแรงดัดจะเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่นๆ

โรคปากอักเสบเหตุฟันเทียม (Denture stomatitis) เป็นหนึ่งในโรคที่พบบ่อยที่สุดในผู้สวมใส่ฟันเทียม ซึ่งส่งผลกระทบต่อมากถึงร้อยละ 60 ของประชากรที่ใส่ฟันเทียม [11,12] โรคปากอักเสบเหตุฟันเทียมสามารถเกิดได้จากการบาดเจ็บจากการใส่ฟันเทียม ฟันเทียมไม่กระชับ การมีขอบฟันเทียมที่ไม่เหมาะสม และการทำความสะอาดฟันเทียมที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจนำไปสู่การเกาะติดของเซลล์เชื้อราและการสร้างโคโลนี [1,13,14] และมักพบเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์ เป็นสาเหตุของโรคปากอักเสบเหตุฟันเทียม [15,16] การยึดติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์บนพื้นผิวของฟันเทียมในระยะเริ่มต้นเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดโรค [17]

กลไกการเกิดโรคปากอักเสบเหตุฟันเทียมเกี่ยวข้องกับการสร้างโคโลนีของเชื้อราแคนดิดา ซึ่งอาจแสดงอาการหรือไม่ก็ได้ มีสาเหตุหลายประการ เช่น การใส่ฟันเทียมที่ไม่เหมาะสม ก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บที่ฐานฟันเทียม ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง การแพ้เรซินอะคริลิก การเปลี่ยนแปลงของสภาพช่องปาก pH ของน้ำลายที่ลดลง และอัตราการหลั่งน้ำลายน้อยลง นี่เป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อราให้มากขึ้นกว่าปกติ [24] โดยปกติจะพบว่าการอักเสบของเนื้อเยื่อในช่องปากมักเกิดได้ฐานฟันเทียม

การยึดเกาะของเชื้อราแคนดิดาบนพื้นผิวของฟันเทียมในระยะเริ่มต้นเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของการก่อตัวของโคโลนีของเชื้อราและการเกิดโรคปากอักเสบเหตุฟันเทียม [17] ประสิทธิภาพการยึดเกาะจะแตกต่างกันไปตามประเภทของวัสดุฐานฟันเทียม รวมทั้งประเภทของการเกิดปฏิกิริยาการบ่มของเรซินอะคริลิกที่ส่งผลกระทบต่อแตกต่างกันทางคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ความพรุน ความไม่ชอบน้ำ และความหยาบของพื้นผิว การยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดาจะช่วยลดโรคปากอักเสบเหตุฟันเทียมได้ เชื้อราแคนดิดาจะยึดติดกับวัสดุฐานฟันเทียมได้ด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์และแรงไฟฟ้าสถิต [12,23,25,26-27]

เชื้อราแคนดิดาสามารถสร้างไบโอฟิล์มที่ยึดเกาะกับพื้นผิวทั้งเนื้อเยื่อและวัสดุฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกที่มีลักษณะแตกต่างกันได้หลายประเภท ด้วยเหตุนี้ฟันเทียมจึงเป็นแหล่งสะสมของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ที่มีสุขอนามัยของฟันเทียมที่ไม่ดี [28] เชื้อราแคนดิดาสามารถยึดติดกับพื้นผิวที่ของฟันเทียม โดยส่วนใหญ่วัสดุฐานฟันเทียมจะทำจากโพลีเมทิลเมทาคริเลต ซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่ชอบน้ำ การเกาะติดของวัสดุที่ไม่ชอบน้ำจึงสามารถเกาะติดกับพื้นผิวของเชื้อราแคนดิดาที่ไม่ชอบน้ำเหมือนกันได้ และการยึดเกาะยังสามารถเกิดจากแรงแวนเดอร์วาลส์และแรงไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นผิวของ เชื้อราแคนดิดาและพื้นผิวของวัสดุ โดยแรงยึดเกาะจะมีความแตกต่างในจุลินทรีย์แต่ละชนิด หากเป็นพื้นผิวที่ไม่ชอบน้ำมาก (มีพลังงานพื้นผิวดำ) จะมีการยึดติดที่มากขึ้น [29]

ซิลิกาที่ผลิตจากกลบข้าว (rice husk silica, RHS) นั้นมีความบริสุทธิ์สูงและใช้ต้นทุนที่ต่ำในการผลิต ทั้งยังผลพลอยได้จากกระบวนการสีข้าว [18-19] เมื่อเร็วๆ นี้ มีรายงานว่านาโนซิลิกามีบทบาทสำคัญในการต้านทานศัตรูพืชและโรคเชื้อราในพืช ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตในพืชหลายชนิด [20-21] เนื่องจากอนุภาคนาโนซิลิกามีขนาดเล็ก และอนุภาคของนาโนซิลิกานั้นสามารถสะสมในเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อราได้ จึงส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อราสามารถแตก

ได้ง่าย และนาโนซิลิกาที่ผสมในเรซินอะคริลิกยังมีประสิทธิภาพช่วยยับยั้งการยึดเกาะของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์ ได้ [22]

เนื่องจากอนุภาคนาโนซิลิกามีขนาดเล็ก และสามารถผสมในเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อราได้ จึงส่งผลให้ผนังเซลล์ของเชื้อราสามารถแตกได้ง่าย และนาโนซิลิกาที่มีส่วนผสมในเรซินอะคริลิกยังมีประสิทธิภาพช่วยยับยั้งการยึดเกาะของเชื้อราแคนดิดาได้ [22] โดยอนุภาคนาโนซิลิกาจะเข้าไปในเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อราแคนดิดา และขัดขวางกระบวนการเมตาโบลิซึมของเซลล์เชื้อรา ส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อราเปลี่ยนแปลงรูปร่างและยังสามารถยับยั้งกระบวนการแตกหน่อของเซลล์เชื้อรา [7,31-32] อนุภาคนาโนซิลิกายังทำให้เกิดปฏิกิริยาของออกซิเจนกับเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้เกิดการรั่วไหลของส่วนประกอบภายในเซลล์และทำให้เซลล์ตายในที่สุด [33] มีรายงานว่านาโนซิลิกามีนัยสำคัญในการต้านทานเชื้อรา [20-21] และสามารถยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดาในเรซินอะคริลิกที่ผสมนาโนซิลิกาได้ [22]

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่าการรวมอนุภาคนาโนซิลิกาเข้ากับวัสดุฐานฟันเทียมโพลีเมทิลเมทาคริลเลต จะส่งผลให้การยึดเกาะของเชื้อราแคนดิดาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่มุมสัมผัสและความโปร่งแสงลดลงตามความเข้มข้นของอนุภาคนาโนซิลิกา [22] นอกจากนี้ยังพบว่ามีการยึดเกาะของเชื้อราแคนดิดาลดลงในชั้นงานที่เคลือบด้วยอนุภาคนาโนซิลิกา [30-31] การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของนาโนซิลิกาต่อการยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์บนวัสดุฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิก

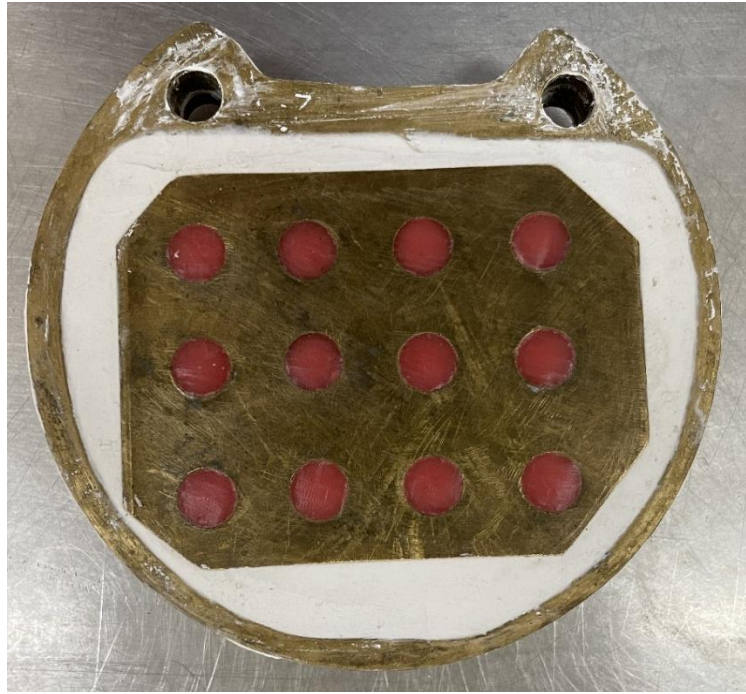
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์ บนเรซินอะคริลิก เมื่อทำการเติมนาโนซิลิกาจากแถบตามร้อยละน้ำหนักต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมชิ้นงาน

การเตรียมแม่พิมพ์สำหรับการขึ้นรูปชิ้นงาน ใช้แม่พิมพ์แบบหล่อทองเหลือง (Hanau flask) โดยใช้ปูนปลาสเตอร์สำหรับงานทันตกรรมแบบที่ 3 (BK GIULINI GmbH, Ludwigshfen/Rh, Germany) แ่งเหล็กกล้าไร้สนิม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร สูง 3 มิลลิเมตร เพื่อเตรียมช่องสำหรับอะคริลิก ทาสารคั่นกลาง (Separating media) ที่แ่งเหล็กกล้าไร้สนิม จากนั้นเทปูนปลาสเตอร์แบบที่ 3 ลงในส่วนล่างของภาชนะแบบหล่อทองเหลือง กดแ่งเหล็กกล้าไร้สนิมในปูนปลาสเตอร์ โดยวางแ่งเหล็กกล้าไร้สนิม 3 ชั้น ให้ห่างกันประมาณ 10 มิลลิเมตร กดไปประมาณครึ่งส่วนของแ่งเหล็กกล้าไร้สนิม ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงแม่พิมพ์แบบหล่อทองเหลือง

จากนั้นรอกจนกว่าปูนปลาสเตอร์จะแข็งตัวอย่างสมบูรณ์ นำส่วนบนของภาชนะแบบหล่อทองเหลืองที่มีการใส่ปูนปลาสเตอร์เรียบร้อยแล้วมาประกบเข้ากับส่วนล่างที่มีแท่งเหล็กไร้สนิมวางอยู่ รอกจนกว่าปูนปลาสเตอร์จะแข็งตัวอย่างสมบูรณ์อีกครั้ง แกะภาชนะแบบหล่อทองเหลืองออก นำแท่งเหล็กกล้าไร้สนิมออกจากปูนปลาสเตอร์อย่างระมัดระวัง จะได้แม่พิมพ์สำหรับการเตรียมชิ้นงานอะคริลิก

โดยกลุ่มควบคุมเตรียมชิ้นงานฐานฟันเทียมอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (Vertex-Dental, B.V., Netherlands) ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ผสมจนถึงระยะโด (Dough stage) จากนั้นนำเข้าแม่พิมพ์ บ่มให้แข็งตัว จากนั้นนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ชัดด้วยกระดาษทรายความละเอียด 400, 600, 800, 1000 ตามลำดับเพื่อกำจัดครีบก้นและส่วนเกิน วัดชิ้นงานด้วยเครื่องวัดระยะแบบดิจิตอล (Digital Vernier caliper, Mitutoyo, Kanagawa, Japan) คัดแยกชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานออก ทำความสะอาดชิ้นงานด้วยน้ำยาล้างจาน (Sunlight®, Unilever, Thailand) และนำชิ้นงานแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อกำจัดมอนอเมอร์ที่ตกค้าง จากนั้นจึงฆ่าเชื้อด้วยก๊าซเอทิลีนออกไซด์

กลุ่มทดลองใช้อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน เตรียมชิ้นงานในรูปร่างลักษณะเดียวกันโดยนำนาโนซิลิกาจากเกลบมาผสมโดยใช้เครื่องชั่งแบบดิจิตอล (WENSAR Mab Dab Series Analytical Balance, DAB 220) แบ่งออกเป็นร้อยละ 0.25, 0.5, 1.0, และ 2.0 โดยน้ำหนักของผงพอลิเมอร์ จากนั้นนำมาผสมกับผงพอลิเมอร์ ทำการผสมมอนอเมอร์และพอลิเมอร์ที่ผสมนาโนเซลลูโลสจนถึงระยะโด นำเข้าแม่พิมพ์ในภาชนะแบบหล่อทองเหลือง ทำลักษณะเดียวกันกับกลุ่มควบคุม เมื่อได้ชิ้นงานนำมาขัดด้วยกระดาษทรายเพื่อกำจัดครีบก้นและส่วนเกินเตรียมชิ้นงานสำหรับการ

ทดลองจำนวนกลุ่มละ 5 ซ้ำงานจากการคำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยโปรแกรม G*Power โปรแกรมนี้สร้างขึ้นโดยสูตรของ Cohen(1977)

การเตรียมเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์

เชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์สายพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ คือ เชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์ (ATCC 10231, Manassas, USA) ซึ่งเลี้ยงในซาบอราท เดกซ์โทรส เอการ์ (Sabouraud Dextrose Agar; SDA) (HIMEDIA, USA) โดยการบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นโคลนจะเติบโตในซาบอราท เดกซ์โทรส บรอก (Sabouraud Dextrose Broth; SDB) และพักตัวที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง และปรับความเข้มข้นของเซลล์เป็น 0.5 มาตรฐานแมคฟาร์แลนด์ (0.5 McFarland) ด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ซาลีน (Phosphate buffered saline; PBS) pH 7.4 โดยทำการนับจำนวนเชื้อด้วยฮีโมไซโตมิเตอร์ (Hemocytometer, Hausser Scientific Horcham, USA)

การทดสอบการยึดเกาะของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์

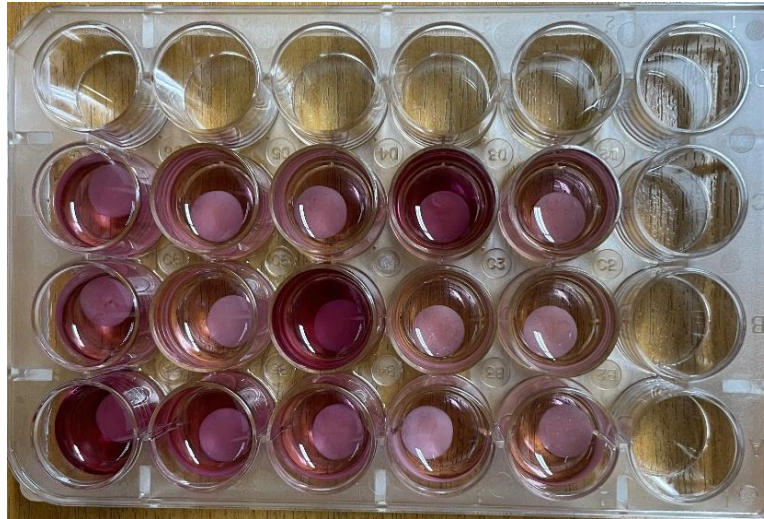
การยึดเกาะของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์ กับชิ้นงานเรซินอะคริลิกจะทดสอบด้วยวิธี Broth dilution method และ MTT assay โดยนำชิ้นงานทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแต่ละชิ้นวางไว้ใน 500 ไมโครลิตรของซาบอราท เดกซ์โทรส บรอก จากนั้นใส่เชื้อราแคนดิดา ที่ความเข้มข้น 0.5 มาตรฐานแมคฟาร์แลนด์ ปริมาตร 500 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อดูการยึดเกาะของเซลล์เชื้อราแนบกับพื้นผิวของชิ้นงาน หลังจากการบ่มตัว ชิ้นงานจะถูกล้างโดยจุ่มลงในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ซาลีน ที่ปราศจากเชื้อ เพื่อขจัดเซลล์ของเชื้อราแคนดิดาที่ยึดเกาะอย่างหลวมๆ 2 ครั้ง จากนั้นวางชิ้นงานไว้ในหลุมทดลองใหม่ที่มีซาบอราท เดกซ์โทรส บรอก ปริมาตร 600 ไมโครลิตร และ สาร MTT ปริมาตร 150 ไมโครลิตร เขย่าแล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง เพื่อหาผลึกฟออร์มาซานสีม่วงที่ติดบนชิ้นงาน นำชิ้นงานมาวางไว้ในหลุมทดลอง 24 หลุมใหม่ที่มี ปริมาตร 700 μ l ของ ไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (DMSO) เพื่อละลายผลึกจากนั้นนำเข้าเครื่องปั่น (Rocker-Shaker @, Biosan, Latvia) เป็นระยะเวลา 15 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาไมโครเพลท (Microplate Reader, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร

ผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของนาโนซิลิกาต่อการยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์บนวัสดุฐานพื้นเทียมเรซินอะคริลิก ได้แบ่งชิ้นงานเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมใช้อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน โดยไม่มีนาโนซิลิกาจากแกลบมาผสม กลุ่มทดลองใช้อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนผสมกับนาโนซิลิกาจากแกลบแบ่งออกเป็นร้อยละ 0.25, 0.5, 1.0, และ 2.0 โดยน้ำหนักของผงพอลิเมอร์

MTT assay เป็นวิธีตรวจสอบความเป็นพิษ ต่อเซลล์จากความสามารถ ในการทำงานของเอนไซม์ Dehydrogenase และ Cofactor ใน ไมโทคอนเดรีย ที่จะรีดิวซ์ สาร 3-[4, 5-Dimethylthiazol-2-yl]-2,5-Diphenyltetrazolium Bromide (MTT) ที่มีสีเหลืองให้กลายเป็นผลึกฟออร์มาซาน (Formazan) ที่มีสีม่วงได้ ดังนั้นจึงใช้ผลึกฟออร์มาซานแสดงถึงความมีชีวิตของเซลล์ ดังแสดงในรูปที่ 2 แสดงถึงเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่จะมีผลึกสีม่วงเกิดขึ้น

ภายในเซลล์ ซึ่งเมื่อนำมาละลายในตัวทำละลาย DMSO จะได้สารละลายสีม่วงน้ำเงินที่สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ด้วยเครื่องเครื่องอ่านปฏิกิริยาไมโครเพลท



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์ฟอร์มาซาน(Formazan) แสดงถึงความมีชีวิตของเซลล์

เมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องเครื่องอ่านปฏิกิริยาไมโครเพลท จะพบว่าเมื่อสิ้นสุดการศึกษาพบว่าเรซินอะคริลิกที่ผสมนาโนซิลิการ้อยละ 0.25 โดยน้ำหนักของผงพอลิเมอร์ มีค่าเฉลี่ยในการยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์ กับชิ้นงานเรซินอะคริลิกได้มากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 1 ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของนาโนซิลิกาต่อการยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์บนวัสดุฐานพื้นเทียมเรซินอะคริลิก เมื่อผสมนาโนซิลิการ้อยละ 0.25, 0.5, 1.0, และ 2.0 โดยน้ำหนักของผงพอลิเมอร์

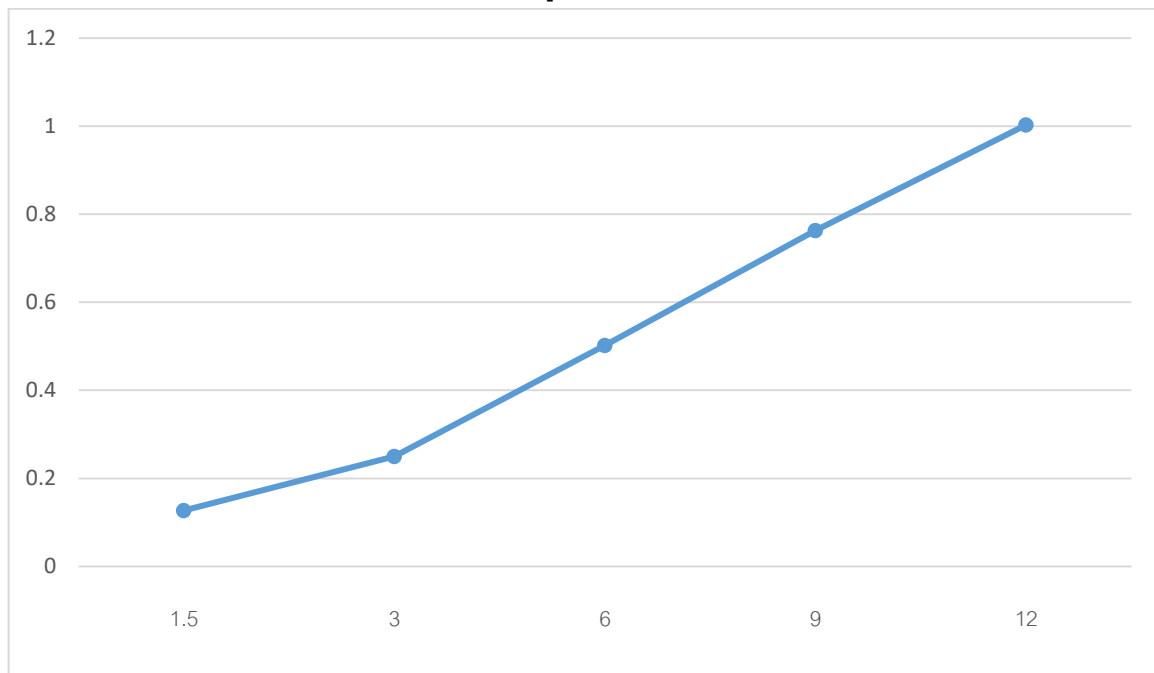
ปริมาณนาโนซิลิกา ร้อยละต่อน้ำหนัก ของผงพอลิเมอร์ (wt%)	ค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องเครื่องอ่านปฏิกิริยา ไมโครเพลท (ABS)					OD ₆₀₀ (Mean ± SD)
	1	2	3	4	5	
0.00	0.2667	0.1870	0.2145	0.3220	0.2644	0.2921±0.1100
0.25	0.2402	0.1730	0.3846	0.2819	0.2605	0.2339±0.0654
0.50	0.1506	0.2299	0.2899	0.2720	0.2943	0.3167±0.0678
1.00	0.3792	0.2401	0.3280	0.2853	0.2609	0.2884± 0.0194
2.00	0.4241	0.3394	0.3665	0.2809	0.2624	0.2685± 0.0145

การวิเคราะห์ทางสถิติของความสามารถยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์บนวัสดุฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ผสมกับอนุภาคนาโนซิลิกา ถูกวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ความแปรปรวนทางเดียว การวิเคราะห์ทำด้วยชุดสถิติสำหรับสังคมศาสตร์ (SPSS สำหรับ Windows®) สำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมด P-value ต่ำกว่า 0.05 ถือว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการวิจัย

ในขั้นตอนการทำชิ้นงานเรซินอะคริลิก พบว่ามีอนุภาคสีขาวของอนุภาคนาโนซิลิกาปนอยู่ ซึ่งการคงอยู่ของอนุภาคนาโนซิลิกาในเรซินอะคริลิกเกิดจากส่วนผงของอนุภาคนาโนซิลิกาเข้าไปผสมรวมกับส่วนผงพอลิเมอร์และส่วนมอนอเมอร์ โดยแทรกอยู่กับอนุภาคของเรซินอะคริลิก เมื่อนำนาโนซิลิกาที่ได้จากแกลบข้าวมาผสมกับฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนในสัดส่วนร้อยละต่อน้ำหนักที่แตกต่างกัน จะพบว่าปริมาณนาโนซิลิการ้อยละต่อน้ำหนักของผงพอลิเมอร์ที่ร้อยละ 0.25 จะสามารถยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์บนวัสดุฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกได้มากที่สุด

จากการวัดสารละลายของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์ที่ความเข้มข้นต่างๆ เพื่อสร้างกราฟความเข้มข้นมาตรฐาน ด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาไมโครเพลท ซึ่งอาศัยหลักการว่าปริมาณการดูดกลืนรังสีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารนั้น จึงได้กราฟความเข้มข้นมาตรฐานดังแสดงในรูปที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงความเข้มข้นมาตรฐานของสารละลายของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์ที่ความเข้มข้นต่างๆ

โดย แกน y คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร และแกน x คือ ความเข้มข้นมาตรฐานสารละลายของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ($\times 10^8$ CFU/mL)

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Sara T. et al., 2020 จะพบว่าปริมาณนาโนซิลิกาที่ร้อยละต่อน้ำหนักของผงพอลิเมอร์ที่จะสามารถยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์บนวัสดุฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกได้มากที่สุดคือ ร้อยละ 1.0 ต่อน้ำหนักของผงพอลิเมอร์ และพบว่าการนำนาโนซิลิกามาผสมกับเรซินอะคริลิกสามารถยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์บนวัสดุฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกได้เหมือนกัน บ่งชี้ว่าอนุภาคนาโนซิลิกาสามารถผสมรวมกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนและสามารถยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์บนวัสดุฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกได้

จากข้อจำกัดในการทดลองสามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้คือ ความสามารถยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์บนวัสดุฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ผสมกับอนุภาคนาโนซิลิกา สามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์บริเวณตำแหน่งที่มีพยาธิสภาพโดยตรงกับเนื้อเยื่อที่รองรับฐานฟันเทียม ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มักจะพบรอยโรคที่เกิดจากการติดเชื้อของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์ได้บ่อยที่สุด และการยึดติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์บนพื้นผิวของฟันเทียมในระยะเริ่มต้นเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดโรคปากอักเสบเหตุฟันเทียม ดังนั้นวัสดุฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนที่ผสมกับอนุภาคนาโนซิลิกาจึงมีส่วนทำให้สามารถยับยั้งสาเหตุของโรคปากอักเสบเหตุฟันเทียมได้ นอกจากนี้ความแตกต่างในส่วนความขรุขระของพื้นผิวของวัสดุฐานฟันเทียมในแต่ละชั้นงานทดลองส่งผลให้เกิดการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์ได้แตกต่างกัน

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยนำร่องเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของนาโนซิลิกาต่อการยับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์บนวัสดุฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกเพื่อใช้ในการลดการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์บนวัสดุฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิก ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดอาการปากอักเสบเหตุฟันเทียม ยังมีวัสดุฐานฟันเทียมอีกหลายชนิดที่ใช้ในงานทันตกรรม ดังนั้นควรมีการศึกษาวิจัยวัสดุฐานฟันเทียมชนิดอื่นๆต่อไป

สรุปผลการวิจัย

เรซินอะคริลิกที่ผสมด้วยอนุภาคนาโนซิลิกาที่ร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนักของผงพอลิเมอร์ มีค่ายับยั้งการเกาะติดของเชื้อราแคนดิดา อัลบิแคนส์ บนฐานฟันเทียมชนิดเรซินอะคริลิกมากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มการทดลองอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

- [1] He XY, Meurman JH, Kari K, Rautemaa R, Samaranayake LP. In vitro adhesion of Candida species to denture base materials. Mycoses 2006;49:80-4.
- [2] Jain D, Shakya P. An in vitro study on effect of Delmopinol application on Candida albicans adherence on heat cured denture base acrylic resin: a thorough study. Indian J Dent Res 2013;24:645.

- [3] Gad MM, Fouda SM, Al-Harbi FA, et al: PMMA denture base material enhancement: a review of fiber, filler, and nanofiller addition. *Int J Nanomedicine* 2017; 12: 3801-3812
- [4] Balos S, Pilic B, Markovic D, et al: Poly(methyl-methacrylate) nanocomposites with low silica addition. *J Prosthet Dent* 2014;111: 327-334
- [5] Da Silva L, Feitosa S, Valera M, et al: Effect of the addition of silanated silica on the mechanical properties of microwave heat-cured acrylic resin. *Gerodontology* 2012; 29:1019-1023
- [6] Williams D, Chamary N, Lewis M, et al: Microbial contamination of removable prosthodontic appliances from laboratories and impact of clinical storage. *Br Dent J* 2011; 211:163-166
- [7] Gad MM, Fouda SM: Current perspectives and the future of *Candida albicans*-associated denture stomatitis treatment. *Dent Med Probl* 2020; 57:95-102
- [8] Sodagar A, Bahador A, Khalil S, et al: The effect of TiO₂ and SiO₂ nanoparticles on flexural strength of poly (methyl methacrylate) acrylic resins. *J Prosthodont Res* 2013;57:15-19
- [9] Cevik P, Yildirim-Bicer A: The Effect of Silica and Prepolymer Nanoparticles on the Mechanical Properties of Denture Base Acrylic Resin. *J Prosthodont* 2016; 27:763-770
- [10] Abushowmi T, AlZaher Z, Almaskin D, et al: Comparative Effect of Glass Fiber and Nano-Filler Addition on Denture Repair Strength. *J Prosthodont* 2020; 29:261-268
- [11] Uzunoglu E, Yildirim Bicer AZ, Dolapci I, Dogan A. Biofilm-forming ability and adherence to poly-(methyl-methacrylate) acrylic resin materials of oral *Candida albicans* strains isolated from HIV positive subjects. *J Adv Prosthodont* 2014;6:30-4.
- [12] Hoshi N, Mori H, Taguchi H, Taniguchi M, Aoki H, Sawada T, et al. Management of oral candidiasis in denture wearers. *J Prosthodont Res* 2011;55:48-52.
- [13] Iseri U, Uludamar A, Ozkan YK. Effectiveness of different cleaning agents on the adherence of *Candida albicans* to acrylic denture base resin. *Gerodontology* 2011;28:271-6.
- [14] Pereira-Cenci T, Del Bel Cury AA, Crielaard W, Ten Cate JM. Development of *Candida*-associated denture stomatitis: new insights. *J Appl Oral Sci* 2008;16:86-94.
- [15] Kanathila H, Bhat AM, Krishna PD. The effectiveness of magnesium oxide combined with tissue conditioners in inhibiting the growth of *Candida albicans*: An in vitro study. *Indian J Dent Res* 2011;22:610.
- [16] Tari BF, Nalbant D, Dogruman AI F, Kustimur S. Surface roughness and adherence of *Candida albicans* on soft lining materials as influenced by accelerated aging. *J Contemp Dent Pract* 2007;8:18-25.
- [17] Peyton FA. History of resins in dentistry. *Dent Clin North Am* 1975;19:211-22.
- [18] Wittayakun, J., Khemthong, P., and Prayoonpokarach, S. (2008). Synthesis and characterization of zeolite NaY from rice husk silica. *Korean J. Chem. Eng.* 25:861-864.

- [19] Della, V. P., Kuhn, I., and Hotza, D. (2002). Rice husk ash as an alternate source for active silica production. *Mater. Lett.* 57: 818–821.
- [20] Sabry, A.H.; Ragaie, M. Nanobiotechnology applications in plant protection. In *Nanotechnology in the Life Sciences*; Abd-Elsalam, K.A., Prasad, R., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2018; pp. 1–24.
- [21] Siddiqui, M.H.; Al-Wahaibi, M.H. Role of nano-SiO₂ in germination of tomato (*Lycopersicon esculentum* seeds Mill.). *Saudi J. Biol. Sci.* 2014, 21, 13–17.
- [22] Alzayyat, Sara T., et al. "Antifungal Efficacy and Physical Properties of Poly (methylmethacrylate) Denture Base Material Reinforced with SiO₂ Nanoparticles." *Journal of Prosthodontics* (2020).
- [23] Gebremedhin S, Dorocka-Bobkowska B, Prylinski M, Konopka K, Duzgunes N. Miconazole activity against *Candida* biofilms developed on acrylic discs. *J Physiol Pharmacol.* 2014;65(4):593–600.
- [24] Minagi S, Miyake Y, Inagaki K, Tsuru H, Suginaka H. Hydrophobic interaction in *Candida albicans* and *Candida tropicalis* adherence to various denture base resin materials. *Infect Immun* 1985;47:11-14.
- [25] Akalin-Evren B, Kulak-Ozkan Y, Ozcan M, Kadir T. *Candida albicans* adhesion on reinforced polymethylmethacrylate denture resin: effect of fibre architecture and exposure to saliva. *Gerodontology* 2014;31:194-201.
- [26] Chandra J, Kuhn DM, Mukherjee PK, Hoyer LL, McCormick T, Ghannoum MA. Biofilm formation by the fungal pathogen *Candida albicans*: development, architecture, and drug resistance. *J Bacteriol* 2001;183:5385-94.
- [27] Bulad K, Taylor RL, Verran J, McCord JF. Colonization and penetration of denture soft lining materials by *Candida albicans*. *Dent Mater* 2004;20:167-75.
- [28] Koc AN, Silici S, Kasap F, Hormet-Oz HT, Mavus-Buldu H, Ercal BD. Antifungal activity of the honeybee products against *Candida* spp. and *Trichosporon* spp. *J Med Food* 2011;14:128-34.
- [29] Ellepola AN, Samaranayake LP. The effect of limited exposure to antifungal agents on the germ tube formation of oral *Candida albicans*. *J Oral Pathol Med* 1998;27:213-9.
- [30] AlBin-Ameer M, Alsrheed M, Aldukhi I, et al: Effect of Protective Coating on Surface Properties and *Candida albicans* Adhesion to Denture Base Materials. *J Prosthodont* 2019; 29: 80-86
- [31] Ahmad N, Jafri Z, Khan ZH: Evaluation of nanomaterials to prevent oral Candidiasis in PMMA based denture wearing patients. A systematic analysis. *J Oral Biol Craniofac Res*, 2020;10:189-193
- [32] Wang L, Hu C, Shao L: The antimicrobial activity of nanoparticles: present situation and prospects for the future. *Int J Nanomedicine* 2017;12:1227-1249
- [33] Rehman S, Asiri S, Khan F, et al: Biocompatible Tin Oxide Nanoparticles: Synthesis, Antibacterial, Anticandidal and Cytotoxic Activities. *Chemistryselect* 2019;4:4013-4017.

**RANC15-038 การขับเคลื่อนพลังความร่วมมือ จัดตั้งสถาบันการเรียนรู้ของคน
ทุกช่วงวัยจังหวัดระยอง ให้เป็นกลไกหลักในการพัฒนาระยองสู่เมืองแห่งการเรียนรู้
COLLABORATIVE STEERING, DEVELOPMENT OF RAYONG INCLUSIVE
LEARNING ACADEMY AS A SUPPORTIVE MECHANISM IN PROMOTING RAYONG
LEARNING CITY**

อภิษฎา ทองสอาด ยิงยง ปุณโณปถัมภ์ เอี่ยมพร ลอยประดิษฐ์ อาบอำไพ รัตนาภานุ ประภาภัทร นิยม
Apisada Thongsard*, Yingyong Punnopatham, Aeumporn Loipradit,
Abampai Ratnabhanu, Prapapat Niyom*

*สถาบันอาศรมศิลป์
Arsomsilp Institute of the Arts.*

**Corresponding author, E-mail: apisada.t@arsomsilp.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างพลังความร่วมมือระหว่างองค์การบริหารส่วนจังหวัดระยองและภาคีเครือข่ายทุกภาคส่วนในการจัดตั้งสถาบันการเรียนรู้ของคนทุกวัย จังหวัดระยอง ให้เป็นกลไกการขับเคลื่อนจังหวัดระยองสู่การเป็นเมืองแห่งการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตลอดชีวิตให้คนทุกช่วงวัยเท่าทันการเปลี่ยนแปลงของเมืองเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) โดยยังคงรักษาอัตลักษณ์ของระยองให้คงไว้ ด้วยการออกแบบห้องปฏิบัติการเมืองแห่งการเรียนรู้ (Learning City Lab: LCL) จากการวิจัยแบบบูรณาการข้ามศาสตร์ ระหว่าง 3 สาขาวิชาของสถาบันอาศรมศิลป์สู่การสร้างระบบนิเวศการเรียนรู้ใหม่จังหวัดระยองใน 3 องค์ประกอบ คือ 1) ด้านนวัตกรรมการจัดตั้งสถาบันให้เป็นองค์กรเพื่อสังคมที่ยั่งยืน โดยสาขาวิชาทางศิลปศาสตร์ ผู้ประกอบการสังคม 2) ด้านการพัฒนาเมืองแห่งการเรียนรู้ ด้วยการศึกษากำหนดแนวทางพัฒนาพื้นที่แหล่งเรียนรู้ โดยสาขาวิชาทางสถาปัตยกรรมศาสตร์ 3) ด้านการพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ ข้อมูลความรู้ในจังหวัดที่เชื่อมโยงกับยุทธศาสตร์การศึกษาจังหวัด Rayong-MARCO โดยสาขาวิชาทางศึกษาศาสตร์ ผลจากการดำเนินงาน เกิดการรวมพลังของเครือข่าย 65 หน่วยงาน/องค์กร/กลุ่ม ในการร่วมสนับสนุนการจัดตั้งสถาบันฯ เป็นองค์กรเพื่อสังคมที่มีการบริหารจัดการแบบมีส่วนร่วมระหว่างภาคนโยบายและภาคปฏิบัติการในพื้นที่ในชื่อว่า Rila's Move และร่วมพัฒนาชุดการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ให้ส่งเสริมคุณภาพคนระยองใน 3 หมวดการเรียนรู้ ได้แก่ การเรียนรู้ระดับเมือง อัตลักษณ์ระยอง และการเรียนรู้ยุคใหม่ ทั้งนี้การสร้างการมีส่วนร่วมให้ประสบผลสำเร็จจุดสำคัญคือการค้นหาตัวจริงในพื้นที่ให้พบเพื่อร่วมคิด ร่วมทำงานให้บรรลุวิสัยทัศน์ร่วม นำระยองก้าวสู่เมืองแห่งการเรียนรู้และจังหวัดจัดการศึกษาด้วยตนเองต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: เมืองแห่งการเรียนรู้ การวิจัยบูรณาการข้ามศาสตร์ การสร้างการมีส่วนร่วม

Abstract

This transdisciplinary research aims to steer collaborative development of RILA (Rayong Inclusive Learning Academy) among the provincial administration organization of Rayong and local partners to be a supportive mechanism in promoting Rayong Learning City. To enable lifelong learning for people of all ages and sustain authentic identity of Rayong as well as to develop new competency that meets the current situations and future challenges towards the EEC (Eastern Economic Corridor), the researchers, formulated from various expertise of Arsomsilp Institute of the Arts, develops LCL (Learning City Lab) to create 3 conditions for developing new learning ecosystem of Rayong: 1. Learning City Mechanism, an innovative organization and management (Steered by School of Social Entrepreneurship) 2. Learning System, a learning platform and content aligned with the educational strategy framework, Rayong-MACRO. (Steered by School of Education) 3. Learning City Infrastructure, a study of learning spaces and potential learning area. (Steered by School of Architect) The following emergent actions represent the results of the LCL: 1) The formulation of active networking from 65 key local stakeholders called RILA's Move. 2) The Rayong learning category, collaboratively developed by The RILA's Move; (1) Rayong city and its development (2) Precious Rayong authentic identity 3) New competency of current and future Rayong. Through the development of RILA, the LCL significantly steered a collaborative team of key actors as a Learning City Mechanism and gradatory develop Learning System and Learning City Infrastructure afterwards. In conclusion, RILA is a key supportive mechanism of developing a learning ecosystem in promoting Rayong Learning City to authorize the provincial policy and service of their own education system soon.

Keywords: Learning City, Transdisciplinary Research, Participatory Action Research

บทนำ

“เมื่อเผชิญความเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างก้าวกระโดด เมืองระยองต้องไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง”

การเติบโตทางเศรษฐกิจของเมืองระยองอย่างก้าวกระโดดนับตั้งแต่อดีต และในอนาคตที่จะเกิดขึ้นจากการก้าวเข้าสู่ EEC ทำให้เมืองระยองเกิดความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว คนระยองดั้งเดิมเริ่มไม่ตระหนักและเห็นความสำคัญของต้นทุนด้านทรัพยากรธรรมชาติ ภูมิปัญญา วัฒนธรรมของถิ่นฐานตนเอง ในขณะเดียวกันประชากรแฝงกว่าร้อยละ 70 ทั้งในระดับแรงงานและระดับผู้ประกอบการรายใหญ่ยังขาดความรู้หรือสำนึกร่วมในความเป็นพลเมืองที่จะมาร่วมเรียนรู้และร่วมพัฒนาเมืองระยองไปด้วยกัน จึงเป็นเพียงการมาอาศัยเพื่อประกอบอาชีพหารายได้เป็นหลัก ซึ่งปัญหาดังกล่าวการศึกษาในระบบที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันยังไม่สามารถสร้างโอกาสในการเรียนรู้แก่คนระยองทุกช่วงวัยให้ตอบโจทย์การพัฒนาคุณภาพชีวิตและสามารถเข้าถึงต้นทุนรวมทั้งคุณค่าของเมืองได้

ท่ามกลางสถานการณ์ปัญหาและความท้าทายดังกล่าวจังหวัดระยองจึงได้จัดทำแผนยุทธศาสตร์การศึกษาจังหวัดระยอง พ.ศ.2561-2564 ขึ้น [1-2] ซึ่งมีวิสัยทัศน์ คือ “การจัดการศึกษาสำหรับคนทุกช่วงวัยที่ตอบโจทย์บริบทระยอง เท่าเทียม ทัวถิ่น เท่าทัน สมดุล ร่วมสร้างระยองให้เป็นเมืองน่าอยู่ และเป็นต้นแบบในการ

ผลิต และพัฒนากำลังคน สู่การขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม” รวมทั้งมีพันธกิจที่สำคัญในการสร้างเครือข่ายพลังความร่วมมือในการจัดการศึกษาระหว่างสถานศึกษา ครอบครั้ว ท้องถิ่น ชุมชน สถานประกอบการ องค์กรภาครัฐ และเอกชนเพื่อส่งเสริมการจัดการศึกษาสำหรับคนระยงทุกช่วงวัยที่ต้อบใจหทัยบริบทยอง เท้าเทียม ทั่วถึง เท้าทัน และสมดุล ตามกรอบหลักสูตรจังหวัดระยง (Rayong-MARCO) อันประกอบด้วย ด้านการพัฒนากำลังคน (Manpower) ด้านประวัติศาสตร์ ภูมิปัญญาท้องถิ่น (Ancestor) ด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม (Resources) ด้านผังเมืองและการบริหารจัดการ (City Planning) และด้านอาชีพ (Occupation) [1-2] เพื่อให้เป็นจุดเริ่มต้นไปสู่การออกแบบหลักสูตรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะของคณระยงทุกช่วงวัยโดยในปี พ.ศ. 2563 องค์กรบริหารส่วนจังหวัดระยงได้ร่วมกับสถาบันอาศรมศิลป์จัดทำ “โครงการการวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อพัฒนาสถาบันการเรียนรู้ของคนทุกวัยให้เป็นกลไกสนับสนุนความเป็นเมืองแห่งการเรียนรู้จังหวัดระยงโดยความร่วมมือขององค์กรบริหารส่วนจังหวัดระยงและภาคีเครือข่าย” [3] ด้วยการวิจัยแบบบูรณาการข้ามศาสตร์ (Transdisciplinary)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการสร้างระบบนิเวศการเรียนรู้ใหม่ของคณระยง

เพื่อสร้างการมีส่วนร่วมกับภาคีเครือข่ายทุกภาคส่วนทั้งภาครัฐ ท้องถิ่น สถาบันการศึกษา ภาคประชาสังคม ภาคเอกชนให้เข้ามาสู่การมองเป้าหมายร่วม (Shared Vision) ในการพัฒนาคนให้เท้าทันการพัฒนาเมือง จากการร่วมวิเคราะห์โจทย์สถานการณ์ และความต้องการแก้ปัญหาของคนในพื้นที่ที่มีความแตกต่างหลากหลายในแต่ละบริบทของจังหวัดระยง รวมทั้งร่วมสร้างระบบนิเวศการเรียนรู้ (Learning Ecology) ในการพัฒนาคนทุกช่วงวัย จังหวัดระยงร่วมกันใน 3 องค์กรประกอบ คือ 1) ด้านนวัตกรรมการจัดตั้งสถาบันให้เป็นองค์กรเพื่อสังคมที่ยั่งยืน (Learning City Mechanism) การศึกษารูปแบบและวิธีการการบริหารองค์กรในรูปแบบองค์กรเพื่อสังคมที่ผสมการทำงานร่วมกันระหว่างภาคนโยบายและภาคปฏิบัติเพื่อพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน โดยสาขาวิชาทาง

ศิลปศาสตร์ ผู้ประกอบการสังคม 2) ด้านการพัฒนาเมืองแห่งการเรียนรู้ (Learning City Infrastructure) การศึกษา และกำหนดแนวทางพัฒนาพื้นที่และแหล่งเรียนรู้ให้ส่งเสริมการเป็นเมืองแห่งการเรียนรู้ของสาขาวิชาทาง สถาปัตยกรรมศาสตร์ 3) ด้านการพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning Systems) การศึกษารวมความรู้ ในแต่ละบริบทพื้นที่ของจังหวัดเชื่อมโยงกับยุทธศาสตร์การศึกษาจังหวัด Rayong-MARCO สู่การจัดทำหลักสูตร หรือชุดการเรียนรู้สำหรับคนระยองของสาขาวิชาทางศึกษาศาสตร์เพื่อให้ทั้ง 3 องค์ประกอบนี้เป็นกลไกสร้างการ เรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) ให้พลเมืองระยองทุกช่วงวัยเกิดความภาคภูมิใจและร่วมสืบสานพัฒนา คุณค่าของเมืองระยองไปพร้อมกัน ซึ่งจะเป็นการสร้างรากฐานที่เข้มแข็งของเมืองแห่งการเรียนรู้ที่เกิดจากคน ระยองเพื่อคนระยองอย่างแท้จริง ดังแสดงในภาพที่ 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อจัดตั้งสถาบันการเรียนรู้ของคนระยองทุกช่วงวัย ด้วยรูปแบบองค์กรเพื่อสังคมให้เป็นกลไกการบริหารจัดการและส่งเสริมให้คนระยองทุกช่วงวัยเข้าถึงการเรียนรู้แบบครบวงจรอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยยึดแนวทางหลักในการดำเนินงาน ด้านปัจจัยพื้นฐานของการเป็นเมืองแห่ง การเรียนรู้ตามนิยามขององค์การยูเนสโก [4] กล่าวคือการเชื่อมโยงเจตจำนงทางการเมืองที่เข้มแข็งของภาครัฐ ท้องถิ่นเข้ากับการสร้างระบบในการกำกับดูแลและสร้างการมีส่วนร่วมให้ครอบคลุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกกลุ่ม (Involvement) ในการเข้ามามีส่วนร่วมคิด ร่วมทำร่วมรับรู้ความเป็นไปและร่วมระดมทรัพยากรเพื่อการพัฒนาเมือง แห่งการเรียนรู้ร่วมกัน ด้วยการออกแบบห้องปฏิบัติการเมืองแห่งการเรียนรู้ (Learning City Lab: LCL) แบบผสมผสานออฟไลน์และออนไลน์ (Hybrid Participation , Onsite-Online) เพื่อให้สอดคล้องกับช่วงสถานการณ์ การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่ไม่สามารถสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมแบบพบหน้าในสถานที่ จริงได้อย่างต่อเนื่อง โดยนำวิธีการสร้างห้องปฏิบัติการทางสังคม (Social Lab) ในการแสวงหาทางออกสำหรับ ปัญหาและความท้าทายที่มีความซับซ้อนของสังคมผสมผสานกระบวนการ Transformative Scenario Planning [5-6] และวิธีการคิดเชิงออกแบบเพื่อนำบุคคลจากทุกภาคส่วนที่มีเจตจำนงและจุดมุ่งหมายในการขับเคลื่อน และพัฒนาจังหวัดระยองให้เติบโตไปอย่างสมดุล ซึ่งมีอยู่อย่างหลากหลายในแต่ละพื้นที่เพียงแต่ไม่เคยได้รู้จักกัน มาก่อนให้เข้ามารู้จักกัน และร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการมองเห็นเป้าหมายร่วม (Shared Vision) จนเกิดความไว หนี้อเชื่อใจและสานต่อพลังความร่วมมือจากความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ในการร่วมหาวิธีการปรับการ ทำงานแบบแยกส่วนสู่การเชื่อมโยงข้อมูลและทรัพยากรในการขับเคลื่อนการพัฒนาเมืองให้มีประสิทธิภาพพร้อมกัน ด้วยการดำเนินงานวิจัย 5 กระบวนการ ประกอบด้วย

กระบวนการที่ 1 การทำความเข้าใจ “เมือง” ที่เริ่มต้นด้วยการทำความเข้าใจคน (People & City Empathize) การดำเนินงานของกระบวนการนี้มีเป้าหมายเพื่อทำความเข้าใจและประสานใจของผู้วิจัยกับภาคี เครือข่ายไปพร้อมกับการสำรวจศักยภาพของพื้นที่แหล่งเรียนรู้ต่างๆของเมือง สำหรับเป็นต้นทุนให้คณะผู้วิจัยรู้จัก และเข้าถึงความสำคัญของพื้นที่ต่าง ๆ ของเมืองระยองร่วมกับการศึกษาข้อมูลท้องถิ่น (Local Study) อย่างละเอียดเพื่อนำมาเป็นฐานในการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่สู่การพัฒนาเป็นแหล่งเรียนรู้ของเมืองร่วมกับ ภาคีเครือข่ายต่อไป ซึ่งกระบวนการนี้มีความสำคัญมากต่อการขับเคลื่อนงานทั้งระบบ (Convene a Team from

Across the Whole System) ที่จะทำให้เกิดการต่อใจ (Empathy) ต่องานและต่ออนาคตของเมืองร่วมกัน โดยเริ่มต้นกระบวนการด้วยการแสวงหาบุคคลจากทุกภาคส่วนที่มีจุดมุ่งหมายและดำเนินงานในการขับเคลื่อนพัฒนาจังหวัดระยองด้วยแนวคิดเติบโตอย่างสมดุล ระหว่างการพัฒนาเมืองให้เท่าทันเทคโนโลยีความเจริญแห่งยุคสมัยกับการรักษารากฐานทรัพยากรและอัตลักษณ์ของเมืองให้คงอยู่ร่วมกันอย่างสมสมัย รวมทั้งเห็นความสำคัญของการพัฒนาคุณภาพชีวิตคนระยองให้เกิดความเท่าเทียมและยั่งยืน โดยบุคคลนั้นจะต้องมีคุณสมบัติใน 3 ประการตามหลักการของคาเซน ในการคัดเลือกบุคคลเข้าร่วมขับเคลื่อนสร้างการเปลี่ยนแปลงของเมือง [6] คือการเป็นบุคคลที่เป็นตัวแทนที่แท้จริงได้รับความศรัทธาและความเชื่อถือ (Influential) จากคนระยองที่มีจำนวนตัวแทนครอบคลุมและครบทุกมิติของการเป็นเมือง 3 ขาของจังหวัด (เกษตรกรรม ท่องเที่ยว และอุตสาหกรรม) การเป็นบุคคลที่มีความรู้สึกซึ้ง (Insightful) เกี่ยวกับบริบทของระยองเป็นที่ยอมรับของผู้คนทั้งในระดับนโยบายและระดับการปฏิบัติการในพื้นที่ชุมชน ประการสุดท้าย คือการเป็นบุคคลที่ให้ความสนใจและเต็มใจร่วมทาง (Interested) ในการพัฒนาจังหวัดระยอง ด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อทำความรู้จักบุคคลทุกคนที่คณะวิจัยจะเชิญเข้าร่วมเป็นภาคีเครือข่ายขับเคลื่อนการจัดตั้งสถาบันฯ ผ่านชุดคำถามเกี่ยวกับ “ความมุ่งหมายและสิ่งที่ดำเนินการอยู่ เพื่อให้แต่ละบุคคลที่ได้รับการสัมภาษณ์นั้นได้ย้อนกลับมาทบทวนคุณค่าของตนเอง เชื่อมโยงไปสู่การประเมินสถานการณ์สิ่งที่เมืองควรพัฒนา และสิ่งที่คนระยองควรเรียนรู้เพื่อให้เท่าทันการพัฒนาเมืองรวมทั้งแสดงทัศนะต่อบทบาทในการจัดตั้งสถาบันฯ ซึ่งการสัมภาษณ์นั้นนอกจากจะเป็นการสร้างความรู้จักและความคุ้นเคยระหว่างนักวิจัยและภาคีเครือข่ายแล้ว ข้อมูลที่ได้ยังฉายให้เห็นภาพสถานการณ์ต้นทุนของเมืองระยอง ทั้งในอดีต ปัจจุบัน ที่มากกว่าการศึกษาจากเพียงเอกสารรวมทั้งความคาดหวังต่อเมืองในอนาคตผ่านมุมมองและทัศนคติของ “คน” ที่หลากหลาย หลังจากนั้นคณะวิจัยได้นำแนวคิดหลักและอัตลักษณ์ของแต่ละบุคคลมาถ่ายทอดผ่านการจัดทำสื่อโปสเตอร์คำสัมภาษณ์ จัดแสดงเป็นนิทรรศการเพื่อสร้างความรู้จัก การมองเห็นแง่มุมความคิดที่หลากหลายของแต่ละคนเพื่อสร้างความเชื่อมโยง (Interconnected) ความสัมพันธ์ที่จะนำมาสู่การเปิดใจยอมรับความคิด และการรับรู้คุณค่าระหว่างกันและกันก่อนที่จะเข้ามาสู่วงสนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อขับเคลื่อนเมืองร่วมกัน

กระบวนการที่ 2 การใช้ปรากฏการณ์ “การพัฒนาคนและการพัฒนาเมือง” (City Development as Collective Learning Process) ของจังหวัดระยอง เป็นฐานในการสร้างกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการนี้มีเป้าหมายในการร่วมหาทางออกของปัญหาและเริ่มสร้างภาพอนาคตใหม่ของการขับเคลื่อนจังหวัดระยองสู่การเป็นเมืองแห่งการเรียนรู้ร่วมกัน หรือที่คาเซนเรียกขั้นตอนนี้ว่าการสังเกตสถานการณ์ปัจจุบันร่วมกัน (Observe What Is Happening) [6] เพื่อให้เกิดการสร้างกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันของ “คน” ร่วมพัฒนาเมือง จากการร่วมแสดงความคิดเห็นของแต่ละคนที่มีความสอดคล้องกับโจทย์ความต้องการและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงตรงหน้า โดยคณะวิจัยจัดแบ่งกลุ่มบุคคลเพื่อเข้าร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเชิงลึกใน 3 องค์ประกอบของการสร้างระบบนิเวศการเรียนรู้ใหม่จังหวัดระยอง โดยพิจารณาจากความสนใจประเด็นผ่านการสัมภาษณ์และสอบถามความสมัครใจของสมาชิกภาคีเครือข่ายทุกคน ประกอบด้วย **กลุ่มองค์กรเพื่อสังคมยั่งยืน** มีภารกิจในการร่วมกำหนดวิสัยทัศน์องค์กรและรูปแบบการบริหารจัดการเพื่อให้เกิดนวัตกรรมองค์กรที่เป็นกลไกขับเคลื่อนการเรียนรู้สำหรับคนทุกช่วงวัยของจังหวัด **กลุ่มพัฒนาเมืองแห่งอนาคต** มีภารกิจในการร่วมกันมองโจทย์ปัญหาสถานการณ์ของเมืองเพื่อร่วมวางแผนแม่บทการสร้างการเรียนรู้ระดับเมือง และ **กลุ่มการเรียนรู้ของคนระยองยุคใหม่** มีภารกิจในการเชื่อมโยงกลุ่มบุคคลและองค์กรในการจัดการเรียนรู้ ทั้งการศึกษาในระบบ (ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

อาชีวศึกษา) กลุ่มผู้จัดการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยในพื้นที่ต่าง ๆ ของจังหวัด ตัวแทนกลุ่มพ่อแม่พันธุ์ใหม่จังหวัดระยอง และหน่วยงานองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชนที่สนับสนุนการจัดการศึกษาในพื้นที่ในหลากหลายรูปแบบให้เข้ามาร่วมวงสนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน โดยคณะผู้วิจัยจะทำหน้าที่ผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ผู้ร่วมเรียนรู้ (Active Partner) และผู้ร่วมสร้างบรรยากาศให้ภาคีเครือข่ายต่าง ๆ ได้เริ่มต้นรู้จักเข้าถึงและเข้าใจในตัวตนของกันและกัน ด้วยการฟังอย่างลึกซึ้ง (Deep listening) และการบริหารจัดการความสัมพันธ์ทำให้ทุกคนเข้าถึงทุกข์สุขของกันและกันได้อย่างจริงจัง (Empathize) ซึ่งจะทำให้เกิดความเป็นมิตรที่มีความไว้วางใจ (Trust) และเข้าถึงคุณค่าแท้ของกันและกัน จนเกิดการยอมรับในความเป็นตัวตนของแต่ละบุคคล (Co-Initiating) การยอมรับฟัง (Co-sensing) และช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกันด้วยความไว้วางใจ (Co-presenting) จากการมองเห็นวิสัยทัศน์ร่วม (Shared Vision) ทั้งจากการสนทนาในกลุ่มย่อยใน 3 องค์กรประกอบ และการนำข้อมูลจากการสนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในวงใหญ่ เพื่อนำไปสู่การร่วมกันก่อร่างออกแบบสร้างสรรค์การเปลี่ยนแปลง (Co-Creating) คุณภาพเมืองร่วมกันในระยะยาวต่อไป

กระบวนการที่ 3 การสร้างวิถีวัฒนธรรมการเรียนรู้ร่วมกัน (Creating Learning Culture) เป้าหมายของกระบวนการนี้ คือการร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการต่อยอดความคิดในการทำงานร่วมกัน คาเฮนได้ระบุเรียกกระบวนการขั้นนี้ว่า การวาดภาพอนาคตที่มีความเป็นไปได้หลายๆ ทางร่วมกัน (Construct Stories About What Could Happen) [6] โดยคณะผู้วิจัยที่ทำหน้าที่ดูแลในแต่ละกลุ่มย่อยจะดำเนินการจัดวงสนทนาติดตามการต่อยอดแนวความคิดการขับเคลื่อนงานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทำให้คณะผู้วิจัยสามารถนำข้อคิดเห็นในแต่ละครั้งมาวิเคราะห์และศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำกลับไปสู่การคิดต่อยอดการดำเนินงานของกลุ่มเครือข่ายในแต่ละกลุ่มย่อยต่อไป

กระบวนการที่ 4 สร้างความตระหนักรู้ในคุณค่าของเมือง (Raise awareness of the value of the City) กระบวนการนี้เป็นการขยายมุมมองความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเชื่อมโยงไปสู่ภาพใหญ่ของพื้นที่ชุมชน เมือง และภาพรวมของจังหวัด จนเกิดความเข้าใจ ความสัมพันธ์ของชีวิตและทุกสรรพสิ่งในทุกมิติของความเป็นเมือง (Holistic Learning) เพื่อให้เกิดความตระหนักในผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ต่าง ๆ และร่วมหาทางออกจากปัญหาร่วมกันโดยการจัดการเรียนรู้ร่วมของภาคีเครือข่ายในรูปแบบการเรียนรู้ผ่านปรากฏการณ์ของพื้นที่ (Phenomenal Based Learning) โดยคณะผู้วิจัยทุกกลุ่มย่อย จะนำข้อมูลจากการศึกษาท้องถิ่น (Local Study) และการสัมภาษณ์เชิงลึกมาวิเคราะห์ประมวลจัดทำสื่อทั้งในรูปแบบคลิปวิดีโอ สไลด์การนำเสนอ เพื่อสื่อสารย้อนกลับให้วงสนทนาของกลุ่มภาคีเครือข่ายสามารถเข้าใจประเด็นได้ง่ายและนำไปสู่การกระตุ้นความคิดและจิตสำนึกในการร่วมขบคิดวิเคราะห์หาทางออกร่วมกัน โดยดำเนินการในพื้นที่ตำบลต้นแบบของการพัฒนาเมือง (ตำบลเนินพระและตำบลปากน้ำประแส) โดยมีหลักการสำคัญในการจัดทำสื่อเพื่อสร้างการเรียนรู้ร่วมกันประกอบด้วย 1) การประมวลข้อมูลพื้นฐาน ความสำคัญของเมือง วิถีชีวิต วัฒนธรรม กลุ่มคน และมูลค่าทางเศรษฐกิจอย่างครบถ้วน รอบด้าน 2) การวิเคราะห์สภาพปัญหาและผลกระทบอย่างเป็นระบบ สะท้อนให้เห็นความต้องการจริงของพื้นที่ และส่วนที่ต้องเติมเต็มความรู้หรือส่วนที่ขาดร่วมกัน 3) การนำกลุ่มบุคคลจากหลากหลายมุมมองทั้งผู้รู้และผู้ไม่รู้มาร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเพื่อหาทางออกร่วมกัน

กระบวนการที่ 5 การลงมือปฏิบัติเพื่อเปลี่ยนแปลงทั้งระบบ (Act to Transform the System) [5] การประมวลสังเคราะห์ความคิดเห็นจากเวทีการเรียนรู้ใน 3 องค์กรประกอบกลุ่มองค์กรเพื่อสังคมที่ยั่งยืน กลุ่มการพัฒนาเมืองแห่งอนาคต กลุ่มการเรียนรู้ของนครระยองยุคใหม่ สู่การวางโครงสร้างกลไกการดำเนินงานทั้งในระดับนโยบายและระดับปฏิบัติการเชิงพื้นที่ เพื่อร่วมกันก่อร่างออกแบบสร้างสรรค์การเปลี่ยนแปลง (Co-Creating)

จากเป้าหมายร่วมให้เป็นจริง โดยการนำแนวคิดการดำเนินงานของทั้ง 3 องค์กรประกอบในการประชุมกลุ่มย่อย
สู่การหลอมรวมเป็นภาพเดียวกัน คือ การวางโครงสร้างองค์กร ทิศทางการดำเนินการจัดระบบการเรียนรู้ และการ
วางแผนในการพัฒนาเมือง

ผลการวิจัย

การขับเคลื่อนพลังความร่วมมือของกลุ่มภาคีเครือข่ายภาคส่วนต่าง ๆ เพื่อจัดตั้งสถาบันการเรียนรู้
ของคนทุกช่วงวัย (Rayong Inclusive Learning Academy:RILA) ได้เกิดผลลัพธ์เชิงรูปธรรมผ่านห้องปฏิบัติการ
เมืองแห่งการเรียนรู้ (Learning City Lab: LCL) ในรูปแบบ Hybrid Participation (Online-Onsite) เพื่อสร้าง
เจตจำนงและยุทธศาสตร์ (Collective Strategic Intention) การพัฒนาศักยภาพคนระยองในให้ทันการพัฒนาเมือง
ร่วมกันโดยมีภาคีเครือข่ายเข้าร่วมปฏิบัติการรวมทั้งสิ้น จำนวน 65 หน่วยงาน/องค์กร/กลุ่ม ประกอบด้วย ภาครัฐ
จำนวน 11 กลุ่ม ภาคประชาสังคม จำนวน 12 กลุ่ม ภาคประชาชน จำนวน 18 กลุ่ม ภาคธุรกิจ จำนวน 16 กลุ่ม
และภาควิชาการ จำนวน 8 กลุ่ม โดยสามารถแบ่งบทบาทการเข้าร่วมสนับสนุนการจัดตั้งองค์กรในระดับนโยบาย
ด้วยการเป็นคณะกรรมการบริหารและสร้างความร่วมมือในการขับเคลื่อนภารกิจขององค์กรร่วมกัน จำนวน 20
หน่วยงาน/องค์กร/กลุ่ม รวมทั้งเข้าร่วมสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ในพื้นที่ จำนวน 45 หน่วยงาน/องค์กร/กลุ่ม
โดยมีชื่อเรียกเฉพาะกลุ่มขับเคลื่อนเชิงปฏิบัติการในพื้นที่ว่า “Rila’s Move Team” ดังมีผลจากการดำเนินงาน
ร่วมกันใน 3 องค์กรประกอบของกลุ่มเรียนรู้ [3, 7] คือ

กลุ่มการพัฒนาเมืองแห่งอนาคต (Learning City Infrastructure) ภาคีเครือข่ายได้ร่วมกันยกร่างแผน
แม่บทการสร้างการเรียนรู้ระดับเมือง (Learning City Infrastructure) เพื่อตอบเป้าหมายการสร้างการเรียนรู้ให้คน
ระยองเข้าใจและมีส่วนร่วมในการกำหนดอนาคตการพัฒนาเมืองระยองด้วยการดำเนินงาน 4 ด้านสำคัญ คือ การ
สร้างพื้นที่กลางในการเรียนรู้และมีส่วนร่วมเพื่อการพัฒนาเมืองระหว่างฝ่ายนโยบายและท้องถิ่นเพื่อรวบรวม
จัดระบบฐานข้อมูลเพื่อการพัฒนาเมือง การเชื่อมโยงเป้าหมายการพัฒนาเมืองของแต่ละท้องถิ่นสู่ภาพรวมการ
พัฒนาเมืองของจังหวัดระยองการจัดทำหลักสูตรในหมวดการเรียนรู้ระดับเมืองเพื่อพัฒนาเมืองระยอง รวมถึง
การสนับสนุนให้เกิดกลไกการมีส่วนร่วมในการกำกับและขับเคลื่อนทิศทางการพัฒนาเมืองอย่างต่อเนื่อง
โดยมีแนวทางการดำเนินงานทดลองสร้างการเรียนรู้ร่วมกับเทศบาลในพื้นที่นำร่องเพื่อพัฒนาโมเดลการเรียนรู้ให้
ชัดเจนเพื่อนำไปขยายผลกับพื้นที่อื่น ๆ สู่ภาพรวมของจังหวัดต่อไปซึ่งปัจจุบันภาคีเครือข่ายในพื้นที่ได้ร่วมกัน
ยกระดับสร้างการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับบริบทของพื้นที่ ผ่านโมเดลตำบลจัดการศึกษาด้วยตนเองที่กำลัง
ดำเนินการใน 4 พื้นที่ คือ ตำบลกะเจ็ด ตำบลปากน้ำประแส ตำบลเนินพระ และตำบลบ้านเพ

กลุ่มการเรียนรู้ของคนระยองยุคใหม่ การสร้างระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning Systems) ที่จะ
เตรียมความพร้อมให้คนระยองก้าวเข้าสู่อนาคตควบคู่ไปกับการสืบสานอัตลักษณ์ของความเป็นระยอง โดยมี
สถาบันการเรียนรู้ของคนทุกช่วงวัย จังหวัดระยอง (RILA) เป็นพื้นที่กลางในการเชื่อมโยงความร่วมมือ แลกเปลี่ยน
เรียนรู้ และกำกับติดตามสนับสนุนภาคีเครือข่ายให้เกิดความร่วมมือจัดทำชุดการเรียนรู้ (Module) ที่เปิดกว้าง
หลากหลายและมีความสอดคล้องกับโจทย์ความต้องการของบริบทระยอง จนเกิดข้อตกลงร่วมจัดหมวดการเรียนรู้
หลักที่สำคัญสำหรับคนระยองออกเป็น 3 หมวดการเรียนรู้ คือ 1) หมวดการเรียนรู้ระดับเมือง 2) หมวดการ
เรียนรู้อัตลักษณ์ระยอง 3) หมวดการเรียนรู้ใหม่ โดยมีสถาบันการเรียนรู้ของคนทุกช่วงวัย จังหวัดระยอง (RILA)
ทำหน้าที่เป็นกลไกสนับสนุนการจัดระบบโครงสร้างการเรียนรู้ในแต่ละหมวดให้มีประสิทธิภาพด้วยหลักการ 7 ข้อ

คือ มีคณะทำงาน มีโครงสร้างหลักสูตรที่ชัดเจน สร้างการมีส่วนร่วมและการเรียนรู้สู่ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดประโยชน์กับชุมชน มีระบบประเมินผลการเรียนรู้ มีแผนงบประมาณ มีแผนประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างการเข้าถึงการเรียนรู้ทั้งด้านผู้ให้บริการการเรียนรู้และด้านผู้เรียน รวมทั้งรวบรวมจัดระบบชุดการเรียนรู้ต่าง ๆ เข้าสู่แพลตฟอร์มการเรียนรู้เพื่อให้ประชาชนทุกกลุ่มคนและคนทุกช่วงวัยสามารถเข้าถึงได้ในรูปแบบการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงผสมผสาน (Blended Learning) ทั้งการเรียนรู้ออนไลน์และในสถานที่จริงให้เกิดประสิทธิภาพ ดังมีตัวอย่างหมวดการเรียนรู้ที่สำคัญสำหรับคนระยองใน 3 หมวดการเรียนรู้รวมทั้งหมด 58 ชุด ซึ่งจะนำมาเริ่มต้นพัฒนาเป็นต้นแบบจำนวน 10 ชุดการเรียนรู้ ดังมีรายละเอียด ดังนี้

หมวดการเรียนรู้ระดับเมือง รวมจำนวน 2 ชุด ได้แก่ การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาในกระบวนการพัฒนาเมืองระดับท้องถิ่นร่วมกับเทศบาล ได้แก่ หลักสูตรเนินพระเพื่อพัฒนาพื้นที่นาร่องเทศบาล ต.เนินพระ การอยู่ร่วมกันของชุมชนกับแนวคิดอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ และหลักสูตรชุมชนประแสยั่งยืนเพื่อพัฒนาพื้นที่นาร่องเทศบาล ต.ปากน้ำประแส การปรับตัวของวิถีชุมชนประมงสู่การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมและเชิงนิเวศ

หมวดอัตลักษณ์ระยอง รวมจำนวน 25 ชุด เช่น การประมงวิถีระยอง การทำสวน ป่า นา เล หนึ่งใหญ่วัดบ้านดอน การฟื้นฟูสายผ้าตาสมุกสู่สายผ้าประจำจังหวัด วิถีชุมชนพหุวัฒนธรรมตำบลคนกะเจต การอนุรักษ์แม่น้ำระยองและป่าชายเลน การรักษาทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ชุ่มน้ำสวนพฤกษศาสตร์จังหวัดระยอง บ้านจำรุง หมู่บ้านพอเพียง เป็นต้น

หมวดการเรียนรู้ใหม่ รวมจำนวน 31 ชุด เช่น การพัฒนา Soft Skill ในศตวรรษที่ 21 โดยกลุ่ม Dot to Dot ของบริษัท พัฒนาเมืองจังหวัดระยอง หลักสูตรเรียนรู้ผ่านการเล่นโดยกลุ่ม Inner Play และกลุ่มพ่อแม่ระยอง พันธุ์ใหม่ หลักสูตรผู้สร้างโรงเรียนแห่งอนาคตโดยสถาบันพัฒนาครูจังหวัดระยอง หลักสูตรการฝังเข็มทุเรียนเพื่อแก้ปัญหาการยืนต้นตายโดยบริษัท ไออาร์พีซี จำกัดหลักสูตร Yong Food โดยกลุ่มรักเขาชะเมา หลักสูตรการเรียนรู้เทคโนโลยีโดยวิทยาลัยเทคโนโลยีไออาร์พีซี เป็นต้น

กลุ่มองค์กรเพื่อสังคมที่ยั่งยืน (Learning City Mechanism) การระดมแนวคิดของภาคีเครือข่ายเพื่อสร้างนวัตกรรมองค์กรที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ของคนทุกช่วงวัย ที่มีโครงสร้างและระบบการดำเนินงานที่สามารถเชื่อมโยงการมีส่วนร่วมในการสนับสนุนการดำเนินงานร่วมกันระหว่างภาครัฐและเอกชน เพื่อให้เกิดการทำงานที่เป็นอิสระมีความคล่องตัวในการบริหารจัดการโดยมีตัวแทนหน่วยงานองค์กรจากภาคีเครือข่ายเข้าร่วมเป็นคณะกรรมการสถาบันฯ ที่ส่งเสริมการดำเนินงาน องค์กรประกอบของการพัฒนาเมืองและการสร้างการเรียนรู้คนระยองใน 3 หมวดการเรียนรู้ [7] เช่น ดร.อภิชาติ ทองอยู่ ประธานคณะทำงานด้านการพัฒนาที่ปรึกษาทรัพยากรมนุษย์และการศึกษาคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC-HDC) นายพิพร สมะลาภา ประธานหอการค้าจังหวัดระยองนายทิม บุญรอด ประธานสภาวัฒนธรรมจังหวัดระยองนายรัฐพล อุกฉัตรพร ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการใหญ่ บริษัท ไอ อาร์ พี ซี จำกัด เป็นต้น

ทั้งนี้สถาบันการเรียนรู้ของคนทุกช่วงวัย (Rayong Inclusive Learning Academy: RILA) ได้รับการประกาศจัดตั้งสถาบันอย่างเป็นทางการเป็นรูปธรรม โดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดระยอง เมื่อวันที่ 13 กันยายน 2564 นอกจากนั้นในวันที่ 27 พฤศจิกายน 2564 นายชาญนะ เอี่ยมแสง ผู้ว่าราชการจังหวัดระยอง นายปิยะ ปิตุเตชะ นายกองค์การบริหารส่วนจังหวัดระยอง สิบโทไชยยันต์ เกิดเหมาะ ศึกษาธิการจังหวัดระยอง และนายสาธิต ปิตุเตชะ สมาชิกสภาผู้แทนราษฎรจังหวัดระยองและรัฐมนตรีช่วยกระทรวงสาธารณสุข ได้ร่วมกันประกาศยุทธศาสตร์การขับเคลื่อนการศึกษาสู่ระยองเมืองน่าอยู่ และการจัดตั้งให้สถาบันการเรียนรู้ของคนทุกช่วงวัย (RILA) [7] ให้เป็นกลไกการขับเคลื่อนการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของคนระยองเพื่อก้าวไปสู่การเป็น “จังหวัด

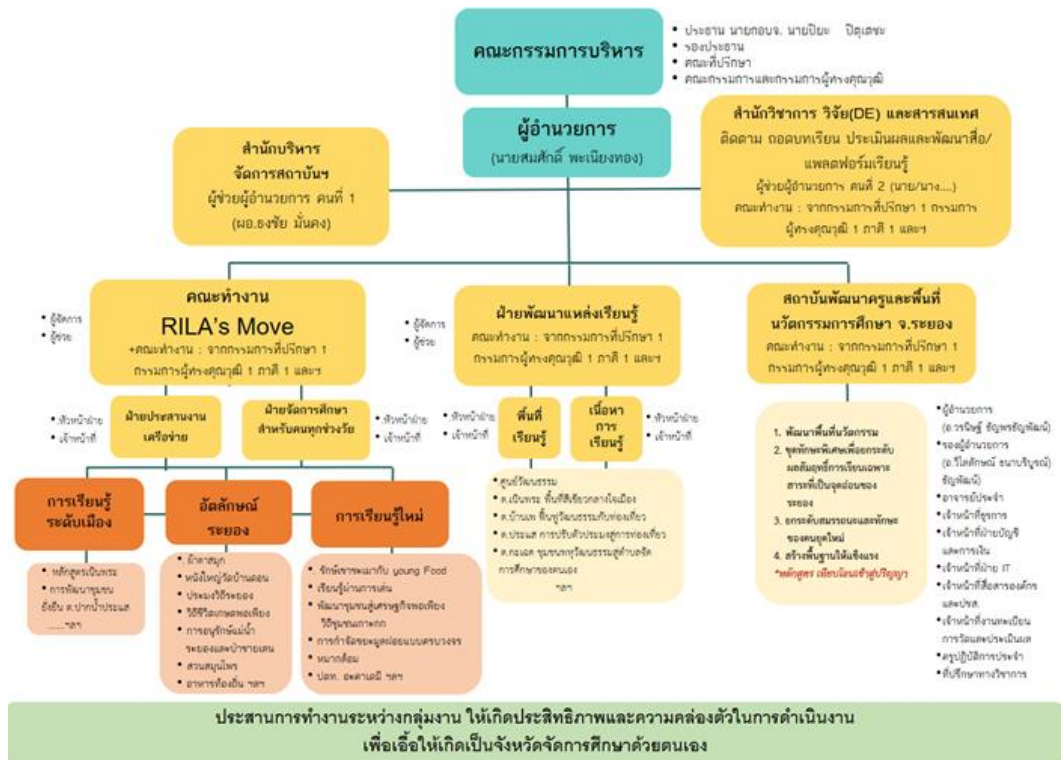
จัดการศึกษาด้วยตนเอง” บนฐานองค์ความรู้ที่เข้มแข็งของท้องถิ่น ซึ่งเกิดจากการสานพลังสร้างการมีส่วนร่วมของภาคีเครือข่ายต่าง ๆ ที่เห็นความสำคัญของการร่วมเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมืองร่วมกันอย่างแท้จริงดังแสดงในภาพที่ 2 โดยสถาบันฯ ได้หลอมรวมแนวคิดจากการดำเนินงานใน 3 องค์ประกอบของการพัฒนาเมืองสู่การกำหนดวัตถุประสงค์การดำเนินงานของสถาบันฯ 5 ข้อ คือ [7] 1) จัดตั้งกลไกบริหารจัดการระบบการเรียนรู้ของคนทุกช่วงวัย 2) จัดทำแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ให้คนทุกช่วงวัยสามารถเข้าถึงได้ 3) จัดให้มีการเรียนรู้ระดับเมืองอัตลักษณ์ระยอง และการเรียนรู้ยุคใหม่ 4) จัดตั้งกลไกเชิงพื้นที่จากความร่วมมือของทุกภาคส่วน 5) ศึกษาค้นคว้าวิจัยเพื่อหาแนวทางและรูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับคนทุกช่วงวัยในจังหวัดระยอง



ภาพที่ 2 เวทีประกาศยุทธศาสตร์ การขับเคลื่อนการศึกษาสู่ระยองเมืองน่าอยู่ 27 พฤศจิกายน 2564

นอกจากนั้นในระยะเริ่มต้นองค์กรจะอยู่ในสังกัดขององค์การบริหารส่วนจังหวัดระยอง โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากมูลนิธิส่งเสริมการศึกษาจังหวัดระยอง เพื่อให้สามารถเข้าถึงการสนับสนุนเชิงนโยบายจากหน่วยงานภาครัฐได้รวมทั้งเกิดความคล่องตัวในการจัดสรรงบประมาณมีการบริหารจัดการขับเคลื่อนองค์กรในการเชื่อมโยงความร่วมมือกับภาคส่วนต่างๆ ผ่านคณะทำงานขับเคลื่อน Rila's Move Team ที่จะทำให้เกิดการทำงานทั้งในแนวตั้งและแนวนอนอย่างเปิดกว้างและยืดหยุ่น โดยมีหลักในการออกแบบโครงสร้าง [7] คือ สร้างระบบการทำงานร่วมกันของระดับนโยบายและระดับปฏิบัติการ ด้วยการมีสำนักบริหารจัดการสถาบันฯ สำนักวิชาการ วิจัย (DE) และสารสนเทศเป็นแกนกลางเชื่อมการทำงานของทั้ง 2 ระดับ การจัดตั้งหน่วยงานขับเคลื่อนการทำงานเชิงพื้นที่ ที่มีระบบบริหารจัดการแบบพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน ประกอบด้วย คณะทำงาน RILA's Move ดูแลด้านการสร้างชุดการเรียนรู้จากการปฏิบัติการเชิงพื้นที่ ฝ่ายพัฒนาแหล่งเรียนรู้ในการพัฒนาคุณภาพแหล่งเรียนรู้และสร้างเส้นทางการเรียนรู้ของเมือง รวมทั้งสถาบันพัฒนาครูและพื้นที่นวัตกรรมการศึกษาจ.ระยอง เพื่อพัฒนาครูยุคใหม่ที่สร้างสรรค์นวัตกรรมการเรียนรู้ให้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของเมืองให้ส่งเสริมการเป็น 1 ใน 8 พื้นที่นวัตกรรมการศึกษาของประเทศ และร่วมสร้างสมรรถนะเยาวชนคนรุ่นใหม่เป็นผู้เรียนรู้

(Learner Person) เป็นผู้ร่วมสร้างสรรค์นวัตกรรม (Co-Creating Innovation) และเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง (Active Citizen) ของเมืองต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โครงสร้างสถาบันการเรียนรู้ของคนทุกช่วงวัยจังหวัดระยอง

อภิปรายผลการวิจัย

การสร้างพื้นที่ห้องปฏิบัติการเมืองแห่งการเรียนรู้ (Learning City Lab: LCL) ในรูปแบบ Hybrid Participation (Online-Onsite) ได้สร้างระบบของการเป็นคณะทำงาน (A whole-system team) ที่มีความเป็นหนึ่งเดียวกันของกลุ่มแกนหลัก (Core Team) ของภาคีเครือข่ายทุกภาคส่วนกว่า 65 กลุ่ม/หน่วยงาน/องค์กร ให้มองเห็นเป้าหมายร่วมเพื่อการหนุนเสริมพลังจัดตั้งสถาบันการเรียนรู้ของคนทุกวัย จังหวัดระยอง (Rayong Inclusive Learning Academy: RILA) ให้เป็นกลไกกลางขับเคลื่อนจังหวัดระยองสู่เมืองแห่งการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบบูรณาการข้ามศาสตร์ (Trans-Disciplinary Research) ของสถาบันอาศรมศิลป์ใน 3 สาขาวิชา (สาขาวิชาทางสถาปัตยกรรมศาสตร์เพื่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาทางศึกษาศาสตร์ การศึกษาแบบองค์รวมและสาขาวิชาทางศิลปศาสตร์ ผู้ประกอบการสังคม) ซึ่งได้พัฒนาสู่การสร้าง "กระบวนการพัฒนาเมือง" ด้วยการสร้าง "กระบวนการเรียนรู้ของคนในเมืองร่วมกัน" โดยใช้ปรากฏการณ์ทางสังคมเป็นฐานของการเรียนรู้ (Phenomenon-Based Learning) และนำหลักการเรียนรู้แบบองค์รวม (Holistic Learning) เพื่อสร้างความเปลี่ยนแปลง (Transformative Learning) ของกระบวนการทัศนและระบบคิด (Mindset) ในการนำภาคีเครือข่ายทุกภาคส่วนเข้าไปสู่การร่วมเรียนรู้ให้เข้าถึงคุณค่าแห่งชีวิตอย่างไม่แยกส่วนระหว่างความรู้กับชีวิตจริง จึงทำให้ทุกคนกลายเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ที่เข้าใจว่าทุกสรรพสิ่งล้วนเป็นหนึ่งเดียวกัน และส่งผลต่อกันทำให้เกิดการมองเห็นประโยชน์ร่วมตั้งแต่ประโยชน์ตน ประโยชน์ท่านจนไปสู่ประโยชน์สูงสุดของ

การดำเนินชีวิตในสังคมร่วมกัน ซึ่งการบรรลุผลลัพธ์ทั้ง 3 ด้านนี้เป็นไปตามกรอบของห้องปฏิบัติการทางสังคม (Social Lab) [5] คือ ผลลัพธ์เชิงรูปธรรม (Physical Result) ผ่านปรากฏการณ์การพัฒนาเมืองร่วมกัน จากการระบุเป้าหมายการพัฒนาสร้างสรรค์แนวคิด (Define & Ideate) ในการจัดตั้งองค์กร และการวางแผนปฏิบัติการ สร้างการเรียนรู้เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาเมือง การเกิดผลลัพธ์เชิงสังคม (Social Result) คือ กระบวนการเรียนรู้สู่กลไกความร่วมมือเพื่อขับเคลื่อนปฏิบัติการ (Team as social result) ด้วย “กระบวนการพัฒนาเมืองที่มีการเรียนรู้ของคนเป็นศูนย์กลาง” (Human Centric Learning City Development Process) จากการสานพลังความร่วมมือเป็นคณะทำงานการร่วมทุนทั้งทุนทรัพยากรบุคคล และงบประมาณ รวมทั้งผลลัพธ์เชิงข้อมูลความรู้ (Informational Result) จากการทำความเข้าใจ (Empathize) ภาพอนาคตของการพัฒนาเมืองที่ไม่ใช่ภาพการพัฒนาเมืองเชิงรูปธรรมกายภาพที่เป็นคำตอบตายตัว ที่ใช้ในการกำกับทิศทางการพัฒนาแบบสั่งการ (Top-Down) แต่เป็นการนำการพัฒนาเมืองมาเป็น “สื่อ” สร้างการเรียนรู้และสร้างความเข้าใจให้เกิดการเรียนรู้เจตจำนงเชิงยุทธศาสตร์ของการพัฒนาเมืองร่วมกันทั้งระหว่างฝ่ายนโยบายกับท้องถิ่นและระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ ในท้องถิ่นด้วยกัน (Top Down & Bottom-Up) ซึ่งเป็นการสร้างการเรียนรู้ในการพัฒนาคนให้เป็น “พลเมืองที่เข้มแข็ง” (Active Citizen) ควบคู่ไปกับการพัฒนากลไกความร่วมมือขับเคลื่อนการพัฒนาเมืองต่อไป หรืออาจกล่าวได้ว่าในกระบวนการพัฒนาเมืองที่มีการเรียนรู้ของคนเป็นศูนย์กลางนี้ เป็นการพัฒนา “คน” และ “กลไก” อย่างเป็นองค์รวม ดังที่ ศ.นพ.วิจารณ์ พานิช [8] ได้กล่าวไว้ว่า บุคคลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นองค์รวม (Holistic Change) จากการได้ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนคิดอย่างจริงจัง (Critical Reflection) ร่วมกันทั้งในระดับบุคคลและในระดับกลุ่ม (Self & Group Reflection) ดังนั้นผลจากกระบวนการสร้างการมีส่วนร่วมทั้งร่วมคิด ร่วมฟัง (Co-Sensing) และร่วมช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันด้วยความไว้วางใจ (Co-Presenting) ทำให้เกิดการร่วมระดมความคิดสร้างสรรค์ออกแบบการเปลี่ยนแปลงเมือง (Co-Creating) [6] ด้วยความตระหนักรู้และเห็นคุณค่าร่วมค้นหาระบบการออกจากกับดักปัญหาสู่การร่วมกำหนดอนาคตของเมืองร่วมกันซึ่งกระบวนการขับเคลื่อนพลังความร่วมมือทั้ง 5 กระบวนการนั้นมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบหลักด้านปัจจัยพื้นฐานของการเป็นเมืองแห่งการเรียนรู้ตามนิยามขององค์การยูเนสโก [4] คือสามารถเชื่อมโยงเจตจำนงทางการเมืองที่เข้มแข็งของภาครัฐ ท้องถิ่นเข้ากับการสร้างระบบในการกำกับดูแลและการมีส่วนร่วมครอบคลุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกกลุ่ม (Involvement) ในการร่วมคิด ร่วมทำร่วมรับรู้และร่วมระดมทรัพยากรเพื่อการพัฒนาเมืองแห่งการเรียนรู้ร่วมกัน

สรุปผลการวิจัย

การขับเคลื่อนพลังความร่วมมือระหว่างองค์กรบริหารส่วนจังหวัดระยองกับภาคีเครือข่ายทุกภาคส่วน ในการจัดตั้งสถาบันการเรียนรู้ของคนทุกช่วงวัย จังหวัดระยอง (Rayong Inclusive Learning Academy: RILA) เพื่อให้เป็นกลไกหลักในการพัฒนาระยองสู่เมืองแห่งการเรียนรู้ นั้น สามารถเกิดขึ้นได้จากการสร้าง “กระบวนการพัฒนาเมืองที่มีการเรียนรู้ของคนเป็นศูนย์กลาง” (Human Centric Learning City Development Process) เพื่อสร้างความเป็นเจ้าของเมือง (Ownership) ของภาคีเครือข่ายทุกภาคส่วนในการหนุนเสริมพลัง เพื่อการพัฒนาสมรรถนะคนระยองให้เท่าทันการพัฒนาเมือง จนเกิดระบบของการเป็นคณะทำงาน (A Whole-System Team) หรือกลุ่มแกนหลัก (Core Team) ที่มองเห็นเป้าหมายร่วมกัน ด้วยความเชื่อมั่น ศรัทธา (Trust) ดังที่ รองศาสตราจารย์ประภาภักดิ์ นิยม ใต้ให้หลักการ 5 จ. ในการดำเนินการงานวิจัยไว้ คือ **จริงใจ** **จริงจัง** **เจาะลึก** **ในการทำงาน** เพื่อให้**จบจริง** และ**ทุกคนจดจำ**ในคุณค่าการทำงานร่วมกัน

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานโครงการวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.) โดยสถานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ รวมทั้งองค์การบริหารส่วนจังหวัดระยอง และมูลนิธิสยามกัมมาจล ธนาคารไทยพาณิชย์ หน่วยงานที่ร่วมลงทุนและร่วมดำเนินการงานวิจัยอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ พ.ศ. 2563 เป็นต้นมา ส่งผลให้การดำเนินงานสามารถบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายไปได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยจากสถาบันอาศรมศิลป์จึงขอขอบพระคุณอย่างสูง มา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กลุ่มนโยบายและแผน สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดระยอง. (2563). *แผนพัฒนาการศึกษาจังหวัดระยอง พ.ศ. 2562 – 2565 (ทบทวนปี 2563)*. ระยอง: สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดระยอง.
- [2] สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดระยอง. (2562). *ประกาศคณะกรรมการศึกษาธิการจังหวัดระยอง กรอบหลักสูตรการศึกษาตามยุทธศาสตร์การศึกษาจังหวัดระยอง RAYONG MARCO (พ.ศ. 2562 – 2564)*. ระยอง.
- [3] ธงชัย มั่นคง, และคณะ. (2564). *รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อพัฒนาสถาบันการเรียนรู้ของคนทุกวัยให้เป็นกลไกสนับสนุนความเป็นเมืองแห่งการเรียนรู้จังหวัดระยองโดยความร่วมมือขององค์การบริหารส่วนจังหวัดระยองและภาคีเครือข่าย*. ระยอง: องค์การบริหารส่วนจังหวัดระยอง.
- [4] UNESCO. (2015). *Global Network of Learning Cities Guiding Documents*. Hamburg, Germany: the UNESCO Institute for Lifelong Learning (UIL). Retrieved July 5, 2020, from <https://uil.unesco.org/fileadmin/keydocuments/LifelongLearning/learning-cities/en-unesco-global-network-of-learning-cities-guiding-documents.pdf>
- [5] Zaid Hassan. (2015). *The Social Labs Fieldbook: A practical guide to next-generation social labs*. Version 1.0 Draft. Mia Eisenstadt & Menka Sanghvi: Social Laboratories Ltd. Retrieved July 5, 2020, from <https://social-labs.org/fieldbook/>
- [6] Kahane, Adam. (2012). *Working Together to Change the Future Transformative Scenario Planning*. Oakland, CA: Berrett-Koehler Publisher.
- [7] สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดระยอง. (2564). *นโยบาย ยุทธศาสตร์พื้นที่นวัตกรรมการศึกษาจังหวัดระยอง พ.ศ. 2565-2569*. ระยอง. ใน *เอกสารการประชุมเปิดเวทีประกาศยุทธศาสตร์การขับเคลื่อนการศึกษาสู่ระยองเมืองน่าอยู่*. หน้า 18-29. ระยอง: สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดระยอง.
- [8] วิจารย์ พานิช. (2558). *การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง Transformative Learning*. กรุงเทพฯ: เอส. อาร์. พรินต์ติ้งแมสโปรดักส์ จำกัด.

**RANC15-040 การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทย
ด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6**

**THE DEVELOPMENT OF ONLINE TEACHING-LEARNING MANAGEMENT SYSTEM
ON THAI LANGUAGE WITH COLLABORATIVE ACTIVE LEARNING MANAGEMENT
TECHNIQUES FOR PRATHOMSUKSA 6 STUDENTS**

ปรีชา ศรีซองเชต พงษ์ศักดิ์ ผกามาต*

Pricha Srisongchet, Phongsak Phakamach*

*สาขาวิชานวัตกรรมการบริหารการศึกษา วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์*

*Educational Administration Innovation Department, College of Innovation Management,
Rajamangala University of Technology Rattakosin.*

**Corresponding author, E-mail: land_pricha3103@hotmail.co.th*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ 1) เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทย ด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อประเมิน ประสิทธิภาพของระบบตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และ 3) เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการใช้ระบบ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนดาราคาม สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 55 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แพลตฟอร์มระบบ บริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน 2) แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า ระบบการจัดการเรียน การสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.36/89.13 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.8249 นักเรียนที่เรียน ด้วยระบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลประเมินคุณภาพของระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์จากผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมากและมีความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบที่พัฒนาขึ้นว่าสามารถนำไปใช้ได้จริงและก่อให้เกิดการเรียนรู้ออนไลน์ วิชาภาษาไทยสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ภาษาไทย เทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลัง ประถมศึกษาปีที่ 6

Abstract

The objectives of this research were: 1) to create the online teaching-learning management system in Thai language with collaborative active learning management techniques for Prathomsuksa 6 students; 2) to assess the effectiveness of the online teaching-learning management system Thai language course with techniques of joint learning management according to the 80/80 standard; and 3) to determine the index of effectiveness and learning achievement from using the online teaching management system in Thai language with collaborative active learning management techniques for Prathomsuksa 6 students. The sample studied 55 Prathomsuksa 6 students at Darakam school under the Office of Primary Educational Service Area, Bangkok. The research instrument included: 1) Thai language teaching-learning management system using collaborative active learning management techniques; 2) effective value testing form; and 3) quality assessment form for experts. The collected data were analyzed through a statistical software program that provided percentage, mean, standard deviation and t-test values. The research results were as follows: Thai language teaching-learning management model using collaborative active learning management techniques developed has an efficiency of 80.36/89.13 and is consistent with the 80/80 standard criteria. The effective values of 0.8249 or 82.49%. The student achievement score of the pretest was significantly higher than that of the posttest at the level of .05. The results of the quality assessment of the online teaching-learning management system from the experts were at a high level and there were opinions about the system being developed that it can be used in practice and contributes to learning Thai language for Prathomsuksa 6 students place effective.

Keywords: Thai Language, Collaborative Active Learning Management Techniques, Prathomsuksa 6

บทนำ

กระทรวงศึกษาธิการกำหนดให้มีการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง พ.ศ. 2552-2561 ซึ่งมีวิสัยทัศน์ที่ว่า “ให้คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ” มีการปฏิรูปการศึกษาและการเรียนรู้อย่างเป็นระบบใน 4 ประเด็นหลัก ได้แก่ การพัฒนาคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ การเพิ่มโอกาสและทางเลือกทางการศึกษา การเปิดโอกาสให้คนไทยเข้าถึงการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ และการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนของสังคมเพื่อการจัดการศึกษา รวมถึงพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2562 ฉบับที่ 4 ที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดให้มีจุดเน้นการพัฒนาคุณภาพสำหรับเป็นแนวทางการขับเคลื่อนหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ รวมถึงการวัดและประเมินผลสู่การเพิ่มคุณภาพโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ [1] อย่างไรก็ตาม การบริหารจัดการสถานศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อให้เกิดการพัฒนาดังที่กล่าวมาข้างต้นยังเป็นประเด็นที่ต้องมีการพิจารณากันต่อไป

ภาษาไทย ถือเป็นเครื่องมือในการสื่อสารที่สำคัญ ดังพระราชดำรัสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเนื่องในโอกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษา ณ ศาลาดุสิดาลัย สวนจิตรลดา วันพุธที่ 4 ธันวาคม พ.ศ. 2539 บางตอนว่า “วิธีที่จะทำให้คนเป็นคนดีนั้นก็เหมือนกัน การศึกษาเมื่อก่อนนี้ด้านการศึกษาคนในเมืองไทยนี้มีความรู้ การอ่านหนังสือ เขียนหนังสือมีมาก เปรียบเทียบกับประเทศอื่นค่อนข้างจะสูง คือ มีการอ่านการเขียนได้เปอร์เซ็นต์สูงแต่มาปัจจุบันนี้ค่อยลดลง” ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) จึงมีนโยบายในการติดตามการดำเนินงานเกี่ยวกับการแก้ปัญหาการ

อ่านออกเขียนได้ของนักเรียนโดยได้กำหนดเป้าหมายให้นักเรียนอ่านออกเขียนได้ทุกช่วงชั้นและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยให้สูงขึ้น [2]

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือและทำงานร่วมกัน (Cooperative & Collaborative Learning) เป็นการใช้กระบวนการกลุ่มให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกันเพื่อผลประโยชน์และเกิดความสำเร็จร่วมกันของกลุ่ม ซึ่งการเรียนแบบร่วมมือมีใช้เป็นเพียงจัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม เช่น ทำรายงาน ทำกิจกรรมประดิษฐ์หรือสร้างชิ้นงานอภิปราย ตลอดจนปฏิบัติการทดลองแล้วผู้สอนทำหน้าที่สรุปความรู้ด้วยตนเองเท่านั้น [3] แต่ผู้สอนจะต้องพยายามใช้กลยุทธ์วิธีให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการประมวลสิ่งที่มาจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ จัดระบบความรู้สรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเองเป็นหลักที่สำคัญ นอกจากนี้ในการเรียนรู้ร่วมกันยังมีการประยุกต์ใช้สื่อการสอนทางคอมพิวเตอร์และระบบออนไลน์ที่สามารถอธิบายเนื้อหา แสดงภาพประกอบ รวมถึงการเคลื่อนที่ของภาพหรือวีดีโอ ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจและได้เห็นถึงส่วนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ตามระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning Management System : LMS) สมัยใหม่สามารถตอบสนองต่อผู้เรียนได้ ประโยชน์ของระบบจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่เห็นได้ชัดเด่นก็คือสามารถช่วยเพิ่มแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนได้โดยการออกแบบโปรแกรมให้มีภาพและเสียง มัลติมีเดีย และสามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว [4-5] ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือและทำงานร่วมกันผู้สอนต้องเลือกเทคนิคการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนและผู้เรียนก็ต้องมีความพร้อมที่จะร่วมทำกิจกรรมและรับผิดชอบงานของกลุ่มร่วมกัน โดยกลุ่มจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อสมาชิกทุกคนได้เรียนรู้บรรลุตามจุดมุ่งหมายเดียวกัน นั่นคือ การเรียนเป็นกลุ่มหรือเป็นที่มอย่างมีประสิทธิภาพนั่นเอง [6]

จากนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการดังกล่าว เมื่อนำมาปรับใช้กับโรงเรียนดาราคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร และมีการดำเนินงานมาแต่ยังพบว่านักเรียนช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6) ยังมีปัญหาด้านการเรียนวิชาภาษาไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งการอ่านและการเขียนจากการศึกษาบทความวิชาการและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจในอดีตที่ผ่านมาพบว่า วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ได้แก่ 1) เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการกลุ่มได้ฝึกบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม 2) เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดค้นคว้า ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทักษะการคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การตัดสินใจ การตั้งคำถาม ตอบคำถาม การใช้ภาษา และการพูด เป็นต้น และ 3) เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะทางสังคม การอยู่ร่วมกับผู้อื่น การมีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น การเสียสละ การยอมรับกันและกัน การไว้วางใจ การเป็นผู้นำและผู้ตาม เป็นต้น ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการบริหารจัดการเรียนการสอนรายวิชาภาษาไทยสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นอย่างดี [7]

จากแนวคิดดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนดาราคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร โดยใช้วิธีการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R & D) การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการบริหารจัดการของเดมมิ่ง หรือ PDCA (P=Plan, D=Do, C=Check, A=Act) เพื่อสร้างแพลตฟอร์มระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาภาษาไทยและการใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และการพัฒนาไปสู่ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์ของโรงเรียนดาราคาม (DRK Forward Model) ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นเครื่องมือเสริมในการจัดการเรียนการสอนในวิชาดังกล่าวรวมถึงการนำไปใช้เป็นต้นแบบสำหรับการบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์ให้กับโรงเรียนอื่น ๆ ท่ามกลางสถานการณ์ระบาดของโคโรนาไวรัส (Covid-19) ทำให้ผู้เรียนรู้จักการแสวงหาคำตอบจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองอันเป็นผลให้เกิดพฤติกรรมที่ฝังแน่นเมื่อผู้เรียน “เรียนรู้ว่าจะเรียนรู้ได้อย่างไร

(Learn how to Learn)” อีกทั้งจะเป็นการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายการเรียนรู้ออนไลน์บนอินเทอร์เน็ต ซึ่งนำมาใช้ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาภาษาไทยโดยสร้างบรรยากาศให้เป็นดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ (Digital for Learning) โดยคาดหวังว่าระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังที่พัฒนาขึ้นจะเป็นระบบที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อสร้างสมรรถนะแห่งการเรียนรู้ร่วมกัน และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความรู้ให้แพร่หลายในแวดวงการศึกษาของสถาบันที่มีการเรียนการสอนที่ใช้ระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
3. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (R&D) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. กลุ่มตัวอย่าง (Sample) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาภาษาไทยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนดาราคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 55 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) แพลตฟอร์มระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลัง (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ (3) แบบประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามจะเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ตลอดจนความเหมาะสมของภาษาและการใช้ถ้อยคำแล้วนำไปทดลองใช้ จากนั้นนำมาทดสอบหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha Coefficient) และหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยหาค่า Item Total Correlation ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ .933

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย (Research Step) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีขั้นตอนย่อยดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์สำหรับโรงเรียนดาราคาม (Documentation Method)

ขั้นที่ 2 รวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญวิชาภาษาไทยในระดับประถมศึกษา จำนวน 5 คน โดยการใช้สัมภาษณ์ (Interview Method) จากการเลือกผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจง เพื่อกำหนดประเด็นเนื้อหาให้สอดคล้องกับรายวิชา

ขั้นที่ 3 รวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษา โดยใช้การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) จากการเลือกผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจงนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากขั้นที่ 1 ถึง 3 มาวิเคราะห์และสังเคราะห์สรุปเป็นภาพรวมของการบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พึงประสงค์

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนา เพื่อการออกแบบและพัฒนาระบบที่ได้จากการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 โดยจะทำการสร้างแบบจำลองระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในลักษณะฐานข้อมูลและเว็บไซต์โดยจะทำการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาระบบ ได้แก่ (1) LMS Module (2) Moodle (3) DBMS (MySQL, PHP และ Java Script) (4) Web Page Programming และ (5) e-Learning (Microsoft Office, Adobe Acrobat และ Canva)

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้ เพื่อทดลองใช้งานระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รวมถึงการพัฒนาระบบให้สอดคล้องกับรูปแบบของระบบที่ได้ในขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุง ในขั้นตอนนี้เพื่อพิจารณาผลการทดลองใช้งานจริงและการปรับปรุงที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 โดยการนำเอาระบบมาใช้กับบริหารการจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยตามฟังก์ชันที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นคำนวณค่าดัชนีประสิทธิผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมถึงประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้วิธีสัมภาษณ์แบบเจาะจง (Focused Interview) ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 10 คน เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบให้ดีขึ้นและจัดทำรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

4. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอน ได้แก่ (1) ศึกษาหลักสูตร/รายวิชาและวิเคราะห์เนื้อหาวิชาภาษาไทย (2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบข่ายเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียน (3) กำหนดรูปแบบในการนำเสนอเนื้อหา (4) เขียนผังงาน (Flowchart) บทเรียนออนไลน์เพื่อกำหนดช่องทางการสื่อสารภายใน (5) ออกแบบ Storyboard ตามโครงสร้างแบบลำดับขั้นโดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลัง (6) พัฒนารูปแบบโดยใช้ LMS Tool Box และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (7) นำระบบไปทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข และ (8) ประเมินคุณภาพและหาประสิทธิภาพของระบบโดยกำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ ดังนี้ 4.51-5.00 มีคุณภาพระดับดีมาก 3.51-4.50 มีคุณภาพระดับดี 2.51-3.50 มีคุณภาพระดับปานกลาง 1.51-2.50 มีคุณภาพระดับพอใช้ และ 1.00-1.50 ควรปรับปรุง

5. สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

- 1) สถานที่ทำการทดลอง ได้แก่ โรงเรียนดาราคาม แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร
- 2) การเตรียมการทดลอง ได้แก่ (1) ขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้ระบบ (2) เตรียมระบบที่พัฒนาแล้วใส่ไว้ในเว็บไซต์ LMS Online ส่งข้อมูลขึ้นเครื่องแม่ข่าย และทดสอบการใช้งาน และ (3) เตรียมสถานที่คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์เชื่อมต่อ และกำหนดเวลาที่ทำการทดลอง
- 3) การดำเนินการทดลอง เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการ PDCA คือ 1) ระบุและวิเคราะห์ปัญหา 2) พัฒนาและดำเนินการตามแผน 3) ประเมินและสรุปผล 4) ปรับปรุงแก้ไขและวางแผนใหม่

ต่อ ซึ่งเป็นการพัฒนาและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาราคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร โดยการนำระบบที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพโดยมีการทดลองตามรูปแบบดังนี้ (1) ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) ทดลองกับนักเรียนที่เคยเรียนวิชานี้มาก่อนโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย จำนวน 3 คน ประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 หาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไข (2) ทดลองกลุ่มย่อย (Small Group Testing) ทดลองกับนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชานี้มาก่อนโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย จำนวน 9 คน ประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 หาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไขและ (3) ทดลองภาคสนาม (Field Testing) โดยเลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 55 คน ซึ่งดำเนินการตามลำดับดังนี้ (1) ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยให้นักเรียนทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มี 10 หน่วยการเรียนรู้ บทเรียนละ 10 ข้อ (2) ให้นักเรียนเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้และสื่อการสอน (3) ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากรูปแบบการเรียนรู้และสื่อการสอน จำนวน 10 ข้อ และ (4) ทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยให้นักเรียนทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ และประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 ในภาพรวม

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยดำเนินการดังนี้

1) การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย

1.1 การประเมินคุณภาพของระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีเกณฑ์การแปลความหมายจะเป็นดังนี้ 4.51-5.00 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด 3.41-4.20 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก 2.61-3.40 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลาง 1.81-2.60 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อย และ 1.00-1.80 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด โดยที่ช่วงความกว้างของอันตรภาคชั้นกำหนดได้จากสูตร = $(5-1)/5 = 0.8$

1.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ได้แก่ (1) หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยของคะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งได้จากแบบทดสอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน (2) หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (3) หาค่าดัชนีประสิทธิผล (4) วิเคราะห์เปรียบเทียบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test และ (5) วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยวิธีการดังกล่าว โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และนำค่าเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

2) สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ (1) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามแบบอิงเกณฑ์ของ Brennan (2) ค่าระดับความยาก (Difficulty) (3) ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตร IOC (4) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}, P = \frac{Ru+Rl}{2f}, IOC = \frac{\sum R}{n}, r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

3) สถิติที่ใช้ในการหาค่าดัชนีประสิทธิผล โดยใช้วิธีของ กูดแมน เฟรทเซอร์ และซีโนเดอร์

$$\text{ค่าดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}{100 - \text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}$$

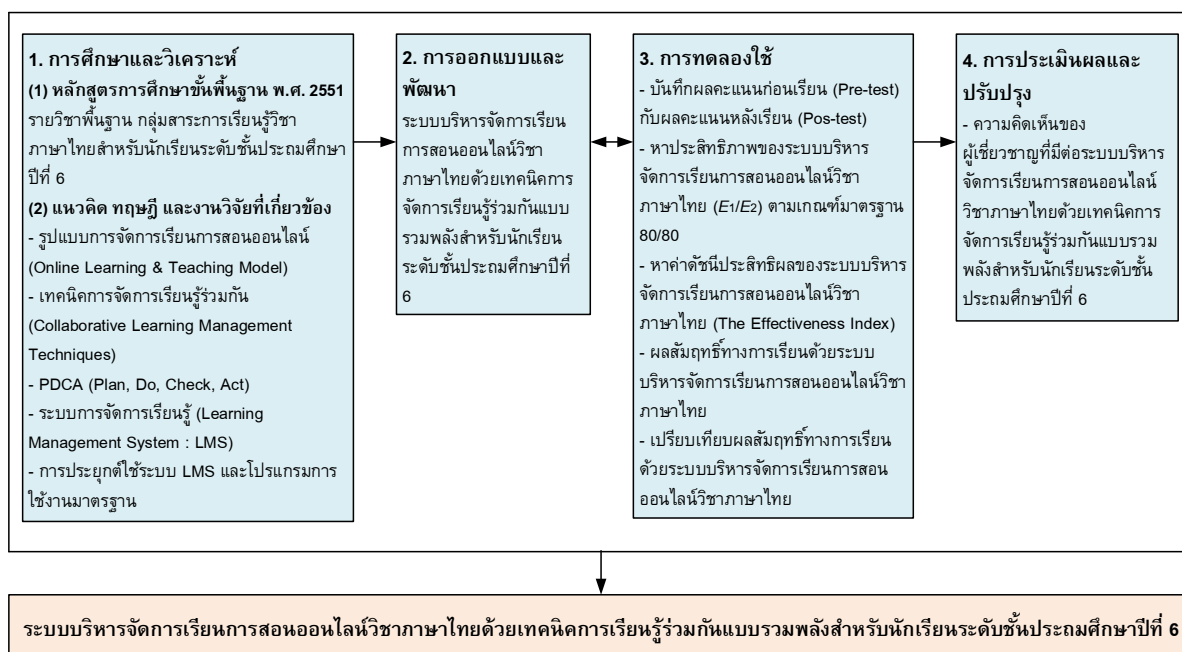
4) การหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยใช้สูตรในการคำนวณ

$$E_1 = \frac{\sum X}{n} \times 100, E_2 = \frac{\sum X}{n} \times 100$$

5) เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้ t-test (Dependent Samples) โดยใช้สูตรในการคำนวณ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 (\sum D)^2}{(n-1)}}}$$

7. กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework) จากการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ข้อมูล วิจัยการทบทวนวรรณกรรม เอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยเพื่อนำไปสู่กระบวนการวิจัยแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง “ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” สามารถแสดงผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ผลการพัฒนากระบวนการบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำให้ได้ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาภาษาไทยที่สอดคล้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาภาษาไทยในระดับประถมศึกษาการออกแบบและพัฒนาตามวิธีการที่ได้นำเสนอมาสามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาภาษาไทยที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้งานได้จริงสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 พบว่า ระบบนี้มีประสิทธิภาพ 80.36/89.13 หมายความว่า ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 80.36 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับร้อยละ 89.13 จึงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามความมุ่งหมายในการวิจัยที่ตั้งไว้

3. ผลการศึกษาเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คุณภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นนี้เฉลี่ยอยู่ในระดับระดับมาก ($\bar{X}=4.10$, S.D.=0.60) โดยมีความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาในการนำเสนอ ($\bar{X}=4.08$, S.D.=0.65) ด้านเทคนิคกระบวนการออกแบบ ($\bar{X}=4.04$, S.D.=0.60) และด้านทัศนคติ ($\bar{X}=4.18$, S.D.=0.55)

4. ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index) ของระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเท่ากับ 0.8249 (82.49%) และผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 18.98 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 51.08 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 33.44 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 85.58 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปทดสอบด้วย t-test ($t=-36.44$) พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวอย่างระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนดาราคาม แสดงดังภาพที่ 2



(1)



(2)



(3)

ภาพที่ 2 ตัวอย่างระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน แบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลในประเด็นสำคัญต่อไปนี้

1. ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.36/89.13 หมายความว่า ระบบนี้ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 80.36 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้หรือประสิทธิภาพของสื่อการสอนในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับ ร้อยละ 89.13 แสดงว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 สามารถช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมความก้าวหน้ทางการเรียนวิชาภาษาไทยตามเกณฑ์มาตรฐานสาระการเรียนรู้ได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล และคณะ [8] และญาณินท์ อุดมสุขถาวร [9] และที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก

1.1 ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ เพราะผู้วิจัยพัฒนาระบบการจัดการ

เรียนการสอนอย่างเป็นระบบตั้งแต่การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการ PDCA คือ 1) ระบุและวิเคราะห์ปัญหา 2) พัฒนาและดำเนินการตามแผน 3) ประเมินและสรุปผล 4) ปรับปรุงแก้ไขและวางแผนใหม่ ต่อ ซึ่งเป็นการพัฒนาและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนดาราคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานครที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาแล้วปรับปรุงแก้ไขการเขียนผังงาน หลังจากนั้นได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและผลิตโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แล้วจึงนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพแล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งเป็นวิธีการดำเนินการผลิตสื่อและรูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (R&D) และการอาศัย LMS Tool Box ของการสร้างเนื้อหาและส่วนปฏิสัมพันธ์ในรายวิชาภาษาไทย ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการของ Ghazal [10] และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dhawan [11] ดังนั้นผู้เรียนจึงมีความเข้าใจในการเรียนรู้หลักภาษาไทยและวรรณคดีไทยในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มากยิ่งขึ้น

1.2 ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้ศึกษารอบแนวคิดในการพัฒนาจากแนวคิดของ Ghazal [10] ในการออกแบบ LMS ตามขั้นตอนดังนี้ 1) การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา 2) การออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลัง ได้แก่ (1) ระบุปัญหาการเรียนที่ต้องการวิเคราะห์ (2) การรวบรวมและประมวลผลข้อมูล (3) พัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (4) นำแนวทางแก้ปัญหาไปทดสอบ และ (5) เลือกรูปแบบการเรียนที่ดีที่สุดไปใช้หาคำตอบ 3) การกำหนดกิจกรรมร่วมกันและการประมวลผลความรู้ 4) การดำเนินการเรียนการสอนด้วยรูปแบบและสื่อการสอนโดยอาศัยช่องทางในการสื่อสารที่จัดไว้ และ 5) การทดสอบหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนแบบฝึกหัดท้ายบท โดยสอดคล้องกับรูปแบบการพัฒนาระบบของ Sankaranarayanan et al. [12]

1.3 ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังที่พัฒนาขึ้นมีระบบสนับสนุนการจัดการเรียนรู้และการตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดทั้งทางด้านเนื้อหา การค้นคว้า การประมวลผลความรู้ การสนทนา การคิดเชิงวิพากษ์และการ ระดมสมอง เพื่อหาบทสรุปร่วมกัน โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hamdan et al. [13] ที่พบว่ารูปแบบการพัฒนาระบบที่ดีต้องสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริงแม้อยู่ในสถานการณ์ที่ต้องเรียนรู้ด้วยตนเองก็ตาม

2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาออนไลน์ภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังมีค่าเท่ากับ 0.8249 หมายความว่าหลังการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้นี้มีคะแนนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 82.49 โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ [8-9] ที่เป็นเช่นนี้เพราะสื่อนี้มีรูปแบบการนำเสนอที่เหมือนกับการเรียนกับครูผู้สอนโดยตรง มีการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อเสริมแรงโดยอาศัยแนวคิดจากทฤษฎีแรงจูงใจของมาโลนที่ว่า “รูปแบบการเรียนการสอนได้ออกแบบให้มีกิจกรรมและสถานการณ์ที่ทำทนายให้ผู้เรียนโดยมีเป้าหมายการเรียนรู้เชิงวิพากษ์ ผู้เรียนเกิดจินตนาการเป็นตัวกระตุ้น การนำเสนอที่แปลกใหม่สามารถดึงดูดความสนใจอยู่ตลอดเวลา ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นในลักษณะของความต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งที่แปลกใหม่” ดังงานวิจัยของ Yunus [14] จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจวิชาภาษาไทยมากยิ่งขึ้น

3. การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการเรียนด้วยระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการเรียนการสอนวิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันด้านเนื้อหาในการนำเสนออยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.08$, S.D.=0.65) แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความพอใจต่อเนื้อหาและวิธีการที่นำมาพัฒนาระบบบริหารจัดการ

เรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลัง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Txin และ Yunus [15] พงษ์ศักดิ์ ผกามาต และปรางทิพย์ เสยกระโทก [16] และเกียรติพงษ์ นุ่มแนบ และเกตุณี ครุณาสวัสดิ์ [17] ด้านด้านเทคนิคกระบวนการออกแบบก็อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.04$, S.D.=0.60) แสดงว่ากระบวนการออกแบบสามารถสร้างรูปแบบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้ ส่วนด้านทัศนคติอยู่ในระดับมากเช่นกัน ($\bar{X}=4.18$, S.D.=0.55) แสดงว่าผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนด้วยรูปแบบและสื่อที่ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hamdan et al. [13] Kai Wah Chu [18] และ Ranjbarfard และ Heidari Sureshjani [19] เนื่องจากทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนหรือระบบบริหารจัดการเรียนรู้นั้นเป็นสิ่งสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพ ทำให้ทราบถึงความต้องการที่แท้จริงของผู้เรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถสรุปประเด็นที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 ผลการพัฒนากระบวนการบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามวิธีการที่ได้นำเสนอมาสามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาภาษาไทยที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้งานได้จริงสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการบริหารจัดการการศึกษาออนไลน์ รวมถึงผลการวิจัยสามารถนำมาสรุปโดยภาพรวมและกำหนดเป็นมาตรการต้นแบบสำหรับการบริหารจัดการสถานศึกษาที่เรียกว่า **“DRK FORWARD Model (โมเดลธาราคามเดินไปข้างหน้า)”** โดยมีขั้นตอนดำเนินการย่อยตาม **“บันได 9 ขั้น : รู้จริง จับवाद สรรค์สร้าง ต่างใช้ มุ่งผลดี”** แสดงดังภาพที่ 3 ดังนี้

1) ขั้นวางแผน (Plan) วางแผนดำเนินงานอย่างรอบคอบ แบบมีส่วนร่วม กำหนดเป้าหมายชัดเจน สื่อสารทั่วถึง คิดใหม่ ใช้วิกฤติให้เป็นโอกาสในการสร้างจุดแข็งได้แก่ ความจำเป็นในการดำเนินการ เนื้อหาหรือกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้เรียน วัตถุประสงค์ สภาพแวดล้อม และโปรแกรมที่ใช้ในการเรียนออนไลน์ โดยที่ T : Target (กำหนดเป้าหมายชัดเจนแบบมีส่วนร่วม) และ T : Thinking Change (คิดใหม่และใช้วิกฤติให้เป็นโอกาส) โดยมี **บันไดขั้นที่ 1** คือ รู้รับ จับใจ เอาใจมาก่อน และ **บันไดขั้นที่ 2** คือ รู้ลึก รู้จริง อิงทำได้

2) ขั้นดำเนินการ (Do) ทำอย่างมุ่งมั่น เชื่อมั่นว่าทำได้ ใช้กระบวนการในขั้นการออกแบบและพัฒนา (Design & Development) ในการออกแบบรูปแบบการเรียนและกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วนที่จะสอน แล้วพิจารณาวิธีการประเมินผลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ แล้วนำไปสร้างรูปแบบการเรียนออนไลน์ให้สามารถทำได้จริงตามแผนงานที่วางไว้โดยที่ W : Working Hard (ทำให้เกิดความสำเร็จ) F : Fast Working (คล่องแคล่วพร้อมปรับปรุง) และ O : Operation (ดำเนินการตามแผนงานด้วยความเชื่อว่าทำได้) โดยมี **บันไดขั้นที่ 3** คือ วาดฝันที่เป็นจริง อิงทรัพยากรที่มี **บันไดขั้นที่ 4** คือ วาดกิจกรรม นำสู่ความรู้อย่าง **บันไดขั้นที่ 5** คือ สร้างห้องเรียนออนไลน์ขยายความรู้ และ **บันไดขั้นที่ 6** คือ สร้าง ทีมผู้ตรวจ กวดขันความรู้

3) ขั้นตรวจสอบ (Check) ประเมินขั้นตอนการดำเนินงานและผลที่อาจจะเกิดขึ้น และร่วมกันหาแนวทางแก้ไขเมื่อพบเจอปัญหา เป็นกระบวนการในขั้นการนำไปใช้ (Implementation) เริ่มนำรูปแบบการเรียนออนไลน์ไปใช้งานจริง สรุปประเด็นปัญหาที่พบเพื่อหาแนวทางแก้ไขโดยที่ R : Real Friend (ความร่วมมือจาก

มิตรแท้) และ W : Will Power (มุ่งมั่น ตั้งใจ) โดยมี **บันไดขั้นที่ 7** คือใช้ห้องเรียนออนไลน์ในสไตล์ที่สมบูรณ์ และ **บันไดขั้นที่ 8** คือ ใช้ปัญหามาขับเคลื่อนคุณภาพ

4) ขั้นปรับปรุงแก้ไข (Action) เป็นกระบวนการในขั้นการประเมิน (Evaluation) ประเมินผลการเรียนออนไลน์ในห้องเรียน และภาพรวมการจัดการเรียนออนไลน์ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นหรือเพื่อให้พร้อมนำไปใช้ในการเรียนรูปแบบปกติใหม่ โดยที่ A : Acceptance (เปิดใจยอมรับเพื่อปรับปรุง) R : Reaction (ตอบสนองฉับไว) และ D : Do it again (ทำซ้ำ เพราะทำดี) โดยมี **บันไดขั้นที่ 9** คือ วัตถุประสงค์ ปรับปรุง เพื่อใช้ต่อ



ภาพที่ 3 ตัวอย่างระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 พบว่า ระบบนี้มีประสิทธิภาพ 80.36/89.13 หมายความว่า ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 80.36 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับร้อยละ 89.13 จึงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามความมุ่งหมายในการวิจัยที่ตั้งไว้ ส่วนผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คุณภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นนี้เฉลี่ยอยู่ในระดับระดับมาก โดยมีความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาในการนำเสนอ ด้านเทคนิคกระบวนการออกแบบ และด้านทัศนคติ

1.3 ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่วิจัยพัฒนาขึ้นเท่ากับ 0.8249 และผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 18.98 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 47.45 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 33.44 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 83.60 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปทดสอบด้วย t-test ($t=-36.44$) พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้น สามารถสรุปโดยภาพรวมได้ว่า จากการศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” องค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การเรียนการสอนนั้นเกิดประสิทธิภาพ ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องออกแบบให้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์จริง สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะกับนักเรียนได้ ทั้งนี้ควรประเมินความพร้อมขององค์ประกอบดังกล่าว การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อนของการนำไปใช้ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ให้มีความเหมาะสมและทรงพลังระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามวิธีการที่ได้นำเสนอมานี้ สามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำระบบและรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้งานได้จริงสำหรับการเรียนรู้วิชาภาษาไทยของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โดยสามารถเป็นต้นแบบให้กับสถานศึกษาอื่นในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อการนำไปใช้และพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาภาษาไทยให้ดียิ่งขึ้นรวมถึงการสร้างองค์กรแห่งนวัตกรรมทางการศึกษาและการเรียนรู้เชิงดิจิทัลที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาการศึกษาของชาติต่อไป

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และพัฒนา เพื่อให้ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาภาษาไทยด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันแบบรวมพลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น ควรพิจารณาถึงวิธีการนำไปใช้และพัฒนาประกอบด้วย

- (1) เนื้อหาของบทเรียนต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามมาตรฐานของหลักสูตร รวมถึงการอาศัยเทคนิคการเรียนรู้เชิงรุกที่เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา
- (2) บอกจุดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการนำไปสู่การเรียนรู้กับผู้เรียนอย่างชัดเจน
- (3) การออกแบบโครงสร้างและวางแผนเส้นทางการเข้าถึงการเรียนรู้ที่ดีโดยมีการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นระยะ ๆ
- (4) มีระบบตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ตามที่กำหนดรวมถึงการสร้างระบบติดตามหรือแจ้งเตือนเป็นบางโอกาส
- (5) ต้องให้ผู้เรียนเรียนรู้แบบ Non-Linear Approach, Active Learning และ Blended Learning โดยการผสมวิธีการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาอย่างถ่องแท้
- (6) การพัฒนาไปสู่การเรียนรู้เชิงวิเคราะห์และวิพากษ์ โดยการเพิ่มเติมกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงในอนาคต
- (7) จัดให้มีแบบฝึกปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอและมีการโต้ตอบกลับทันทีทันใด
- (8) การบันทึกข้อมูลการเข้าถึงและผลการประมวลความรู้โดยอาศัยรูปแบบการประมวลความรู้ตามมาตรการเรียนรู้ที่กำหนด
- (9) การใช้งานแพลตฟอร์มออนไลน์ในรูปแบบมาตรฐานบนเครื่องมือและอุปกรณ์การสื่อสารต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต และสมาร์ตโฟน เป็นต้น
- (10) การเลือกใช้ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ประกอบด้วย

(1) ควรมีการนำระบบหรือแพลตฟอร์มนี้ไปทดลองใช้กับผู้เรียนจากสถานศึกษาอื่นในระดับชั้นเดียวกัน จะทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพสำหรับการนำมาปรับปรุงองค์ประกอบที่จะใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ให้ได้มาตรฐานมากยิ่งขึ้น

(2) ควรมีการวิจัยและพัฒนาาระบบหรือแพลตฟอร์มนี้ให้มีองค์ประกอบที่จะใช้เป็นสื่อการเรียนรู้มาตรฐานมากยิ่งขึ้น จะทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเพื่อนำมาปรับปรุงระบบการบริหารจัดการเรียนรู้ในรายวิชาให้มีประสิทธิภาพและพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียนให้มากขึ้น

(3) ควรมีการวิจัยและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) ที่สามารถทำให้ผู้เรียนในลักษณะออนไลน์มีความรู้สึกและจินตนาการเชิงบวกมากยิ่งขึ้นโดยการพัฒนา มัลติมีเดียที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนระดับประถมศึกษาให้ดีขึ้น

(4) ควรมีการวิจัยและพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนการสอนรายวิชาอื่น ๆ เพิ่มขึ้นอีกเพื่อเป็นการเพิ่มทรัพยากรการเรียนรู้สมัยใหม่รวมถึงการใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ที่ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่มีประสิทธิผลสำหรับการพัฒนาการศึกษาในระดับขั้นพื้นฐานของประเทศไทยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยและตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ดรุณี ปัญจรัตนกร, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาต. (2563). การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนการศึกษาทางเลือกสำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับมัธยมศึกษา. ใน *การประชุมสถาบันพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา (สคบศ. วิชาการ) ครั้งที่ 1*. หน้า 55-56. 3 สิงหาคม 2563. นครปฐม: สคบศ.
- [2] กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2562 ฉบับที่ 4*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์รับสงวนคำและพัสดุภัณฑ์.
- [3] Sabbah, S.S. (2016). The Effect of Jigsaw Strategy on ESL Students' Reading Achievement. *Arab World English Journal*. 7(1), 445-458.
- [4] ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2555). *เทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [5] สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ฤทธิเดช พรหมดี, นฤมล รอดเนียม, พิภพ วังเงิน, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาต. (2564). การศึกษาองค์ประกอบของการจัดองค์กรแห่งนวัตกรรมทางการศึกษายุคดิจิทัลสำหรับสถานศึกษาขั้นพื้นฐานที่เหมาะสมในประเทศไทย. ใน *การประชุมวิชาการทางการศึกษา ครั้งที่ 9 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*. 5-7 พฤษภาคม 2564. หน้า 294-306. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [6] Kagan, S. (2013). *Kagan Cooperative Learning*. New York: Kagan Cooperative Learning Publisher.
- [7] Strauß, S., and Rummel, N. (2020). Promoting Interaction in Online Distance Education: Designing, Implementing and Supporting Collaborative Learning. *Information and Learning Sciences*. 121(5/6), 251-260.

- [8] สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ดร.ณิ ปัญจรัตน์, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาต. (2563). การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนการศึกษาทางเลือกสำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับมัธยมศึกษา. ใน *การประชุมสถาบันพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา (สคบศ. วิชาการ) ครั้งที่ 1*. หน้า 55-56. 3 สิงหาคม 2563. นครปฐม: สคบศ.
- [9] ญาณินท์ อุดมสุขถาวร. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับสื่อ *Augmented Reality* สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [10] Ghazal, S., Al-Samarraie, H., and Wright, B. (2020). A Conceptualization of Factors Affecting Collaborative Knowledge Building in Online Environments. *Online Information Review*. 44(1), 62-89.
- [11] Dhawan, S. (2020). Online Learning: A Panacea in the Time of Covid-19 Crisis. *Journal of Educational Technology Systems*. 49(1), 5-22.
- [12] Sankaranarayanan, S., Kandimalla, S.R., Cao, M., Maronna, I., An, H., Bogart, C., Murray, R.C., Hilton, M., Sakr, M., and Penstein Rosé, C. (2020). Designing for Learning During Collaborative Projects Online: Tools and Takeaways. *Information and Learning Sciences*. 121(7/8), 569-577.
- [13] Hamdan, K.M., Al-Bashaireh, A.M., Zahran, Z., Al-Daghestani, A., AL-Habashneh, S., and Shaheen, A.M. (2021). University Students' Interaction, Internet Self-Efficacy, Self-Regulation and Satisfaction with Online Education during Pandemic Crises of COVID-19 (SARS-CoV-2). *International Journal of Educational Management*. 35(3), 713-725.
- [14] Yunus, M.M. (2018). Innovation in Education and Language Learning in 21st Century. *Journal of Sustainable Development Education and Research*. 2(1), 33-34.
- [15] Txin, C.X., and Yunus, M.M. (2019). The Effects of Kagan Cooperative Learning Structures in Teaching Subject-Verb Agreement among Rural Sarawak Learners. *Arab World English Journal (AWEJ)*. 10(2), 151-164.
- [16] พงษ์ศักดิ์ ผกามาต, และปรางทิพย์ เสยกระโทก. (2556). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบมีปฏิสัมพันธ์รายวิชาระบบไอซีทีและการจัดการยุคใหม่. *วารสารสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 31(1), 25-43.
- [17] เกียรติพงษ์ นุ่มแนบ, และเกศินี ครุณาสวัสดิ์. (2562). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง “หากสยามยังอยู่ยั่งยืน” เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะรักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [18] Kai Wah Chu, S., Siu, F., Liang, M., Capio, C.M., and Wu, W.W.Y. (2013). Users' Experiences and Perceptions on Using two Wiki Platforms for Collaborative Learning and Knowledge Management. *Online Information Review*. 37(2), 304-325.
- [19] Ranjbarfard, M., and Heidari Sureshjani, M. (2018). Offering a Framework for Value Co-Creation in Virtual Academic Learning Environments. *Interactive Technology and Smart Education*. 15(1), 2-27.

RANC15-041 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพดและนมถั่วเหลือง PRODUCT DEVELOPMENT OF BANANA BLENDED CORN MILK AND SOY MILK BEVERAGE

วัฒนา วิรุฒิกกร
Wattana Wirivutthikorn

¹สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
¹Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology Rajamangala University of
Technology Thanyaburi

*Corresponding author, E-mail: wattana@mutt.ac.th

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาปริมาณกล้วยหอม นมข้าวโพด และนมถั่วเหลืองที่เหมาะสมต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์กล้วยหอมผสมข้าวโพด และนมถั่วเหลือง การศึกษาครั้งนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 สิ่งทดลอง คือ โดยแปรปริมาณกล้วยหอม ข้าวโพด และนมถั่วเหลืองต่างกัน สิ่งทดลองที่ 1 (สูตรควบคุม): 49:26:25, สิ่งทดลองที่ 2: 30:50:20, สิ่งทดลองที่ 3: 50:30:20 และสิ่งทดลองที่ 4: 40:30:30 ศึกษาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี ความสว่าง ความหนืด และลักษณะปรากฏ ศึกษาสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ร้อยละความเป็นกรดทั้งหมด และของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ศึกษาสมบัติทางจุลชีววิทยาด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด และศึกษาการยอมรับประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน แบบ 9-point hedonic scale ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ และทางเคมีพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาพบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ทุกค่าที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาสมบัติด้านรสชาติ และความชอบโดยรวมพบว่า สิ่งทดลองที่ 3 และสิ่งทดลองที่ 4 ได้รับคะแนนการยอมรับมีค่าสูงสุดคือ 7.0 และ 7.4 ตามลำดับ

คำสำคัญ: กล้วยหอม นมข้าวโพด นมถั่วเหลือง เครื่องดื่ม

Abstract

The purpose of this research was to study the optimum banana, corn milk and soy milk quantities on the qualities of blended banana, corn and soy milk product production. This research consisted in four treatments, which were Treatment 1 (control formula): 49:26:25, Treatment 2: 30:50:20, Treatment 3: 50:30:20 and Treatment 4: 40:30:30. The physical properties as appearance and color, brightness and

viscosity, chemical properties and microbiological properties as pH, percent of total acidity, total soluble solid, as well as total plate count were also analyzed. In addition, a type of sensory evaluation of each product's color, odor, taste, texture and overall acceptability using 30 of untrained panelists were 9-point hedonic scale. The physical and chemical properties results were found that there were not significantly different ($p>0.05$). The microbiological results demonstrated that total plate count followed in accordance with standard regulation. The results of sensory evaluation indicated that there were not significantly different. Sensory attributes as taste and overall acceptability of Treatment 3 and Treatment 4 received the highest scores of 7.0 and 7.4, respectively.

Keywords: Banana, Corn Milk, Soy Milk, Beverage

บทนำ

ในปัจจุบันเครื่องดื่มจากธัญพืชมีบทบาทในตลาดอุตสาหกรรมอาหารมากขึ้น และได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้นตามกระแสการตื่นตัวของการรักษาสุขภาพ เครื่องดื่มผลไม้ และธัญพืชจัดว่าเป็นเครื่องดื่มเลียนแบบนมประเภทหนึ่งที่น่าสนใจ ซึ่งเครื่องดื่มเลียนแบบนม คือ การใช้วัตถุดิบจากพืช อาจใช้ในรูปแบบของการใช้เมล็ดพืชมาผลิตโดยตรง หรืออาจใช้ในรูปแบบของโปรตีนสกัดจากเมล็ดพืช และใบพืช เครื่องดื่มผลไม้ผสมธัญพืชเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคกันมากมีแนวโน้มการบริโภคมากขึ้น แต่ยังมีปัญหาที่สำคัญคือ ด้านกลิ่นรสชาติ จากข้อมูลความต้องการบริโภคเครื่องดื่มปรุงแต่งด้วยน้ำตาลของตลาดโลก (เฉลี่ยปี 2561-2563) มีมูลค่าเฉลี่ยปีละประมาณ 8,728 ล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณ 275,254 ล้านบาท [1] ดังนั้นเพื่อเพิ่มความหลากหลายในการบริโภคเครื่องดื่มจากผลไม้ เช่น กล้วยผสมธัญพืชตระกูลถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบ [2] รูปแบบการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพออกมาหลายชนิดและวางจำหน่ายอยู่ทั่วไปเป็นจำนวนมาก และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคจากผู้บริโภคเป็นอย่างมาก [3] และมีตัวอย่างงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตเครื่องดื่มจากธัญพืช เช่น เครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่จากนมแพะผสมนมวัว [4] นมถั่วเหลืองผสมน้ำแครอท [5] ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มนมถั่วเหลืองผสมน้ำผักโขม และน้ำสับปะรด [6]

กล้วยหอมเป็นไม้ล้มลุกมีอยู่หลากหลายสายพันธุ์ เช่น กล้วยหอมจันทร์ กล้วยหอมทอง กล้วยหอมเขียว โดยกล้วยหอมเขียว หรือกล้วยหอมคาเวนดิชเป็นกล้วยหอมที่นิยมปลูกกันโดยทั่วไป จัดเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยคุณค่าสารอาหารครบถ้วนตามหลักทางโภชนาการ เช่น น้ำตาลอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ ซูโครส (sucrose) ฟรุคโทส (fructose) และกลูโคส (glucose) ให้พลังงานแก่ร่างกายพร้อมนำไปใช้ทันที การรับประทานกล้วยหอมสุกเป็นประจำทำให้ร่างกายได้รับเพกทิน โปรตีน วิตามินเอ วิตามินซี รวมถึงธาตุฟอสฟอรัส และแคลเซียม และสารแทนนิน [7]

ข้าวโพดมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Zea mays* Linn. เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตระกูลเดียวกับหญ้า ส่วนที่ใช้บริโภค คือ เมล็ดจัดอยู่ในกลุ่มเมล็ดธัญพืช ข้าวโพดเป็นพืชจำพวกบาสซามีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกา จัดเป็นอาหารจำพวกแป้ง เช่นเดียวกับข้าว ประกอบด้วยสารอาหารคาร์โบไฮเดรตและไขมันที่เพียงพอ แต่มีปริมาณโปรตีนต่ำ มีวิตามินบีหลายชนิด เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และ ไนอาซิน แคลเซียม และเหล็กในปริมาณต่ำ และพบวิตามินเอพบเฉพาะในข้าวโพดสีเหลือง [8] น้ำเต้าหู้ หรือนมถั่วเหลืองเป็นเครื่องดื่มที่ทำจากการบดถั่วเหลืองและนำไปต้มกรองจนเจือจางลง อาจปรุงแต่งกลิ่น รสชาติด้วยน้ำตาล และอื่นๆ รับประทานได้ทันที ถั่วเหลืองจัดเป็นพืชมีโปรตีนสูงจึงเป็นแหล่งโปรตีน

สำหรับผู้ที่ไม่บริโภคเนื้อสัตว์เพราะ มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับโปรตีนจากสัตว์ นอกจากนั้นถั่วเหลืองเป็นแหล่งไขมัน และโปรตีนที่ดี และมีประโยชน์ต่อร่างกาย และยังประกอบด้วยสารอาหารที่สำคัญด้านโภชนาการ คือ คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินเอ บี 1, บี 2, บี 6, บี 12, ไนอาซิน วิตามินซี วิตามินดี และวิตามินอีอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีเลซิทินช่วยบำรุงสมอง เพิ่มทักษะความจำ ลดไขมัน และลดคอเลสเตอรอลในร่างกาย [9]

ดังนั้นผู้วิจัยเห็นประโยชน์ที่สำคัญจากกล้วยหอม ข้าวโพดและถั่วเหลืองซึ่งเป็นผลไม้ และพืชตระกูลถั่วที่มีประโยชน์ในด้านสารอาหาร และคุณค่าทางโภชนาการในวัตถุดิบหลักดังกล่าวจึงเกิดแนวความคิดที่จะนำประโยชน์พืชทั้ง 3 ชนิดมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลืองในรูปแบบชนิดใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการ ซึ่งเป็นผลดีต่อร่างกายถือเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ทำให้เกิดความหลากหลายในการเลือกบริโภค และเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้ทั้งกล้วยหอม ข้าวโพด และถั่วเหลือง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณกล้วยหอม ข้าวโพด และนมถั่วเหลืองที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลือง และประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมข้าวโพด และนมถั่วเหลืองด้านกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัส

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสูตรมาตรฐานเพื่อพัฒนาเป็นเครื่องดื่มกล้วยหอมผสมข้าวโพด และนมถั่วเหลือง

ศึกษากำหนดองค์ประกอบคงที่ ได้แก่ น้ำ น้ำตาลทราย ใบเตย และเกลือ แหล่งวัตถุดิบซื้อจากโลตัส สาขา รังสิต จังหวัดปทุมธานี ส่วนองค์ประกอบที่ผันแปร ได้แก่ กล้วยหอม ข้าวโพด และถั่วเหลือง โดยกำหนดองค์ประกอบที่ผันแปรในช่วงดังต่อไปนี้ กล้วยหอมในช่วงร้อยละ 30-70 ข้าวโพดในช่วงร้อยละ 30-50 และถั่วเหลืองในช่วงร้อยละ 20-30 โดยการวางแผนการทดลองแบบผสม (mixture design) สามารถกำหนดอัตราส่วนที่เหมาะสมจำนวน 4 สิ่งทดลอง โดยการแปรปริมาณกล้วยหอม ข้าวโพด และถั่วเหลืองอัตราส่วนที่ต่างกัน ดังนี้ สิ่งทดลองที่ 1 (ตัวควบคุม): 49:26:25, สิ่งทดลองที่ 2: 30:50:20, สิ่งทดลองที่ 3: 50:30:20 และสิ่งทดลองที่ 4: 40:30:30 ตามลำดับ และใช้ค่าที่ได้นี้ใช้ในการวิจัยต่อไป

2. การเตรียมวัตถุดิบกล้วยหอม ข้าวโพด และนมถั่วเหลือง

2.1 การเตรียมกล้วยหอม

ล้างทำความสะอาด ปอกเปลือกกล้วยหอม ชั่งกล้วยหอมในแต่ละสิ่งทดลองดัง (ตารางที่ 1) และหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 3 มิลลิเมตร เทส่วนที่เป็นเนื้อกล้วยหอมลงผสมในนมถั่วเหลืองที่เตรียมไว้ในขั้นตอนการเตรียมนมถั่วเหลือง (หัวข้อ 2.3) ต่อไป ดัดแปลงจาก [10]

2.2 การเตรียมนมข้าวโพด

ล้างผักข้าวโพดให้สะอาด ฝานออกเป็นชิ้นๆ ซึ่งข้าวโพดในแต่ละสิ่งทดลองดัง (ตารางที่ 1) ต้มจนสุก ทำการกรองออก พักให้สะเด็ดน้ำ ปั่นผสมกับน้ำดัง (ตารางที่ 1) ต้มข้าวโพด ทำการกรองกากข้าวโพดออกจากนมข้าวโพด

ผ่านผ้าขาวบาง ต้มนมข้าวโพด เติมน้ำ เกลือ และน้ำตาลทรายในแต่ละสิ่งทดลองตั้ง (ตารางที่ 1) ที่อุณหภูมิ 90°C. เป็นเวลา 10-15 นาที และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 15 นาที นมข้าวโพดที่เตรียมได้นำไปผสมกับการเตรียมนมถั่วเหลือง (ข้อ 2.3) ต่อไป [11] ดัดแปลงจาก [11]

2.3 การเตรียมนมถั่วเหลือง

ล้างเมล็ดถั่วเหลืองให้สะอาดแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 5 ชั่วโมง กรองออก พักให้สะเด็ดน้ำซังถั่วเหลืองในแต่ละสิ่งทดลองตั้ง (ตารางที่ 1) ปั่นผสมกับน้ำอุ่นตั้ง (ตารางที่ 1) กรองกากถั่วเหลืองออกจากน้ำนมด้วยผ้าขาวบาง ต้มนมถั่วเหลืองดิบ เติมน้ำตาล 4 กรัม และกล้วยหอม (ที่ผ่านการเตรียมข้อ 2.1) ผสมให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน โดยการให้ความร้อนทำการปรับอุณหภูมิในช่วง 40-50°C. จนถึงอุณหภูมิ 80-90°C. ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ทำการต้มให้ความร้อนอีกครั้งที่อุณหภูมิในช่วง 40-50°C. เป็นเวลานาน 5 นาที และนำวัตถุดิบที่ผ่านการเตรียมจากหัวข้อ 2.1-2.3 มาผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ดำเนินการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C. ระยะเวลา 4 วัน เพื่อรอการวิเคราะห์คุณภาพต่อไป ดัดแปลงจาก [5-6], [10-11]

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมข้าวโพดและนมถั่วเหลือง

ส่วนประกอบ	สิ่งทดลองที่			
	1	2	3	4
กล้วยหอม (กรัม)	250	153	255	204
ข้าวโพด (กรัม)	135	255	153	153
ถั่วเหลือง (กรัม)	125	102	102	153
น้ำตาล (กรัม)	4	4	4	4
เกลือ (กรัม)	0.25	0.25	0.25	0.25
น้ำ (มิลลิลิตร)	1,500	1,500	1,500	1,500
น้ำตาลทราย (กรัม)	50	50	50	50

ที่มา: ดัดแปลงจาก ชมภูณัฐ เพื่อนพิภพ; นงเยาว์ ไชยทิพย์; และ สิริรินทร์ เพ็ญประพัฒน์. (2557). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มถั่วเหลืองผสมน้ำผักโขมและน้ำสับปะรด. ใน เอกสารประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. หน้า 271-278. กรุงเทพฯ:

3. การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์

3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

วิเคราะห์ค่าความสว่าง และค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ตามวิธีการของ [12] บันทึกผล ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ภายนอกโดยการสังเกตด้วยตาเปล่า ดัดแปลงตามวิธีการของ [13] และความหนืดใช้เครื่องมือยี่ห้อ Brookfield รุ่น RVDV-IT PRO S/N RTP 85021 ดัดแปลงตามวิธีการของ [12]

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีการของ [12] ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ตามวิธีการของ [12] ปริมาณกรดทั้งหมด คำนวณในรูปกรดซัลฟิวริกโดยวิธีการไตเตรท ตามวิธีการของ [12]

3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ตามวิธีการของ [14]

3.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินผลลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic scale test โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ตัวแปรที่ต้องการทดสอบคือ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ตามวิธีการของ [15]

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Excel 2016 (เป็นโปรแกรมการวิเคราะห์ค่าสถิติในชุดโปรแกรม Microsoft) การทดลองใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี สำหรับการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance ; ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ตามวิธีการของ [15]

ผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณภาพด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลือง ผลการศึกษาดัง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพดและนมถั่วเหลือง

สิ่งทดลอง ที่	ลักษณะปรากฏ	ค่าที่วัดได้ ^{ns}		
		ความสว่าง ^{ns}	สีแดง ^{ns}	สีเหลือง ^{ns}
1	สีน้ำตาลอ่อนกลิ่นหอมกล้วยหอมและกลิ่นข้าวโพดเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน	80.24±2.21	0.83±1.27	14.99±0.78
2	สีน้ำตาลอ่อนกลิ่นหอมกล้วยหอมและกลิ่นข้าวโพดเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน	81.58±1.88	1.65±2.35	14.57±2.35
3	สีเหลืองน้ำตาลอ่อนกลิ่นหอมกล้วยหอมและกลิ่นข้าวโพดเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน	81.96±2.12	1.39±0.89	14.15±2.58
4	สีเหลืองน้ำตาลเข้มกลิ่นหอมกล้วยหอมและกลิ่นข้าวโพดเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน	81.53±2.53	1.07±1.94	14.26±1.26

หมายเหตุ: ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 95 (p>0.05)

จากการศึกษาคุณภาพด้านเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลือง ผลการศึกษาดัง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพดและนมถั่วเหลือง

สิ่งทดลองที่	ค่าที่วัดได้		
	ความเป็นกรด-ต่าง ^{ns}	ร้อยละกรดทั้งหมด ^{ns}	ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (^o บริกซ์) ^{ns}
1	6.05±0.19	0.54±0.37	14.00±0.88
2	6.29±0.28	0.44±0.09	14.20±0.51
3	6.29±0.18	0.28±0.13	14.00±0.65
4	6.23±0.35	0.35±0.45	14.20±0.37

หมายเหตุ: ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 95 (p>0.05)

จากการศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลือง โดยวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดในรูปแบบที่เรีย ผลการศึกษาพบว่า ไม่พบโคโลนีในทุกจานเลี้ยงเชื้อของการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในทุกสิ่งทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลืองผล การศึกษาดัง (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพดและนมถั่วเหลือง

สิ่งทดลองที่	คะแนนความชอบ				
	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบโดยรวม ^{ns}
1	7.50±1.28	7.00±1.17	6.90±2.17	7.00±1.82	7.30±2.61
2	7.70±1.13	6.90±1.19	6.90±2.08	7.00±1.42	7.10±1.51
3	7.20±2.62	7.20±1.22	7.00±1.25	7.10±2.30	7.10±1.12
4	7.60±1.09	7.10±1.69	6.90±1.63	7.00±2.53	7.40±1.57

หมายเหตุ: ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 95 (p>0.05)

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองจากการวิเคราะห์สมบัติกายภาพดัง (ตารางที่ 2) พบว่า ทุกค่าที่วัดได้คือความสว่าง สีแดง สีเหลือง และความหนืดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจาก การใช้สัดส่วนกล้วยหอม นมข้าวโพด และนมถั่วเหลืองในปริมาณที่ไม่แตกต่างกันมากพอทำให้ผลการวัดค่าสี ความสว่าง และความหนืดของ ผลิตภัณฑ์ในแต่ละสิ่งทดลองที่วัดได้มีความแตกต่างกัน จากผลที่ได้นี้อธิบายการเปลี่ยนแปลงได้ที่เกิดขึ้น สีเหลืองของ นมถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับปริมาณถั่วเหลืองที่ใช้ในการผลิต ถั่วเหลืองประกอบด้วยรงควัตถุเจนีสทิน (genistein) อยู่ในกลุ่ม

แอนโทแซนทิน (anthoxanthin) เป็นกลุ่มสารสีที่ไม่มีสีไปจนถึงมีสีเหลือง [16-17] การเติมไบเตยเป็นพืชที่มีสีเขียวมีคลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุที่สำคัญลงในปริมาณเล็กน้อย การเติมนมข้าวโพดทำให้นมถั่วเหลืองมีสีเข้มไปทางสีแดงกว่านมถั่วเหลืองปกติเกิดจากภายในเมล็ดข้าวโพดประกอบด้วยรงควัตถุประเภทแคโรทีนอยด์ คือ เบตา-คริปโตแซนทิน (β -cryptoxanthin) ประมาณ 1 ใน 3 และแซนโทฟิลล์ประมาณ 2 ใน 3 และลูเทออินที่ให้สีแดง-เหลือง เมื่อถูกความร้อนที่ใช้ในการผลิตจะแยกสารแคโรทีนอยด์ออกจากโปรตีนทำให้เปลี่ยนแปลงเป็นสีแดงสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในสิ่งทดลองที่ 2 ใช้ถั่วเหลืองน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 20 เทากับสิ่งทดลองที่ 3 แต่มีการใช้ข้าวโพดมากที่สุดถึงร้อยละ 50 การเติมกล้วยหอมทำให้นมถั่วเหลืองมีค่าความสว่าง คือ มีสีขาวมากขึ้น เนื่องจากกล้วยหอมมีรงควัตถุที่ให้สีเหลืองอย่างเบต้าแคโรทีน (β -carotene) ที่เป็นสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ซึ่งเมื่อผสมกับนมถั่วเหลืองจะเกิดการสลายตัวของแคโรทีนอยด์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันเนื่องจาก มีพันธะคู่อยู่จำนวนมาก โดยเป็นผลจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ทำให้สีจางลง ซึ่งสาเหตุสำคัญเกิดจากเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส ซึ่งมีอยู่ในเมล็ดถั่วเหลืองตามธรรมชาติ ออกซิไดซ์สร้างควัตถุเบตา-แคโรทีนเป็นอีพอกไซด์ คาร์บอนิล และแอลกอฮอล์มีผลต่อสี และกลิ่นรสของอาหาร [16-17] สอดคล้องกับสิ่งทดลองที่ 3 ที่มีการใช้กล้วยหอมมากที่สุด นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงสีที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ได้อิทธิพลจากปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลชนิดไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (caramelization) ที่อุณหภูมิการพาสเจอร์ไรซ์ในสิ่งทดลองเป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากการสลายตัวของโมเลกุลน้ำตาลด้วยความร้อนสูง และมีการเกิดโพลิเมอร์ของสารประกอบคาร์บอนได้เป็นสารสีน้ำตาล และจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard) ที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ในกล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลืองกับโปรตีนที่มีอยู่ในนมถั่วเหลืองในสภาวะที่ให้ความร้อนสูงในระหว่างการสเตอริไลซ์ [5-6], [16-19] ด้านกลิ่นพบว่า ผลิตภัณฑ์กล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลืองมีกลิ่นหอมของกล้วยหอมชัดเจน ซึ่งกลิ่นหอมเกิดจากสารเอสเทอร์ที่เกิดจากปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างบิวทิลแอลกอฮอล์กับกรดเอทานอิกได้ผลิตภัณฑ์เป็นบิวทิลเอทานอเอตที่เป็นกลิ่นกล้วยหอม [20] ร่วมกับกลิ่นหอมอ่อนๆ ของนมข้าวโพดหวานที่สามารถละลายน้ำได้ดี แต่กลิ่นของถั่วเหลืองมีกลิ่นอ่อนไม่ชัดเจน เนื่องจากความร้อนในการต้มไปยับยั้งเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (lipoxygenase) ที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในถั่วเหลือง คือ กรดไลโนเลอิกทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดเป็นสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะสลายตัวเป็นสารประกอบที่ระเหยได้เป็นอัลดีไฮด์ คีโตน และแอลกอฮอล์ ทำให้เกิดกลิ่นถั่วเหลืองขึ้น [21] รวมถึงการเติมไบเตยลงไปนมนมถั่วเหลืองขณะต้มก็ทำให้นมถั่วเหลืองมีกลิ่นหอมหวานมากขึ้นเกิดจาก 2-acetyl-1-pyrroline ซึ่งก่อนที่จะใส่ไบเตยลงไปต้มนั้นต้องย่างไบเตยให้เล็กน้อยก่อนที่จะมัดไบเตยเป็นชั้นใส่ลงไปนมนมถั่วเหลืองต้ม เพื่อลดกลิ่นเหม็นเขียวของไบเตยที่ไม่พึงประสงค์ได้ [5-6], [21]

จากการศึกษาลักษณะภายนอกที่ปรากฏในผลิตภัณฑ์ทุกสิ่งทดลองโดยการสังเกตด้วยตาเปล่า ผลิตภัณฑ์มีสีขาวอมเหลือง และแดง เนื่องจากข้าวโพดที่เติมลงไปประกอบด้วยรงควัตถุประเภทแคโรทีนอยด์ คือ เบตา-คริปโตแซนทิน (β -cryptoxanthin) ที่ให้สีแดง-เหลืองถูกความร้อนเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตจะแยกสารแคโรทีนอยด์ออกจากโปรตีนทำให้เปลี่ยนเป็นสีแดงที่ปรากฏออกมาเด่นชัด เมื่อรงควัตถุสีเหลืองและสีเขียวสลายตัวในด้านรสชาติผลิตภัณฑ์กล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลืองมีรสชาติหวานมันจากข้าวโพดหวานที่มีปริมาณน้ำตาลและปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง และได้รับหวานอมเปรี้ยวฝาดเล็กน้อยจากกล้วยหอมสุก ซึ่งการสุกของกล้วยหอมจะทำให้แป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาล และทำให้สารแทนนินที่เป็นกรดอ่อนรสฝาดในกล้วยหอมเกิดการสลายตัว [22] รวมถึงการปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาลทรายจนมีรสหวานละมุน และเติมเกลือป่นลงไปเล็กน้อยที่ให้รสเค็มเล็กน้อยของเกลียวยังช่วยเสริมความหวานมันของนมถั่วเหลืองได้ ในด้านเนื้อสัมผัสภายหลังจากเสร็จใหม่ๆ จะมีเนื้อสัมผัสที่เหลวข้น แต่ไม่มีความเหนียว และมีกากใยจากเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวโพดอยู่ในรูปคอลลอยตในนมถั่วเหลือง อีกทั้งมีเนื้อเจลจากเนื้อกล้วย

หอม ซึ่งโดยปกตินมถั่วเหลืองนั้นจัดว่าเป็นเครื่องดื่มที่เป็นอิมัลชัน (emulsion) เกิดจากหยดของไขมันที่รวมตัวกับโปรตีนบางส่วนที่ถูกห่อหุ้มด้วยสารลดแรงตึงผิวธรรมชาติอย่างกลุ่มฟอสโฟลิปิด (phospholipid) เลซิธิน (lecithin) เป็นองค์ประกอบและมีสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ดีทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นเนื้อเดียวกัน [16] แต่จากลักษณะปรากฏเมื่อตั้งผลิตภัณฑ์กล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลืองทิ้งไว้ 1 คืน พบว่า สิ่งทดลองที่ 3 ที่มีสัดส่วนการใช้กล้วยหอมมากที่สุดถึงร้อยละ 50 เกิดการตกตะกอนแยกชั้นระหว่างน้ำใสสีเหลืองอ่อนกับเนื้อ เนื่องจากกล้วยหอมปริมาณ 100 กรัม มีน้ำ 66.3 กรัม [22] โดยเฉพาะในกล้วยหอมสุกจะมีเปลือกที่บางลงจากการที่น้ำในเปลือกเข้าไปอยู่ในเนื้อแทนทำให้กล้วยหอมสุกมีปริมาณน้ำมากกว่าปกติ จึงไม่สามารถระเหยออกไปได้หมด อีกทั้งการต้มให้ความร้อนเดือดที่ระยะเวลาอันนานเกินไปจะทำให้เสียสภาพอิมัลชันเกิดน้ำใสสีเหลืองอ่อนแยกออกจากเนื้อ ในขณะที่เดียวกันผลิตภัณฑ์ทุกสิ่งทดลองเกิดการตกตะกอนของเส้นใยในข้าวโพดที่มากขึ้น จึงทำให้เกิดความขุ่น และมีการเติมเกลือป่นลงไปเล็กน้อยอย่างโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ไปปรับเลื่อน isoelectric point ของโปรตีนในนมถั่วเหลืองได้ ส่งผลให้เกิดลิ่มตะกอนของนมถั่วเหลือง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไม่มีการใช้สารที่ทำให้เกิดอิมัลชันใดๆ ดังนั้น ก่อนการบริโภคควรเขย่าก่อนดื่มเพื่อให้ชั้นตะกอนที่เกิดจากธรรมชาติมีความคงตัว และกระจายตัวในผลิตภัณฑ์ [5-6], [21]

จากผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดในผลิตภัณฑ์ทุกสิ่งทดลองพบว่า ไม่สามารถวัดค่าความหนืดได้ ทั้งนี้เหตุผลหนึ่งที่น่าเป็นไปได้ คือ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลือง ผ่านการกรองด้วยผ้าขาวบางมาหลายชั้น และหลายรอบจนเป็นเนื้อเดียวกันทำให้มีผลต่อความหนืด รวมถึงการให้ความร้อนในการต้มเป็นเวลานานทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพ และการใช้กล้วยหอมสุกทำให้มีปริมาณแป้งต่ำ เนื่องจากแป้งถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ซึ่งแป้งเป็นตัวเพิ่มความข้นหนืดให้กับผลิตภัณฑ์ ส่วนข้าวโพดที่ใช้เป็นข้าวโพดหวานที่มีปริมาณแป้งต่ำเช่นกัน แต่มีปริมาณน้ำตาลสูง และเส้นใยอยู่ในรูปแบบที่ละลายน้ำ ทำให้มีความสามารถในการพองตัวได้คล้ายกับพองน้ำ แต่ไม่มีความหนืดทำหน้าที่เหมือนตัวช่วยทำความสะอาดระบบทางเดินอาหาร และทำให้อิ่มเร็วขึ้น จากการทดลองผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทุกสิ่งทดลองก่อนที่นำมาวัดความหนืดมีการอุ่นให้ละลายก่อนนำมาใช้จะทำให้ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอาจจะไม่มากเกินไปที่จะทำให้เกิดความข้นหนืดได้ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจาก สัดส่วนปริมาณของแข็งในวัตถุดิบไม่มากพอที่จะทำให้เกิดความข้นหนืดได้ และที่สำคัญ อาจจะเป็นข้อจำกัดเครื่องมือวัดความหนืดซึ่งได้ทดลองเปลี่ยนหัวเข็มที่ใช้วัดเบอร์ 2 และ 3 ยังไม่สามารถวัดได้ [4-5], [20]

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีพบว่า ทุกค่าที่วัดได้คือ ความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.05 – 6.29 ร้อยละกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.28-0.54 และของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 14.0 – 14.2^oบริกซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลืองมีค่าความเป็นกรดอ่อน (low acid food) ดังนั้นค่าความเป็นกรด-ด่างขึ้นอยู่กับปริมาณถั่วเหลืองที่ใช้ในการผลิต ถ้าใช้ปริมาณถั่วเหลืองสูงจะทำให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ ในขณะที่เดียวกันการใช้ปริมาณถั่วเหลืองน้อย และแทนที่สัดส่วนที่เหลือด้วยกล้วยหอม และข้าวโพดจะทำให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากการเสียสภาพของโปรตีนในถั่วเหลืองมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นความเป็นกรด-ด่างลดลง และนมข้าวโพดมีค่าความเป็นกรดอ่อนรวมถึงกล้วยหอมที่สุกความเป็นกรดจะลดลง อีกทั้งโปรตีนถั่วเหลืองส่วนใหญ่เป็นโปรตีนประเภทโกลบูลิน (globulin) ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำในช่วงที่เรียกว่า จุดไอโซอิเล็กทริก (isoelectric point) เป็นจุดที่มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4.2 -4.6 [23] ซึ่งกรดในอาหารมีความสัมพันธ์กับรสเปรี้ยว (sour) ของอาหาร การคำนวณร้อยละกรดทั้งหมดอยู่ในรูปของกรดซิตริก ซึ่งกรดซิตริก (citric acid) เป็นกรดอินทรีย์ (organic acid) ที่พบในผลไม้อย่างกล้วยหอมเป็นกรดอ่อน (weak acid) [5-6] นอกจากนี้ในช่วงความเป็นกรด-ด่างในช่วงที่วัดได้เป็นช่วงที่เหมาะสมป้องกันมิ

ให้โปรตีนนมถั่วเหลืองเกิดการตกตะกอนเป็นลิมที่จุดไอโซอิเล็กทริก (isoelectric point) ในระหว่างการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรซ์ [5-6], [23] ส่วนการวัดของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลือง ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดใช้บ่งชี้ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเป็นผลรวมของของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ได้แก่ ซูโครส กลูโคส ฟรักโทส กรดซิตริก และแร่ธาตุต่างๆ จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันเนื่องจากในส่วนของปริมาณที่ใส่กล้วยหอม ข้าวโพดหวาน และถั่วเหลืองมีปริมาณสัดส่วนที่รวมกันได้ร้อยละ 100 เท่ากันทุกสิ่งทดลอง การเติมน้ำตาลทรายเท่ากันทุกสิ่งทดลองส่งผลให้ค่าที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างกัน [5-6]

จากผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สิ่งทดลองพบว่าไม่พบการเจริญเติบโตในทุกสิ่งทดลอง ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนมถั่วเหลืองกำหนดไว้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนมถั่วเหลืองคือ จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 ซีเอฟยู/มล. (มผช. 529/2558) [24] แสดงว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทุกสิ่งทดลองผ่านการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรซ์ กระบวนการเทคนิคขั้นตอนในการผลิตมีความสะอาด และมีความปลอดภัยต่อการบริโภค สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวที่อุณหภูมิแช่เย็น 4°C เป็นเวลา 4 วันช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี และกระบวนการทางชีวภาพเนื่องจากการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ทุกสิ่งทดลองแบบพาสเจอร์ไรซ์ [6], [19], [25-26]

จากผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลืองทุกสิ่งทดลองโดยใช้แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 9-point hedonic scale โดยผู้ทดสอบชิมไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าปริมาณกล้วยหอม นมข้าวโพด และนมถั่วเหลืองที่เติมลงไป และการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรซ์ และเวลาไม่มีผลต่อคะแนน โดยปกติพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเหลืองมีกลิ่นเหม็นเขียว กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ถั่วเกี่ยวข้องกับสารประกอบที่ระเหยได้สารสำคัญ คือ เอนไซม์ไลโปออกซิจีเนสตามธรรมชาติที่พบในถั่วเหลืองกรดไขมันไม่อิ่มตัวคือ กรดไลโนเลอิกทำปฏิกิริยากับออกซิเจนหรือถูกแสงแดดมีเอนไซม์ และโลหะ เช่น เหล็ก ทองแดงเป็นตัวเร่งเกิดเป็นสารประกอบไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เมื่อเกิดการสลายตัวเป็นสารประกอบที่ระเหยได้ เช่น อัลดีไฮด์ คีโตน และแอลกอฮอล์ทำให้เกิดกลิ่นถั่ว [5], [18], [26-28] กลิ่นหอมของกล้วยสดเจ็น ซึ่งเกิดจากสารเอสเทอร์ที่เกิดจากปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างบิวทิลแอลกอฮอล์กับกรดเอทานอิกได้ผลิตภัณฑ์เป็นบิวทิลเอทานอเอตที่เป็นกลิ่นกล้วยหอม [20] การเติมใบเตยในปริมาณที่เหมาะสมทำให้ช่วยลดการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในนมถั่วเหลืองได้ [5], [29] เนื่องจากผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทุกสิ่งทดลองมีกลิ่นของกล้วยหอมเป็นกลิ่นที่โดดเด่นเหมือนกันซึ่งปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาลทรายให้รสหวานระดับพอดี ผู้ทดสอบชิมมีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทำให้ดื่มง่าย และเป็นที่ยอมรับแก่ผู้ทดสอบชิมในทุกสิ่งทดลองที่มีการใช้นมข้าวโพด กล้วยหอม และถั่วเหลืองในปริมาณใกล้เคียงกันในทุกสิ่งทดลองทำให้มีเนื้อสัมผัส และสีใกล้เคียงกันมากจนไม่สามารถหาความแตกต่างได้ด้วยตาเปล่าได้อย่างชัดเจน

สรุปผลการวิจัย

เมื่อพิจารณาปริมาณกล้วยหอม นมข้าวโพด และนมถั่วเหลืองที่เหมาะสมที่เติมลงในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม

กล้วยหอมผสมนมข้าวโพด และนมถั่วเหลือง ผลการวิเคราะห์ด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส พบว่า สิ่งทดลองที่ 3 ประกอบด้วยกล้วยหอม นมข้าวโพด และนมถั่วเหลืองในอัตราส่วน 50:30:20 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ย การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสมากที่สุด คือ 7.2, 7.0 และ 7.1 ตามลำดับ และเนื่องด้วยข้อเสียของพืชตระกูลถั่ว คือ การเกิดกลิ่นเหม็นเขียวซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ จากข้อสรุปที่ได้นี้สามารถนำมาปรับใช้ในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพได้เหมาะสมสำหรับผู้ที่มีความเป็นห่วงใยในเรื่องสุขภาพ ดังนั้น จึงควรศึกษา วัตถุประสงค์ทางการเกษตรอื่นที่มีศักยภาพความเป็นไปได้ เช่น ถั่วแดง ถั่วขาว และสมุนไพรรวม เช่น ตะไคร้ [30] โดยศึกษา อัตราส่วนที่เหมาะสมรวมถึงสารให้ความหวานชนิดอื่นที่ให้พลังงานต่ำ เช่น ซูคราโลส เพื่อปรับปรุงกลิ่น รสชาติ และวิธีการกำจัดกลิ่นถั่วซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดผงโดยวิธีการทำแห้งแบบโฟมเมท ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในเรื่องการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานสามารถบริโภคได้ตลอดทั้งปี

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล้วยหอมผสมนมข้าวโพดและนมถั่วเหลือง สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่สนับสนุนทุนวิจัยด้วยงบประมาณคณะฯ จนแล้วเสร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] กองวิจัยเศรษฐกิจการค้ำมหภาค สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. (2564). ผลการศึกษาอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มซึ่งการส่งออกสร้างรายได้เข้าประเทศอย่างแท้จริง. สืบค้นวันที่ 2 มีนาคม 2565, จาก <http://www.tpsoc.moc.go.th/sites/default/files/phikaarsueksaautsaakhrmaahaaraelaekhruengduuem.pdf>
- [2] อภิรดา รินพล; เนตรชนก หลวงแสน; และ พิมพร ดอนมูล. (2554). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากธัญพืช. ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 พ.ศ.2554. 1-4 กุมภาพันธ์ 2554. หน้า 141- 147. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [3] ราณี สุรกาญจน์กุล. (2553, ตุลาคม-ธันวาคม). การผลิตน้ำใบบัวบกเพื่อสุขภาพ. วารสารอาหาร. 40(4): 327-333.
- [4] วัฒนา วิวิรุณิก. (2564). ผลของชนิดและปริมาณนมแพะและนมวัวต่อคุณภาพเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่จากนมแพะผสมนมวัว. ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 4 พ.ศ. 2564. 7 มกราคม 2564. หน้า 1106-1115. บุรีรัมย์: มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- [5] สุรีย์ แก้วเที่ยง. (2552). เครื่องดื่มหน้านมถั่วเหลืองผสมน้ำแครอท. ปรินญาณิพนธ์ คศ.ม. (คหกรรมศาสตร์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- [6] ชมภูษุช เผื่อนพิภพ; นงเยาว์ ไชยทิพย์; และ สิริพันธ์ เพ็ญประพัฒน์. (2557). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มนมถั่วเหลืองผสมน้ำผักโขมและน้ำสับปะรด. ใน เอกสารประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52 พ.ศ. 2557. 4-7 กุมภาพันธ์ 2557. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. หน้า 271-278. กรุงเทพฯ:
- [7] จุฬา พีร์พัชระ. (2547). ผลิตภัณฑ์ขนมอบจากแป้งกล้วย. โอเดียนสโตร์: กรุงเทพมหานคร.

- [8] สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้เรื่อง ข้าวโพด. สืบค้นวันที่ 29 ธันวาคม 2561, จาก <http://siweb.dss.go.th/repack/repack>
- [9] Borowska, M.; and Prusiński, J. (2021, June). Effect of Soybean Cultivars Sowing Dates on Seed Yield and Its Correlation with Yield Parameters. *Journal of Plant, Soil and Environment*. 67(6): 360–366.
- [10] สุภามาศ หาญเพิ่มชัย. (2563). สมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งกล้วยและการนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตน. ปรินญาณิพนธ์ วท.ม. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [11] ฤทัย เรื่องธรรมสิงห์; พรทิพย์ ปิยะสุวรรณยิ่ง; และ น้องนุช ศิริวงศ์. (2559, เมษายน-มิถุนายน). การพัฒนาสูตรพุดดิ้งนมสดที่ทดแทนด้วยน้ำนมข้าวโพด. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 44(2): 345-354.
- [12] AOAC. (2000). *Official of Association of Analytical Chemists*. 17thedition. Washington D.C.: Association of Analytical Chemists.
- [13] จุฬารัตน์ เลิศบรรจงศรี; และ รลิตา โอสถานนท์. (2549). การศึกษากระบวนการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวแดง. กรุงเทพฯ. รายงานการวิจัย ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- [14] FDA Bacteriological Analytical Manual (BAM). (2008). *Chapter 3 and 18*. Retrieved 13 October 2008 from <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/default.htm>
- [15] ไพโรจน์ วิริยจारी. (2545). การประเมินทางประสาทสัมผัส. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [16] นิธิยา รัตนปนนท์. (2551). *เคมีอาหาร*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- [17] วิภาพร สร้อยสม. (2550). ผลของการพาสเจอร์ไรซ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำนมข้าวโพด. การค้นคว้าอิสระ วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [18] ทัดดาว ภาณีผล; นิลาวรรณ อินจันทร์; และ สลิลทิพย์ สุขมาก. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผสมน้ำมะม่วงสเตอริไลซ์. ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 13 พ.ศ. 2560. 7 กันยายน 2560. หน้า 465-471. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [19] นนทพร รัตนจักร์; และคณะ. (2562, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำเต้าหู้เพื่อสุขภาพโดยใช้ซูคราโลสและปลายข้าวหอมนิล. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี*. 16(2): 49-59.
- [20] Rattanatavon, S.; Siriphunt, P.; and Vatthanakul, S. (2020, March). Development of Banana Flavour Carrageenan Jelly Drink Fortified with Banana Peel Extracts. *International Journal of Agricultural Technology*. 16(3): 685-694.
- [21] Riaz, M.N. (1999, February). Soybeans as Functional Foods. *Cereal Foods World*. 44(2): 88-92.

- [22] สุนทรีย์ แสงสีโสตน. (2543, พฤษภาคม). กล้วย: ผลไม้สารพัดประโยชน์. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ*. 48(153): 3-5.
- [23] มัณฑนา ร่วมรักษะ; วิภา คำดา; และ ทศนีย์ ลิ้มสุวรรณ. (2529, กุมภาพันธ์). ผลของวิธีการผลิตต่อคุณภาพนมถั่วเหลือง. *อาหาร*. 16(2): 59 -71.
- [24] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2558). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำนมถั่วเหลือง (มผช.529/2558)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [25] Aquino-Bolaños, E.N. *et al.* (2016, May). Anthocyanin, Polyphenol, and Flavonoid Contents and Antioxidant Activity in Mexican Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 28(8): 581-588.
- [26] นีอร ชุมศรี; ศุภศิษฏ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์; ทวีวรรณ สารีบท; และ เกรียงไกร การชัยศรี. (2562, กรกฎาคม-กันยายน). การพัฒนาเครื่องต้มถั่วเมล็ดรวมผ่านการเพาะงอก. *วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน*. 25(3): 89-98.
- [27] Alhendi, A.S. (2016). *Inactivation of Lipoyxygenase in Soymilk and Soybean by Pulsed Light*. Doctoral Dissertation. USA: Florida University.
- [28] Yan-Chun, L.; Huan-Lu, S.; Xin, L.; Liang, W.; and Shun-Tang, G. (2011, January-February). Influence of Blanching and Grinding Process with Hot Water on Beany and Non-Beany Flavor in Soymilk. *Journal of Food Science*. 76(1): S20-5.
- [29] ศิริญา วันตะ; อรุษา จันทร์กลิ่น; และ ปราณี เลิศแก้ว. (2558). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มนมถั่วมะแฮะผสมน้ำใบเตย. ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ การประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 2 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร พ.ศ.2558. 22 ธันวาคม 2558. หน้า 548-555. กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.*
- [30] รวมพร เลี่ยมแก้ว; และ เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2561, มกราคม-มิถุนายน). การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำนมข้าวโพดผสมธัญพืช. *วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี*. 7(1): 82-91.

**RANC15-043 การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ
ออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษา
DEVELOPMENT OF ONLINE PROFESSIONAL LEARNING COMMUNITY
MANAGEMENT SYSTEM SOFTWARE TO SUPPORT THE PERFORMANCE
OF EDUCATIONAL PERSONNEL**

สายชล จินโจ^{1*} จิตเกษม พัฒนาศิริ²
Saichol Jinjo^{1*}, Chitgasame Pattanasiri²

¹โรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรป. กลางอุปถัมภ์” จังหวัดกาฬสินธุ์
¹Nakhupattana School, Ko Ro Po Klang Uppatham, Kalasin Province.

²ศาลภาษีอากรกลาง

²Central Tax Court.

*Corresponding author, E-mail: saicholjinjo@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) หาประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษา 2) ทดลองใช้ซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษา และ 3) ประเมินความพึงพอใจของบุคลากรทางการศึกษาที่มีต่อซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานกลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลสำคัญในการสัมภาษณ์ ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา หัวหน้ากลุ่มสาระและบุคลากรทางการศึกษา จำนวน 10 ท่าน การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบใช้หลักการของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) โดยใช้โปรแกรมการจัดการฐานข้อมูลและโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ดำเนินการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือบุคลากรทางการศึกษาโรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรป.กลางอุปถัมภ์” จำนวน 58 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์แบบทดสอบ แบบสอบถามความพึงพอใจสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานด้วยค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษาโดยรวมอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมากที่สุด 2) กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังอบรมสูงกว่าคะแนนก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการใช้งานซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์อยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ระบบบริหารจัดการ การปฏิบัติงาน บุคลากรทางการศึกษา

Abstract

The objectives of this research were: 1) to determine the effectiveness of the online professional learning community management system to support the performance of educational personnel; 2) to try out the online professional learning community management system software to support the practice. and 3) assessed the satisfaction of educators with the online professional learning community management system software to support their work. The sample group that gave important information in the interview was school administrators. Head of the content group and 10 educational personnel. System software development is based on the principles of System Development Life Cycle (SDLC) by using database management programs and computer language programs. The trial was conducted with the samples used in the research were Educational personnel at Bannakhupattana Ko Ro Po Klang Uppatham sponsored by 58 people. The tools used in the research were: Online Professional Learning Community Management System Software, Quiz, Satisfaction Questionnaire The statistics used to analyze the data were mean, standard deviation. The hypothesis was tested with a t-test. The results showed that 1) the results of the assessment of the effectiveness of the online professional learning community management system software to support the performance of educational personnel as a whole were at the most appropriate level. 2) The sample group had a statistically significantly higher score after training than the score before training at the .05 level, and 3) the sample group had a satisfactory level of satisfaction with the online professional learning community management system software. the most level.

Keywords: Professional Learning Community, Management System, Operations, Education Personnel

บทนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาได้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในโลกเป็นไปอย่างรวดเร็วและหลากหลายมิติ มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของโลก จากเศรษฐกิจสังคมอุตสาหกรรมมุ่งสู่เศรษฐกิจสังคมดิจิทัล ที่ต้องอาศัยอาศัยเทคโนโลยีสมัยใหม่มากขึ้น สภาวะการเปลี่ยนแปลงของโลกในปัจจุบันส่งผลให้นานาประเทศ ต่างให้ความสำคัญในการร่วมมือเพื่อความอยู่รอดและผลประโยชน์ของประเทศชาติ ซึ่งเป็นเหตุผลสำคัญประการ หนึ่งที่ทุกประเทศทั่วโลกต้องเร่งพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพเทียบมาตรฐานสากล [1] ดังนั้นปัจจัยสำคัญในการ พัฒนาชาติคือการพัฒนาศักยภาพของคนในชาติโดยผ่านการจัดการศึกษา โดยการจัดการศึกษาที่ดีนั้นต้องเป็น การเตรียมคนในชาติให้พร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ดังเช่นที่ปรากฏในแผนพัฒนาการศึกษาของ กระทรวงศึกษาธิการฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ได้กำหนดยุทธศาสตร์ในการจัดการศึกษา มีการพัฒนา หลักสูตร การเรียนการสอน กระบวนการเรียนรู้ การวัด และประเมินผล โดยกำหนดเป้าหมายให้ผู้เรียนแต่ละ ระดับการศึกษา ได้รับการพัฒนาขีดความสามารถเต็มตามศักยภาพ ที่มีอยู่ในตัวตนของแต่ละบุคคล และมี คุณลักษณะนิสัยที่พึงประสงค์ มีองค์ความรู้ที่สำคัญและทักษะ การเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21 รวมทั้งทักษะ การดำรงชีวิต และทักษะความรู้ความสามารถ และสมรรถนะในการปฏิบัติงานการปฏิรูปการศึกษาในประเทศไทย จำเป็นต้องใช้กระบวนการที่ใหม่โดยการประสานภาคีแนวร่วม และใช้ชุมชนครูเป็นฐาน มุ่งเน้นการเปลี่ยนแปลง ที่สำคัญคือเปลี่ยนแปลงครูผู้สอนให้เป็นผู้จัดกระบวนการเรียนรู้ เปลี่ยนแปลงกระบวนการเรียนการสอนให้เป็น กระบวนการเรียนรู้ โดยคงความเป็นเลิศทางวิชาการ และเตรียมเยาวชนให้มีทักษะการเรียนรู้ ทักษะการใช้ชีวิต และทักษะการทำงานในศตวรรษใหม่ (21st Century Skills) รวมทั้งเปลี่ยนแปลงห้องเรียน ให้เป็นพื้นที่เรียนรู้

ประเทศไทยควรมีระบบการปฏิรูปการศึกษาที่สอดคล้องกับสภาพปัญหา และความต้องการ พัฒนาระบบการ
มนุษย์ให้มีศักยภาพความสามารถแข่งขันในเวทีโลกได้ โดยใช้แนวทางปฏิรูปการศึกษาการสร้างชุมชนการเรียนรู้
ทางวิชาชีพครู เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ซึ่งกันและกัน [2]

จากที่กล่าวมานักการศึกษาและนักวิจัยทางการศึกษาจึงได้เสนอวิธีการ ที่แนะทางปฏิบัติให้กับโรงเรียน
หรือสถานศึกษานั้นก็คือ โรงเรียนจำเป็นต้องให้ครูมีการทำงานและเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งนั่นก็คือเป็นการพยายาม
ค้นหาที่จะทำความเข้าใจถึงบริบทต่าง ๆ ในงานของครู ตลอดจนความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน นั่นเอง ซึ่งทำให้
เกิดการเรียกว่า “ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ” หรือ Professional Learning Community [3] สำหรับการทำงาน
ร่วมกันในลักษณะชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ถือเป็นกระบวนการทำงานที่ส่งผลให้เกิดการพัฒนาที่เป็นรูปธรรม
วิธีการดังกล่าวจึงทำให้กระทรวงศึกษาธิการเองได้มีการกำหนดนโยบายเกี่ยวกับการพัฒนาวิชาชีพครู โดยให้
ดำเนินงานในการประชุมเชิงปฏิบัติการเตรียมการอบรม PLC (Professional Learning Community) ชุมชน
การเรียนรู้ทางวิชาชีพมีแนวทางส่งเสริมให้มีการอบรมให้กับครูและผู้บริหารสถานศึกษา และมีผลในการเลื่อน
ตำแหน่ง โดยมีการกำหนดชั่วโมงปฏิบัติงาน ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ เป็นชั่วโมงในการพัฒนาตนเอง
และพัฒนาวิชาชีพ [4] ซึ่งสอดคล้องกับณรงค์ฤทธิ์ อินทนาม [5] ได้สรุปเกี่ยวกับบริบทของวงการการศึกษาไว้ว่า
ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูเป็นแนวคิดที่ประกอบด้วยแบบแผน ทางพฤติกรรม เช่น ความสัมพันธ์ระหว่าง
บุคคลและแบบแผนทางความเชื่อหรือบรรทัดฐาน เช่น เป้าหมายและค่านิยม ส่วนนิยามของคำว่า ชุมชนการ
เรียนรู้ทางวิชาชีพครูประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นกระบวนการ เช่น การแลกเปลี่ยนและการพูดคุย สอบถาม
เชิงวิพากษ์วิจารณ์ การสะท้อนผลและความร่วมมือ รวมพลัง ในการปฏิบัติงานส่วนที่เป็นผลลัพธ์ที่คาดหวัง
ในการปฏิบัติงาน คือ การเป็นครูมืออาชีพที่มุ่งสู่ผลประโยชน์การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญ

ในปัจจุบันการระบาดของเชื้อไวรัส โควิด-19 ส่งผลต่อระบบการศึกษาเป็นอย่างมาก ตั้งแต่เชื้อไวรัส
เริ่มระบาดในประเทศจีนปลายปีที่แล้วจนถึงปัจจุบัน UNESCO รายงานว่ารัฐบาล 191 ประเทศทั่วโลก ประกาศปิด
สถานศึกษาทั้งประเทศ มีผู้เรียนได้รับผลกระทบกว่า 1.5 พันล้านคน (มากกว่าร้อยละ 90 ของผู้เรียนทั้งหมด)
สำหรับประเทศไทยสถานการณ์การระบาดเกิดขึ้นในช่วงสถานศึกษาชั้นพื้นฐานปิดภาคเรียน โดยในช่วงต้นเดือน
เมษายน คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบให้เลื่อนวันเปิดเทอมภาคเรียนที่ 1 ไปเป็นวันที่ 1 กรกฎาคม 2563 ไทยจึงมี
โอกาสทบทวนบทเรียนจากต่างประเทศเพื่อเตรียมตัวให้พร้อมในการจัดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่สอดคล้องกับ
มาตรการป้องกันการระบาด พร้อมกับเตรียมมาตรการต่าง ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียนได้รับผลกระทบจากรูปแบบ
การเรียนที่เปลี่ยนไป การระบาดของไวรัสโควิด-19 ส่งผลกระทบต่อการศึกษาไทยอย่างรุนแรง เพราะเป็น
การซ้ำเติมปัญหาที่มีอยู่แต่เดิม คือ คุณภาพการศึกษา และความเหลื่อมล้ำสูง เพิ่มความยากลำบากต่อผู้มีส่วน
เกี่ยวข้องทั้งนักเรียน ครู ผู้ปกครอง และสถานศึกษา การเปลี่ยนผ่านทางเทคโนโลยีทำให้วงการการศึกษาทั่วโลก
ได้รู้จักกับการเรียนการสอนในรูปแบบ ‘ออนไลน์’ มาแล้วได้พักใหญ่ ทว่าเมื่อเกิดการระบาดของโควิด-19 การเรียน
ในโหมดออนไลน์ก็ได้กลายเป็น ‘ทางเลือก’ ของการเรียนการสอนในหลายพื้นที่ทั่วโลกทันที
ดังนั้นจึงปฏิเสธไม่ได้ว่าเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันและด้านการศึกษา จากที่กล่าวมาถึง
ความสำคัญของชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community หรือ PLC) ซึ่งเป็นกระบวนการ
สำคัญที่ช่วยยกระดับการสอนของครูให้สามารถเข้าใจถึงปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการทำให้นักเรียนไม่สามารถ
เรียนรู้ได้ตามเป้าประสงค์ทางการศึกษา และสามารถนำปัญหานั้นมาปรับปรุงวิธีการสอนของครูให้สามารถลด
ปัญหาที่เกิดขึ้นให้เหลือน้อยที่สุดหรือไม่มีอีกต่อไป แต่ด้วยปัญหาการระบาดของโรคทางเดินหายใจจากไวรัส
โคโรนาหรือโรคโควิด-19 ทำให้การพบปะของครูเพื่อแก้ไขปัญหาทางการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นเป็นไปด้วยความ
ยากลำบากมากขึ้นตามนโยบายเว้นระยะห่างทางสังคม (Social Distancing) การพัฒนาระบบที่ทำงานผ่านระบบ
ออนไลน์ จึงเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทาง

วิชาชีพหรือ PLC Online ซึ่งจะเป็นการจำลองการทำงานของชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ที่ทำให้ครูแต่ละคนสามารถเข้ามาช่วยกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ผ่านระบบออนไลน์ทั้งในแบบการพูดคุยกันสด (Live) ผ่านโปรแกรม Google Meets หรือฝากข้อความผ่านระบบกระดานข่าวสาร (Web Board) และมีการรวบรวมข้อมูลการประชุมต่าง ๆ ไว้อย่างเป็นระบบ (Data Bank) เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ครูสามารถแก้ไขปัญหาการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังช่วยลดปัญหาการจัดเก็บข้อมูลรายงานการประชุมต่าง ๆ ที่จะช่วยให้สร้างสมุดบันทึกรายงานกระบวนการจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพของโรงเรียน (Log Book) เป็นไปโดยสะดวก รวดเร็ว สามารถเรียกใช้งานได้ทันทีที่ต้องการใช้งานได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษา
2. เพื่อทดลองใช้ซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษา
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของบุคลากรทางการศึกษาที่มีต่อซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงาน

วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษาในครั้งนี้เป็นการพัฒนาด้วยวิธีวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) โดยระบบที่พัฒนาเริ่มด้วยการพัฒนาระบบใหม่และนาระบบเดิมที่มีอยู่มาปรับเปลี่ยนให้ดียิ่งขึ้น ภายในวงจรมีจะแบ่งกระบวนการพัฒนาออกเป็น 5 กระบวนการ ดังนี้

กระบวนการที่ 1 การวางแผนระบบ เป็นการศึกษาปัญหาและความต้องการในการเปลี่ยนแปลงระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เบื้องต้นและศึกษาความเป็นไปได้ จากกลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูลที่สำคัญ

กระบวนการที่ 2 การวิเคราะห์ระบบ เป็นการวิเคราะห์ความต้องการระบบใหม่และการสร้างแบบจำลองเชิงตรรกะจากผลการสำรวจในขั้นตอนที่ผ่านมา

กระบวนการที่ 3 การออกแบบระบบ เป็นการสร้างพิมพ์เขียวของระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ใหม่ที่ต้องการ เช่น ออกแบบฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนา ระบบประมวลผลฐานข้อมูล และส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)

กระบวนการที่ 4 การปรับใช้ระบบ เป็นการเขียนโปรแกรม ทำการทดสอบระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ จัดทำเอกสาร การติดตั้งเพื่อใช้งานจริง รวมถึงการฝึกอบรมผู้ใช้ (Workshop) และการประเมินผล (Evaluation) เพื่อตัดสินใจใช้ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ในรูปแบบของความพึงพอใจของผู้ใช้ ซึ่งกำหนดตามแบบแผนการทดลองในครั้งนี้

กระบวนการที่ 5 การบำรุงรักษาระบบ เป็นการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับการเปลี่ยนระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ การให้สิทธิในการเข้าถึง (Access) รวมถึงการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษาทำการสังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารวิชาการ บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพนำมาออกแบบระบบประกอบด้วย (ภาพที่ 1)

1. ระบบบริหารจัดการสำหรับผู้ดูแลระบบ
2. ระบบบริหารจัดการสำหรับผู้บริหาร (Administrator)
3. ระบบบริหารจัดการสำหรับหัวหน้ากลุ่มสาระ/ฝ่ายวิชาการ (Mentor)
4. ระบบบริหารจัดการสำหรับผู้เชี่ยวชาญ (Expert)
5. ระบบบริหารจัดการสำหรับครูผู้สอน (Model Teacher)
6. ระบบบริหารจัดการสำหรับครูร่วมเรียนรู้ (Buddy Teacher)

การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ใช้ขั้นตอนการนำ PLC ไปสู่การปฏิบัติในสถานศึกษาจากคู่มือการอบรมคณะกรรมการขับเคลื่อนกระบวนการ PLC (Professional Learning Community) “ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ” สู่สถานศึกษาระดับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา [6] โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนประกอบด้วย

1. การรวมกลุ่ม PLC (รวมกลุ่มครูที่มีปัญหา/ความต้องการเดียวกัน เช่น ครูกลุ่มสาระเดียวกัน ครูที่สอนในระดับชั้นเดียวกัน)
2. ค้นหาปัญหาความต้องการ (ร่วมกันเสนอปัญหา/ความต้องการจัดกลุ่มปัญหาจัดลำดับความจำเป็นเร่งด่วน และเลือกปัญหาเพียง 1 ปัญหา โดยการพิจารณาร่วมกัน)
3. ร่วมกันหาแนวทางในการแก้ปัญหา (เรื่องเล่าเร้าพลัง/บอกเล่าประสบการณ์ที่แก้ปัญหาได้สำเร็จค้นหาตัวอย่าง/รูปแบบที่ประสบความสำเร็จ และร่วมกันตัดสินใจเลือกรูปแบบ/วิธีการ/นวัตกรรมในการแก้ปัญหา)
4. ออกแบบกิจกรรมการแก้ปัญหา (ออกแบบกิจกรรมตามวิธีการ/นวัตกรรมที่กลุ่มเลือก)
5. แลกเปลี่ยนเสนอแนะ (นำเสนอกิจกรรมการแก้ปัญหา ให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีประสบการณ์ให้ข้อเสนอแนะ)
6. นำสู่การปฏิบัติ/สังเกตการสอน (นำกิจกรรมไปใช้ในการแก้ปัญหา และผู้สังเกตการณ์เข้าร่วมสังเกตในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น การเยี่ยมชั้นเรียนสังเกตการสอน เป็นต้น)
7. สะท้อนผล (สรุปผลการนำรูปแบบ/วิธีการ ในการนำไปแก้ปัญหา และอภิปรายผลการแก้ปัญหาเสนอแนะแนวทางในการพัฒนา)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็น บุคลากรทางการศึกษาโรงเรียนในกลุ่มสหวิทยาเขตพลังผึ้ง ประกอบด้วย 6 โรงเรียน ได้แก่ 1) โรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา 2) โรงเรียนพระเทพญาณวิศิษฐ์อุตรดิตถ์ 3) โรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา "กรป.กลางอุปถัมภ์" 4) โรงเรียนบ่อแก้วพระเทพญาณวิศิษฐ์พัฒนา 5) โรงเรียนนามนพิทยาคม และ 6) โรงเรียนมอสวนชิงพิทยาสรรพ์

กลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลสำคัญในการสัมภาษณ์ ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา หัวหน้ากลุ่มสาระและบุคลากรทางการศึกษาโรงเรียนในกลุ่มสหวิทยาเขตพลังผึ้ง จำนวน 10 คน [7]

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ บุคลากรทางการศึกษาโรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา "กรป.กลางอุปถัมภ์" คัดเลือกโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) หน่วยโรงเรียนในกลุ่มสหวิทยาเขตพลังผึ้ง จำนวนบุคลากรทางการศึกษา 58 คน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่ การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษา

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความพึงพอใจของบุคลากรทางการศึกษาที่มีต่อซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงาน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์ความต้องการเกี่ยวกับระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงาน

2. ซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของบุคลากรทางการศึกษาที่มีต่อซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์

4. แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. ซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์

1.1 วิเคราะห์ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ออกแบบตัวต้นแบบสำหรับระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ร่วมกับทีมงานพัฒนาซอฟต์แวร์

1.3 ร่างตัวต้นแบบสำหรับเว็บไซต์ ให้ทีมพัฒนาซอฟต์แวร์ช่วยในการตรวจสอบและร่างออกแบบตัวต้นแบบ การเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ใช้ขั้นตอนการนำ PLC ไปสู่การปฏิบัติในสถานศึกษา [6] ออกแบบฐานข้อมูลรวมถึงอัลกอริทึมในการเขียนโปรแกรม โดยทีมพัฒนาซอฟต์แวร์ดำเนินการพัฒนา ทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น ตามร่างตัวต้นแบบและอัลกอริทึมที่ออกแบบไว้

1.4 ดำเนินการติดตั้งระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ บนโดเมน <http://oa1school.com> จากนั้นกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งานระบบ ทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นและกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้ระบบสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีการศึกษาและผู้ที่มิมีประสบการณ์เกี่ยวกับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพโดยตรง เพื่อทำการประเมินการทดสอบแบบไวท์บ็อกซ์ทดสอบให้ครอบคลุมทุกเงื่อนไข โดยเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

1.5 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์สรุปผลการประเมินจัดเตรียมข้อมูลบนระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์สำหรับการทดลอง (Try-out) กับที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยทำการทดลองภาคสนาม (Field Tryout) ใช้วิธีการจัดอบรมการใช้งานติดตามและประเมินผลตามแบบแผนการทดลอง

1.6 นำผลที่ได้จากการทดลอง (Try-Out) มาปรับปรุงและตรวจสอบข้อมูลบนระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ ให้พร้อมสำหรับการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

2.1 วิเคราะห์หลักการและวิธีการสร้างเครื่องมือวัดผลทางการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 สร้างแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และประเมินหาความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence) โดยคัดเลือกที่ผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2.4 ทำการแก้ไขปรับปรุงแบบทดสอบ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try-Out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้ทำการจัดอบรมการใช้งานตามแบบแผนการทดลอง

2.5 นำผลข้อมูลที่ได้จากการอบรมทดลองใช้ (try-out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ความยากง่าย ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

2.6 จัดทำฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้ในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบสอบถามหรือแบบสัมภาษณ์

3.1 ศึกษาหลักการออกแบบ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องการวัดและประเมินผล เกณฑ์การให้ระดับคะแนนแบบสอบถาม นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวិเคราะห์และปรับปรุงให้สอดคล้องกับบริบทของงานวิจัย

3.2 ออกแบบแบบสอบถามหรือแบบสัมภาษณ์ ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.3 นำแบบสอบถามหรือแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้น ผ่านการตรวจสอบนำเสนอให้กับผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้ และการประเมินที่ถูกต้อง แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ IOC (Index of Item Objectives Congruence) ถ้าค่า IOC ได้น้อยกว่า 0.67 เป็นข้อคำถามที่ต้องปรับปรุงหรือตัดออก ถ้าค่า IOC มากกว่า 0.67 -1.00 ถือว่าเป็นข้อคำถามที่ใช้ได้ ทำคำนวณได้จากโปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติ และปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับรายละเอียดของคำถามให้มีความชัดเจนสามารถสื่อความได้ง่าย

3.4 สรุปผล แก้ไขตามคำแนะนำเพิ่มเติมจัดเตรียมสำหรับใช้ในการทดลอง (Try-out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น

3.6 จัดเตรียมฉบับสมบูรณ์สำหรับการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

แบบแผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นจัดอบรมการใช้ซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษาโดยใช้แบบแผนการวิจัยทดลองแบบหนึ่งกลุ่ม One Group Pre Test – Post Test Design [8] ดำเนินการจัดอบรมให้กับกลุ่มตัวอย่างมีรายละเอียด ดังนี้

กลุ่มทดลอง	Pretest	Treatment	Posttest
N	T ₁	X	T ₂
เมื่อ N	แทน	กลุ่มทดลอง	
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนการอบรม (Pre-Test)	
X	แทน	อบรมการใช้ซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษา	
T ₂	แทน	การทดสอบหลังการอบรม (Post-Test)	

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. อธิบายชี้แจงทำความเข้าใจและข้อตกลงกับกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการจัดอบรมการใช้ซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษา ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัยธรรมชาติ

2. ทำการทดสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพก่อนอบรม (Pre-Test) โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเพื่อนำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน

3. ดำเนินการทดลองการจับอบรมการใช้ซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษา โดยใช้ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

4. เมื่อสิ้นสุดการจับอบรมแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบหลังอบรม (Post-test) ด้วยแบบทดสอบซึ่งเป็นชุดเดียวกับก่อนอบรม แล้วทำการบันทึกผลการสอบไว้เป็นคะแนนทดสอบ และให้กลุ่มตัวอย่างประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์

5. นำคะแนนที่เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อนอบรมและหลังอบรมด้วยแบบทดสอบและแบบสอบถามความพึงพอใจมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประเมินประสิทธิภาพและความเหมาะสมของซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์

2. เปรียบเทียบคะแนนระหว่างก่อนอบรมและหลังอบรมโดยใช้สูตร t-test แบบ Dependent samples ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3. ความพึงพอใจของบุคลากรทางการศึกษาที่มีต่อซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ 1) หาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) 2) หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B-Index) ของแบบทดสอบและ 3) หาค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett Method) และแบบสอบถามความพึงพอใจ ด้วยสูตร KR-20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน ด้วยสูตร t-test (Dependent Sample)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาปัญหาและความต้องการในการเปลี่ยนแปลงระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์และศึกษาความเป็นไปได้ จากกลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูลที่สำคัญ ทำให้ได้องค์ประกอบของสมาชิกในชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) สำหรับงานวิจัยไว้ประกอบด้วย ผู้บริหารสถานศึกษา (ADMINISTRATOR) รองผู้อำนวยการหรือหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ (MENTOR) ครูผู้สอน (MODEL TEACHER) ครูร่วมเรียนรู้ (BUDDY TEACHER) และผู้เชี่ยวชาญ (EXPERT) กำหนดบทบาทหน้าที่นำขั้นตอนการนำ PLC ไปสู่การปฏิบัติในสถานศึกษาจากคู่มือการอบรมคณะกรรมการขับเคลื่อนกระบวนการ PLC (Professional Learning Community) “ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ” สู่สถานศึกษาระดับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา [6] มาออกแบบพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบด้วยวิธีการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ดังภาพที่ 1 จากนั้นประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างหน้าจอระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษาโดยรวมแต่ละด้าน

รายการประเมินความเหมาะสม	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. ด้านการออกแบบหน้าจอติดต่อกับผู้ใช้งาน	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ด้านการประมวลผลและการแสดงผล	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ด้านภาพรวมของซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการฯ	4.60	0.55	มากที่สุด
4. ด้านระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล	5.00	0.00	มากที่สุด
5. ระบบบริหารจัดการสำหรับผู้ดูแลระบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
6. ระบบบริหารจัดการสำหรับผู้บริหาร (Administrator)	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ระบบบริหารจัดการสำหรับหัวหน้ากลุ่มสาระ/ฝ่ายวิชาการ (Mentor)	5.00	0.00	มากที่สุด
8. ระบบบริหารจัดการสำหรับผู้เชี่ยวชาญ (Expert)	5.00	0.00	มากที่สุด
9. ระบบบริหารจัดการสำหรับครูผู้สอน (Model Teacher)	5.00	0.00	มากที่สุด
10. ระบบบริหารจัดการสำหรับครูร่วมเรียนรู้ (Buddy Teacher)	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.90	0.10	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษาโดยรวมแต่ละด้านพบว่าภาพรวมอยู่ในเกณฑ์มากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (\bar{X} = 4.90, S.D. = 0.10)

2. ผลการตรวจสอบนัยสำคัญของคะแนนวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพของกลุ่มตัวอย่างจากการดำเนินการจัดอบรมการใช้ซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษา โดยใช้ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ทำการทดสอบก่อนและหลังใช้แบบทดสอบ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งเป็นชุดเดียวกันแล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์สรุปผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบนัยสำคัญของคะแนนวัดความรู้ความเข้าใจก่อนและหลังการอบรม

กลุ่ม	n	\bar{X}	$\sum D$	$\sum D^2$	t
คะแนนก่อนเรียน	58	7.16	520	4854	37.21*
คะแนนหลังเรียน	58	16.12			

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบนัยสำคัญของคะแนนโดยอาศัยการแจกแจงของ t-test พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังอบรมสูงกว่าคะแนนก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของบุคลากรทางการศึกษาที่มีต่อซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ นำคะแนนระดับความพึงพอใจมาวิเคราะห์ผลทางสถิติเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของบุคลากรทางการศึกษาที่มีต่อซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์

รายการประเมินความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. การเข้าใช้งานของระบบง่ายไม่ซับซ้อน	4.79	0.41	มากที่สุด
2. ฟังก์ชัน(เมนู)การใช้งานของระบบชัดเจน	4.66	0.55	มากที่สุด
3. การทำงานขั้นตอนการรวมกลุ่ม PLC	4.81	0.40	มากที่สุด
4. การทำงานขั้นตอนค้นหาปัญหาความต้องการ	4.72	0.56	มากที่สุด
5. การทำงานขั้นตอนร่วมกันหาแนวทางในการแก้ปัญหา	4.76	0.43	มากที่สุด
6. การทำงานขั้นตอนออกแบบกิจกรรมการแก้ปัญหา	4.72	0.49	มากที่สุด
7. การทำงานขั้นตอนแลกเปลี่ยนเสนอแนะ	4.74	0.44	มากที่สุด
8. การทำงานขั้นตอนนำสู่การปฏิบัติ/สังเกตการสอน	4.76	0.43	มากที่สุด
9. การทำงานขั้นตอนสะท้อนผล	4.69	0.54	มากที่สุด
10. การบริหารจัดการข้อมูลต่าง ๆ ในระบบ	4.72	0.52	มากที่สุด
11. การประมวลผลสรุปผลรายงาน	4.67	0.57	มากที่สุด
12. การเชื่อมโยง (Link) นำเข้าข้อมูลและโปรแกรมประยุกต์อื่น ๆ	4.69	0.57	มากที่สุด
รวม	4.73	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของบุคลากรทางการศึกษาที่มีต่อซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์โดยรวมพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการใช้งานซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์อยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X}= 4.73$, S.D.=0.49) เมื่อพิจารณารายการประเมินรายชื่อจากมากไปหาน้อยพบว่า การทำงานขั้นตอนการรวมกลุ่ม PLC อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ การเข้าใช้งานของระบบง่ายไม่ซับซ้อนการทำงานขั้นตอนร่วมกันหาแนวทางในการแก้ปัญหการทำงานขั้นตอนนำสู่การปฏิบัติ/สังเกตการสอนการทำงานขั้นตอนแลกเปลี่ยนเสนอแนะการทำงานขั้นตอนค้นหาปัญหาความต้องการ การทำงานขั้นตอนออกแบบกิจกรรมการแก้ปัญหการบริหาร

จัดการข้อมูลต่าง ๆ ในระบบการทำงานขั้นตอนสะท้อนผลการเชื่อมโยง (Link) นำเข้าข้อมูลและโปรแกรมประยุกต์อื่น ๆ การประมวลผลสรุปผลรายงาน และฟังก์ชัน (เมนู) การใช้งานของระบบชัดเจน ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการประเมินประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษาโดยรวมแต่ละด้านพบว่าภาพรวมอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (\bar{X} = 4.90, S.D.=0.10) ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาในครั้งนี้ดำเนินการพัฒนาด้วยวิธีวงจรการพัฒนาแบบ(System Development Life Cycle : SDLC) แบ่งกระบวนการพัฒนาออกเป็น 5 กระบวนการประกอบด้วยกระบวนการที่ 1 การวางแผนระบบ, กระบวนการที่ 2 การวิเคราะห์ระบบ, กระบวนการที่ 3 การออกแบบระบบ, กระบวนการที่ 4 การปรับใช้ระบบ และกระบวนการที่ 5 การบำรุงรักษาระบบ ก่อนนำไปทดลองใช้จริงได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีประสบการณ์เพื่อพิจารณาความเหมาะสมแล้วจึงนำไปทดลองใช้ (Try-out) กับโรงเรียนศรีฤกษ์ว่าเรื่องเวทียังไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบการหาประสิทธิภาพ ข้อบกพร่องต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้จริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของชัยยงค์ พรหมวงศ์ [8] ได้อธิบายเกี่ยวกับการทดสอบประสิทธิภาพจะได้ผลดีนั้นจะต้องทำการทดสอบก่อนนำไปใช้จริงโดยวิธีการ ได้แก่ 1) การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์ และ 2) การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยไปใช้จริงหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อยเพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมากเช่นเดียวกับกฤษมันต์ วัฒนานรงค์ [9] กล่าวว่า สื่อที่ผ่านการทดสอบแล้วหรือเรียกว่าเป็น Tested Media เพราะเหตุผลดังต่อไปนี้คือ 1) เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าสิ่งที่สร้างขึ้นมามีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ 2) เพื่อให้แน่ใจได้ว่าสิ่งที่สร้างสามารถทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างแท้จริง และ 3) เพื่อเป็นหลักประกันได้ว่า เมื่อผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก ๆ แล้ว สามารถใช้ได้เป็นอย่างดีคุ้มค่ากับการลงทุน

2. ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบนัยสำคัญของคะแนนทางการเรียนโดยอาศัยการแจกแจงของ t-test พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการออกแบบทดสอบเพื่อใช้ในงานวิจัยได้ทำการออกให้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัดและประเมินคุณภาพความสอดคล้องตามกระบวนการวิจัยและนำไปใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นก่อนนำมาใช้จริงส่งผลให้อบรมสำหรับการใช้งานของซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์ทำให้บุคลากรทางการศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพที่จะนำไปสนับสนุนการปฏิบัติงานได้ ซึ่งสอดคล้องกับสุริดา การิมิ [10] ได้ทำการพัฒนารูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพแบบออนไลน์โดยใช้แนวคิดการพัฒนาบทเรียนร่วมกันเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการออกแบบการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาของครูประถมศึกษาพบว่า คะแนนประเมินหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจากแบบประเมินรูปริสระหว่างรอบที่ 1 และรอบที่ 2 พบว่า คุณครูที่เข้าร่วมวิจัยจำเป็นต้องมีการปรับปรุงสมรรถนะทางด้านการออกแบบการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาและบางสมรรถนะมีผลคะแนนเฉลี่ยทั้งที่ลดลงและคงเดิม รูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ส่งผลให้คุณครูในระดับชั้นเดียวกันได้มีปฏิสัมพันธ์กันที่มีการผสมผสานทั้งแบบเผชิญหน้าร่วมกับการใช้ระบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพแบบออนไลน์ทำให้เห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหา อีกทั้งช่วยให้คุณครูมีเพื่อนร่วมปรึกษาเกี่ยวกับการบูรณาการระหว่างวิชา

3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของบุคลากรทางการศึกษาที่มีต่อซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์โดยรวมพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการใช้งานซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์อยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (\bar{X} = 4.73, S.D.=0.49) ทั้งนี้เนื่องจากการจัดอบรมการใช้ซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษาให้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นบุคลากรทางการศึกษามีการออกแบบแผนการทดลองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน วิธีการนำเสนอของวิทยากร รวมถึงบุคลากรทางการศึกษามีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพแล้วตามหลักการแนวคิดนโยบายที่ส่งเสริมจากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานที่กำหนดไว้จึงทำให้บุคลากรทางการศึกษาเข้าใจหลักแนวคิดได้อย่างรวดเร็วและเมื่อผนวกเข้ากับการใช้งานทางด้านซอฟต์แวร์ระบบซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ง่ายสะดวกต่อการใช้งานจึงทำให้ผลของการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุดสูงกว่าสมมติฐานที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับแนวคิดของกูด (Good) [11] ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจ หมายถึงสภาพหรือระดับความพึงพอใจที่เป็นผลมาจากความสนใจ และเจตคติของบุคคลที่มีต่องานเช่นเดียวกับ โยเดอร์ (Yoder) [12] อธิบายความพึงพอใจในงานไว้ว่าเป็นความรู้สึกที่บุคคลมีความพึงพอใจในงานและเต็มใจที่จะปฏิบัติงานนั้นให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ขององค์กร บุคคลที่มีความพึงพอใจในงานที่ทำ เมื่อได้รับผลตอบแทนประโยชน์ที่ตอบแทนทั้งทางด้านวัตถุและด้านจิตใจจากงานนั้นนั่นเอง

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการประเมินประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการศึกษาโดยรวมแต่ละด้านพบว่าภาพรวมอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (\bar{X} = 4.90, S.D.=0.10)

2. ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบนัยสำคัญของคะแนนโดยอาศัยการแจกแจงของ t-test พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังอบรมสูงกว่าคะแนนก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของบุคลากรทางการศึกษาที่มีต่อซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์โดยรวมพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการใช้งานซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพออนไลน์อยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (\bar{X} = 4.73, S.D.=0.49)

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2553). *ข้อเสนอการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง* (พ.ศ. 2552-2561). กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- [2] วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- [3] Little. (2006). *Professional community and professional development in the learningcentered school*. Washington, DC: National Education Association.
- [4] กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการฉบับที่ 12* (พ.ศ. 2560 - 2564). กรุงเทพฯ: พิมพ์โรเนียว.
- [5] ณรงค์ฤทธิ์ อินทนาม. (2553). *การพัฒนาหลักเทียบสำหรับการสร้างชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพในโรงเรียน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- [6] สำนักพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *คู่มือการอบรมคณะกรรมการขับเคลื่อนกระบวนการ PLC (Professional Learning Community) “ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ” สถานศึกษา ระดับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.*
- [7] Nastasi, B. K. and Schensul, S. L. (2005). Contributions of qualitative research to the validity of intervention research. *Journal of School Psychology*. 43(3), 177-195.
- [8] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556, มกราคม - มิถุนายน). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*. 5(1), 7-20.
- [9] กฤษมันต์ วัฒนารงค์. (2557). *นวัตกรรมและเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา*. ศูนย์ผลิตตำราเรียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [10] สุธิดา การมี. (2562). *การพัฒนารูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพแบบออนไลน์โดยใช้แนวคิดการพัฒนาบทเรียนร่วมกันเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการออกแบบการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาของครูประถมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [11] Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. (3rd ed). New York: McGraw - Hill book Go.
- [12] Yoder, Dale. (1985). *Personnel Principles and Policies*. New Jersey: Prentice-Hall.

RANC15-044 การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหาร และสารอาหารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA TO ENHANCE SCIENCE LEARNING ON FOOD AND NUTRIENTS FOR 6th GRADE STUDENTS

ห้าฝน คุเจริญไพศาล* วิณา ทองรอด ธิดารัตน์ ธรรมนิยม ปาจารย์ กุลแก้ว สุพศิน ฉัตรแก้ว
Numphon Koocharoenpisa^{}, Weena Thongrod, Thidarat Thamniyom,
Pajaree Kullkaew, Suphasin Chatkaew*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Department of General Science, Faculty of Science, Srinakharinwirot University.

**Corresponding author, e-mail: numphon@g.swu.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างสื่อมัลติมีเดียสำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ 2) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหารระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดีย และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องอาหารและสารอาหารโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) สื่อมัลติมีเดีย 2) แผนการจัดการเรียนรู้ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบประเมินความพึงพอใจ การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อมัลติมีเดียสำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องอาหารและสารอาหาร มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.77$, S.D. = 0.35) 2) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องอาหารและสารอาหาร มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.51) 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหารของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องอาหารและสารอาหารโดยใช้สื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.32)

คำสำคัญ: สื่อมัลติมีเดีย อาหารและสารอาหาร ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

The objectives of this research were to 1) develop multimedia to enhance science learning on food and nutrients for 6th grade students and assess the quality by experts, 2) develop lesson plans on food and nutrients for 6th grade students and assess the quality by experts, 3) compare the students' learning achievement before and after learning, and 4) study the students' satisfaction toward learning using multimedia. The sample group was one classroom of 6th grade students (N=24) selected by purposive sampling. The research tools consisted of 1) multimedia on food and nutrients, 2) lesson plans by using multimedia, 3) the learning achievement test, and 4) the students' satisfaction questionnaire toward the learning using multimedia. The research design of one group pretest-posttest design was used in this study. The results showed that 1) the quality of the multimedia was at very good level ($\bar{X} = 4.77$, S.D. = 0.35), 2) the quality of the lesson plans was at good level ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.51), 3) the mean scores of students' learning achievement of posttest were higher than those of pretest at the statistically significant .05 level, and 4) the students' satisfaction toward the learning using multimedia was at very good level ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.32).

Keywords: Multimedia, Food and Nutrients, Learning Achievement

บทนำ

กระทรวงศึกษาธิการจัดทำแผนยุทธศาสตร์กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2563-2565 โดยได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาแบ่งเป็น 6 ยุทธศาสตร์ ซึ่งในยุทธศาสตร์ที่ 5 ยุทธศาสตร์การส่งเสริมและพัฒนาระบบเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา สถานศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาทุกระดับ ทุกประเภทการศึกษาสามารถเข้าถึงทรัพยากรพื้นฐานระบบดิจิทัลแพลตฟอร์มรองรับการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอนแบบดิจิทัลที่ทันสมัยและมีระบบฐานข้อมูลกลางทางการศึกษาที่ถูกต้องเป็นปัจจุบันและได้มีการส่งเสริมการผลิตสื่อการเรียนการสอน หนังสือและตำราเรียนในระบบดิจิทัล [1] จากแผนยุทธศาสตร์กระทรวงศึกษาธิการจะเห็นได้ว่าการส่งเสริมการเรียนรู้ในระบบเทคโนโลยีดิจิทัลเนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ในยุคเทคโนโลยีดิจิทัลจะช่วยสร้างสีสันดึงดูดใจ เปิดโลกการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ผู้เรียนจะมีความอยากรู้อยากเห็นมากยิ่งขึ้นเพราะสิ่งที่เห็นอยู่นั้นถือเป็นสิ่งแปลกใหม่สำหรับผู้เรียน ผู้สอนในยุคเทคโนโลยีดิจิทัลจึงต้องเป็นผู้เลือก ผู้ออกแบบและสร้างสรรค์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนของตนเองโดยใช้เครื่องมือดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ [2] ผู้สอนจึงควรให้ความสำคัญกับการนำสื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัยมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพราะสื่อการเรียนการสอนหรือสื่อการเรียนรู้มีความจำเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน ซึ่งจากปัญหาที่เกิดการระบาดของโรคไวรัสโคโรนาหรือโรคโควิด-19 ที่ทำให้การศึกษามีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนเป็นแบบออนไลน์มากขึ้น จึงยิ่งจำเป็นที่ผู้สอนต้องพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย สื่ออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำมาใช้ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน หรือแม้แต่การเรียนการสอนปกติในห้องเรียนก็จำเป็นที่ผู้สอนควรใช้สื่อมัลติมีเดียเพื่อเป็นเครื่องมือในการสร้างเสริมความรู้ความเข้าใจให้ผู้เรียน ดังนั้นการพัฒนาสื่อการเรียนรู้จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาการศึกษา พัฒนาคูณภาพของผู้เรียน เพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้อของผู้เรียน เพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้อสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และเสริมสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อีกทั้งเมื่อเทคโนโลยีมีการพัฒนามากยิ่งขึ้นส่งผลให้พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนปรับเปลี่ยนไป ผู้เรียนในยุคนี้มีความสนใจในสื่อที่หลากหลายในรูปแบบของภาพ เสียง สี และวิดีโอมากกว่าการอ่านจากหนังสือเพียงอย่างเดียว ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจในการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การออกแบบการจัดการเรียนรู้เป็นปัจจัยหนึ่งในการพัฒนาระบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 และพัฒนาระบบการเรียนรู้ตลอดชีวิตเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้สามารถกำกับการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเองได้อย่างต่อเนื่อง การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงเน้นให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการพัฒนาสมรรถนะที่หลากหลาย เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเองและสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเน้นการผสมผสานระหว่างสาระการเรียนรู้หรือเน้นบูรณาการความรู้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อเป็นการจัดบรรยากาศชั้นเรียนเชิงบวก ส่งผลให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องใช้กลยุทธ์เชิงสร้างสรรค์ในการจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยกลยุทธ์การจัดชั้นเรียนอาจจัดทำได้หลายรูปแบบ ซึ่งครูจะเป็นผู้สร้างบรรยากาศและจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการศึกษา [3]

สื่อการเรียนการสอนเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้ออำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้และเป็นตัวกลางที่ช่วยให้การสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของเนื้อหาบทเรียนได้ตรงกับที่ผู้สอนต้องการ ซึ่งสื่อการสอนมีหลายประเภทเช่น สื่อประเภทเครื่องมือ สื่อประเภทวัสดุ สื่อประสม ทั้งนี้สื่อแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเด่นและด้อยแตกต่างกัน การเลือกใช้สื่อจึงต้องพิจารณาถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้เป็นสำคัญ ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้งจึงต้องจัดเตรียมสื่อหลายชนิดเพื่อนำมาประกอบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการนำสื่อหลายชนิดมาใช้ร่วมกันเรียกว่าสื่อประสมหรือสื่อมัลติมีเดีย [4] ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาสื่อมัลติมีเดียในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

สื่อมัลติมีเดียคือการนำสื่อชนิดต่าง ๆ หลายรูปแบบมาผสมกันเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการจัดการเรียนการสอน ผ่านกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ ประกอบไปด้วยเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ ทั้งข้อความ ภาพนิ่งเสียงภาพเคลื่อนไหวและวีดิทัศน์ผสมผสานกัน [5] อีกทั้งยังสอดคล้องกับความหมายของสื่อมัลติมีเดียที่เป็นการนำสื่อหลาย ๆ ประเภทมาใช้ร่วมกันทั้งวัสดุอุปกรณ์และวิธีการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการเรียนการสอนการฝึกอบรม [6] ในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมด้วยเพื่อการผลิตหรือการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการนำเสนอข้อมูล ทั้งตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ และเสียงซึ่งริชาร์ด อี เมเยอร์ ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ผ่านสื่อมัลติมีเดีย (Cognitive Theory of Multimedia Learning) ว่าการเรียนรู้ผ่านสื่อมัลติมีเดียสามารถดึงดูดความสนใจ ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ทำให้เข้าใจเนื้อหาสาระต่าง ๆ ได้ดีและมีความลึกซึ้งมากกว่าสื่อที่เป็นตำราหนังสือที่นำเสนอด้วยตัวหนังสือเพียงอย่างเดียว การใช้สื่อมัลติมีเดียทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาและมีความพึงพอใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น ช่วยเสริมความรู้นอกเหนือจากการเรียนแบบบรรยายในห้องเรียน [7] ดังนั้นสื่อมัลติมีเดียจึงเป็นการนำเอาเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ ทั้งข้อความ ภาพนิ่งเสียงภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ผสมผสานเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสม ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ตรงตามจุดประสงค์ในการสร้างหรือผลิต ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในเนื้อหาการเรียนการสอนเกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้น ส่งผลให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สื่อมัลติมีเดียมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอย่างมากทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น การจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องใช้สื่อมัลติมีเดียในการออกแบบสื่อมัลติมีเดีย ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ คือ (1) ตัวอักษร (Text) (2) ภาพนิ่ง (Still Image) (3) เสียง (Sound) (4) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) (5) ปฏิสัมพันธ์ (Interactive) และ (6) วีดิทัศน์ (Video) [8] การสร้างสื่อมัลติมีเดีย ส่วนใหญ่มิขึ้นตอนการทำงานเพื่อสร้างสื่อตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการนำไปใช้ประกอบไปด้วยการเตรียมการ การออกแบบ การสร้างสื่อ การประเมิน และการปรับปรุงข้อมูล

และการเผยแพร่ข้อมูล ซึ่งทุกขั้นตอนล้วนมีความสำคัญทั้งสิ้น [9] จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สื่อ
มัลติมีเดียในการจัดการเรียนรู้พบว่า การเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียเป็นการจัดการเรียนการสอนที่น่าสนใจหลาย ๆ ชนิด
มาช่วยกันทำให้เกิดการส่งเสริมและเพิ่มพูนความรู้ซึ่งกันและกัน [10] การใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้
สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองส่งเสริมการเรียนรู้
รายบุคคล เรียนรู้ได้ตามความต้องการและตามความถนัดของแต่ละบุคคล ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
มากขึ้น [11] การผสมผสานในส่วนของสื่อมัลติมีเดียเข้าด้วยกันประกอบด้วยข้อความ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว
และเสียง รวมถึงหลักการออกแบบที่มีความทันสมัยเหมาะสมกับนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน [12]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาสื่อมัลติมีเดียในรูปแบบวีดิทัศน์เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้
เนื่องจากวีดิทัศน์สามารถถ่ายทอดข้อมูลที่ผสมผสานกันในหลายรูปแบบจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้ทั้งในด้านการ
ได้เห็นและการได้ยินบรรยากาศในการเรียนมีความน่าสนใจ ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้สนุกกับการเรียน
ไม่รู้สึกรำคาญ เกิดการเรียนรู้ได้ง่ายชวนให้น่าติดตามตลอดบทเรียน ส่งผลให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีประสิทธิภาพ
มากขึ้นและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนผู้วิจัยได้วิเคราะห์หลักสูตรและตัวชี้วัดของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องอาหารและสารอาหาร พบว่าเนื้อหาเหล่านี้มีความสำคัญต่อเด็กในวัยนี้ เพราะเป็นเรื่อง
ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนโดยตรงแต่เนื่องจากธรรมชาติของเด็กระดับประถมศึกษาในช่วงอายุ 6-12
ปีมีความสนใจในระยะสั้น จึงต้องมีสื่อมัลติมีเดียที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาเหล่านี้ง่ายมากขึ้น และมีรูปแบบการ
นำเสนอที่น่าสนใจมาช่วยประกอบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสื่อมัลติมีเดียจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพและมีความรู้ความ
เข้าใจเนื้อหามากขึ้นและยังกระตุ้นความสนใจ สร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสนใจในเนื้อหามากขึ้น
สำหรับการเลือกเนื้อหาเรื่องอาหารและสารอาหารมาใช้ในงานวิจัยนี้ เนื่องจากเป็นเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเป็นเนื้อหาที่นักเรียน
ต้องตระหนักเกี่ยวกับการรับประทานอาหารให้ถูกต้องตามหลักโภชนาการ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไป
ใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน และแก้ปัญหาที่มาจาก การรับประทานอาหารที่ไม่ถูกหลักโภชนาการ ซึ่งปัญหาที่
ใช้ในการวิจัย คือ การสร้างสื่อมัลติมีเดียสำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหาร
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีแนวทางอย่างไร สื่อที่พัฒนามีคุณภาพหรือไม่ อย่างไร สื่อมัลติมีเดียที่
สร้างสามารถนำไปใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างไร สื่อที่พัฒนาสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของผู้เรียนได้หรือไม่ อย่างไร และนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียมีความพึงพอใจหรือความคิดเห็นอย่างไรต่อ
การจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดีย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างสื่อมัลติมีเดียสำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหาร สำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ
2. เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหารสำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 และประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหารระหว่างก่อนเรียน
และหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดีย
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องอาหารและสารอาหารโดยใช้สื่อ
มัลติมีเดีย

นียมศัพท์เฉพาะ

1. สื่อมัลติมีเดีย หมายถึง สื่อที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากโปรแกรม Power point โปรแกรม Adobe Premiere Pro และโปรแกรม Adobe Photoshop มีเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องอาหารและสารอาหาร ประกอบด้วยสื่อมัลติมีเดีย 5 สื่อ หรือ 5 เรื่อง ได้แก่ 1) ประเภทของสารอาหารใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องประเภทและประโยชน์ของสารอาหารในชั้นการจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องประเภทสารอาหารและประโยชน์ที่จะได้รับจากสารอาหารแต่ละประเภทซึ่งสื่อมีการนำเสนอเป็นกราฟิกภาพเคลื่อนไหว มีเสียงประกอบ และข้อความบรรยายความรู้ 2) การทดสอบสารอาหารใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องประเภทและประโยชน์ของสารอาหารในชั้นการจัดกิจกรรมเพื่อเพิ่มเติมความรู้ในเรื่องการทดสอบสารอาหารซึ่งสื่อมีการนำเสนอเป็นการสาธิตการทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มีเสียงประกอบและข้อความบรรยายความรู้ 3) สารอาหารและพลังงานใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารอาหารและพลังงานใช้สื่อในชั้นการจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องสารอาหารและพลังงาน ซึ่งสื่อนำเสนอในรูปแบบการสัมภาษณ์บุคคลที่มีวัยเพศ และการทำกิจกรรมในแต่ละวันแตกต่างกัน โดยสัมภาษณ์ในหัวข้อพฤติกรรมมารับประทานอาหารใน 1 วัน มีภาพและข้อความบรรยายความรู้ 4) ธงโภชนาการใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการรับประทานอาหารเช้าให้ถูกต้องตามหลักโภชนาการในชั้นการจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเรื่องธงโภชนาการซึ่งสื่อมีการนำเสนอเป็นกราฟิกภาพเคลื่อนไหว มีเสียงประกอบ และข้อความบรรยายความรู้ และ 5) โรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารเช้าไม่ถูกต้องตามหลักโภชนาการใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการรับประทานอาหารเช้าให้ถูกต้องตามหลักโภชนาการในชั้นการจัดกิจกรรมเพื่อชี้ขยายความรู้เรื่องโรคที่เกิดจากการรับประทานไม่ถูกต้องตามหลักโภชนาการ ซึ่งสื่อมีการนำเสนอในรูปแบบการแสดงบทบาทสมมติเป็นผู้ประกาศข่าวเกี่ยวกับโรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารเช้าไม่ถูกต้องตามหลักโภชนาการ สื่อมัลติมีเดียดังกล่าวได้ผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหารโดยใช้สื่อมัลติมีเดียหมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยการนำสื่อมัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างมาใช้ประกอบการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.2 ตัวชี้วัด ป.6/1ป.6/2 และ ป.6/3 โดยออกแบบเนื้อหาสาระให้สอดคล้องกับที่ตัวชี้วัดกำหนด แบ่งเนื้อหาเป็นหัวข้อย่อย ๆ และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียที่สร้างทั้ง 5 สื่อ มาใช้ โดยผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ประเภทและประโยชน์ของสารอาหารใช้สื่อมัลติมีเดียเรื่องประเภทของสารอาหารและการทดสอบสารอาหารในชั้นการจัดกิจกรรมประกอบการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารอาหารและพลังงานใช้สื่อมัลติมีเดียเรื่องสารอาหารและพลังงานในชั้นการจัดกิจกรรมประกอบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการรับประทานอาหารเช้าให้ถูกต้องตามหลักโภชนาการใช้สื่อมัลติมีเดียเรื่องธงโภชนาการและโรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารเช้าไม่ถูกต้องตามหลักโภชนาการในชั้นการจัดกิจกรรมประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลา 60 นาที

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอาหารและสารอาหารที่จัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดีย หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้เรื่องอาหารและสารอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดีย ซึ่งวัดผลจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ (20 คะแนน) ซึ่งวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้และด้านการวิเคราะห์

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอยู่เป็นสุขอนุสรณ์ จังหวัดกรุงเทพมหานครที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 4 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 100 คน

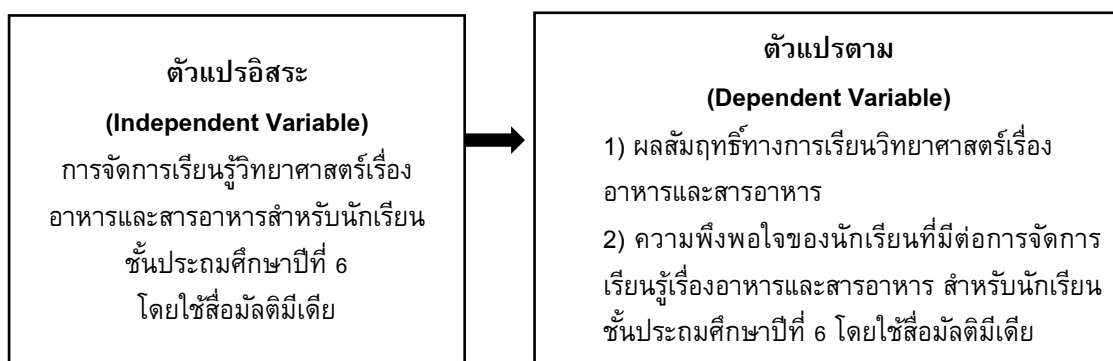
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอยู่เป็นสุขอนุสรณ์ จังหวัดกรุงเทพมหานครที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 24 คน โดยการเลือกแบบสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องอาหารและสารอาหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งสอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กระทรวงศึกษาธิการ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ซึ่งตรงกับตัวชี้วัด ป.6/1 ระบุสารอาหารและบอกประโยชน์ของสารอาหารแต่ละประเภทจากอาหารที่ตนเองรับประทาน ตัวชี้วัด ป.6/2 บอกแนวทางในการเลือกรับประทานอาหารให้ได้สารอาหารครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งความปลอดภัยต่อสุขภาพ และตัวชี้วัด ป.6/3 ตระหนักถึงความสำคัญของสารอาหาร โดยการเลือกรับประทานอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งปลอดภัยต่อสุขภาพ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางเพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และขอบเขตของเนื้อหาเรื่องอาหารและสารอาหารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 เรื่อง ได้แก่ ประเภทและประโยชน์ของสารอาหาร สารอาหารและพลังงาน และการรับประทานอาหารให้ถูกต้องตามหลักโภชนาการ

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย

1. สื่อมัลติมีเดียเรื่องอาหารและสารอาหาร ประกอบด้วย 5 สื่อ ดังนี้ 1) ประเภทของสารอาหาร 2) การทดสอบสารอาหาร 3) สารอาหารและพลังงาน 4) ชงโภชนาการ 5) โรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารไม่ถูกต้องตามหลักโภชนาการ

2. แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 แผน (แผนละ 1 คาบ คาบละ 60 นาที รวมเป็นเวลาที่ใช้ทั้งหมด 3 คาบ รวม 180 นาที)
3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอาหารและสารอาหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ (ใช้สำหรับการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกัน)
4. แบบตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
5. แบบประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียเรื่องอาหารและสารอาหาร โดยผู้เชี่ยวชาญ
6. แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องอาหารและสารอาหาร โดยผู้เชี่ยวชาญ
7. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียเรื่องอาหารและสารอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด เรื่องอาหารและสารอาหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และขอบเขตเนื้อหาบทเรียนศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย รวมทั้งศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดีย

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและสร้างสื่อมัลติมีเดีย แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหาร และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างสื่อมัลติมีเดียโดยสื่อมัลติมีเดียสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Adobe Premiere Pro และโปรแกรม Power Point ประกอบด้วย 5 สื่อ ดังนี้ 1) สื่อมัลติมีเดียเรื่องประเภทและประโยชน์ของสารอาหาร 2) สื่อมัลติมีเดียเรื่องทดสอบสารอาหาร 3) สื่อมัลติมีเดียเรื่องสารอาหารและพลังงาน 4) สื่อมัลติมีเดียเรื่องธงโภชนาการ 5) สื่อมัลติมีเดียเรื่องโรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารไม่ถูกต้องตามหลักโภชนาการ

ผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อมัลติมีเดียที่สร้าง เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องประเภทและประโยชน์ของสารอาหาร (1 คาบเรียน) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารอาหารกับพลังงาน (1 คาบเรียน) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการรับประทานอาหารให้ถูกหลักโภชนาการ (1 คาบเรียน) โดยใช้เวลารวม 3 คาบ คาบละ 60 นาทีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของแต่ละแผน จะประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที) ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (40 นาที) และขั้นสรุปบทเรียน (10 นาที) โดยในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนจะใช้คำถามกระตุ้นความสนใจนักเรียนและทำทายความคิดในประเด็นที่เรียน ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างและการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำใบกิจกรรม ตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ การอภิปราย และขั้นสรุปบทเรียน นักเรียนจะได้ อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิด และสรุปความรู้ที่ได้ โดยครูใช้คำถามให้นักเรียนอภิปราย สรุปความรู้ และนักเรียนตอบคำถามทำใบกิจกรรม โดยครูตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน โดยในแต่ละแผนจะมีใบกิจกรรม ใบบันทึกกิจกรรม ใบความรู้ และแบบฝึกหัดประกอบสำหรับการใช้สื่อมัลติมีเดียจะใช้ในขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อมัลติมีเดียทั้ง 5 สื่อ และลักษณะของสื่อมัลติมีเดีย สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การใช้สื่อมัลติมีเดียในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

สื่อมัลติมีเดีย (เวลาของสื่อ)	ลักษณะสำคัญและรูปแบบการนำเสนอ ของสื่อมัลติมีเดีย	การนำสื่อไปใช้ในแต่ละ แผนการจัดการเรียนรู้
1. สื่อมัลติมีเดียเรื่อง ประเภทของสารอาหาร (เวลา 5.18 นาที)	สื่อมีการนำเสนอเป็นกราฟิกภาพเคลื่อนไหว มีเสียงประกอบ และข้อความบรรยายความรู้ โดยจะนำเสนอข้อมูลความรู้เรื่องประเภท สารอาหารและประโยชน์ที่จะได้รับจาก สารอาหารแต่ละประเภท	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ใช้สื่อในชั้นการจัดกิจกรรม เพื่อให้ได้เรียนรู้เรื่องประเภท สารอาหารและประโยชน์ที่จะ ได้รับจากสารอาหารแต่ละประเภท
2. สื่อมัลติมีเดียเรื่องการ ทดสอบสารอาหาร (เวลา 4.39 นาที)	สื่อมีรูปการนำเสนอเป็นการสาธิตการ ทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มี เสียงประกอบและข้อความบรรยายความรู้ โดยจะนำเสนอข้อมูลความรู้เรื่อง การ ทดสอบสารอาหาร 3 ประเภท ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ใช้สื่อในชั้นการจัดกิจกรรมเพื่อ เพิ่มเติมความรู้ในเรื่องการ ทดสอบสารอาหาร
4. สื่อมัลติมีเดียเรื่อง ธงโภชนาการ (เวลา 2.30 นาที)	สื่อมีการนำเสนอเป็นกราฟิกภาพเคลื่อนไหว มีเสียงประกอบ และข้อความบรรยายความรู้ โดยจะนำเสนอข้อมูลความรู้เรื่องธง โภชนาการ	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ใช้สื่อในชั้นการจัดกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่อง สารอาหารและพลังงาน
5. สื่อมัลติมีเดียเรื่องโรคที่ เกิดจากการรับประทานอาหาร ไม่ถูกต้องตามหลัก โภชนาการ (เวลา 3.20 นาที)	สื่อมีการนำเสนอในรูปแบบการแสดง บทบาทสมมติเป็นผู้ประกาศข่าวเกี่ยวกับ โรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารไม่ ถูกต้องตามหลักโภชนาการ เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน พร้อมมีเสียงประกอบ รูปภาพ และข้อความบรรยายความรู้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ใช้สื่อในชั้นการจัดกิจกรรม เพื่อขยายความรู้เรื่องโรคที่เกิดจาก การรับประทานอาหารไม่ถูกต้องตาม หลักโภชนาการ เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยอื่น ๆ เพื่อใช้ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

- 1) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ซึ่งครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาและพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยที่ต้องการวัด โดยวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์ หลังจากนั้นนำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์โดยใช้แบบตรวจสอบความสอดคล้องแล้วนำข้อคำถามแต่ละข้อมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง

(index of Item Objectives; IOC) ซึ่งข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 ถือว่ามีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ไว้จำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในขั้นตอนการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

2) สร้างแบบตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีเกณฑ์ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้อง ดังนี้ +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกัน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกัน - 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไม่มีความสอดคล้องกัน

3) สร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดีย โดยแบบประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดียมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 หมายถึง มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ตามลำดับโดยข้อคำถามของแบบประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียมีจำนวน 20 ข้อ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ ด้านการออกแบบและรูปแบบการนำเสนอ ด้านเนื้อหา ด้านภาษาที่ใช้ ด้านคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับ

4) สร้างแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 หมายถึง มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ตามลำดับ โดยข้อคำถามของแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีจำนวน 20 ข้อ แบ่งออกเป็น 6 ด้าน ดังนี้ด้านสาระสำคัญ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล ด้านสื่อการเรียนรู้

5) สร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียโดยแบบประเมินความพึงพอใจ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 หมายถึง มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ตามลำดับ โดยศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถาม [13] โดยมีขั้นตอนโดยสรุป ดังนี้ 1. พิจารณาขอบข่ายของข้อมูลที่ต้องการทั้งหมด โดยการสังเคราะห์กรอบแนวคิดทฤษฎีที่ได้ศึกษา 2. เลือกรูปแบบของคำถามให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง คำนึงถึงลักษณะของข้อมูลที่ต้องการ รวมถึงแผนงานการวิเคราะห์ข้อมูล 3. สร้างคำถามตามรูปแบบที่เลือกไว้ให้ครอบคลุมทุกด้านและถามสิ่งสำคัญให้ครบถ้วน 4. จัดทำต้นฉบับของแบบสอบถามที่สมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วย ชื่อแบบสอบถาม คำชี้แจง ข้อคำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัว และข้อคำถามที่ใช้ถามข้อมูลหลักตามที่ต้องการ โดยวางรูปแบบให้ถูกต้องเหมาะสม สะดวกในการตอบและการจัดกระทำข้อมูลหลังจากเก็บแบบสอบถาม 5. ตรวจสอบ และปรับปรุงข้อบกพร่องทั้งนี้แบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างมีรายการคำถามหรือสิ่งที่จะประเมินจำนวน 20 ข้อ พิจารณา 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับ

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญ

นำสื่อมัลติมีเดีย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 1 ท่าน ด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 1 ท่าน และด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบคุณภาพสื่อมัลติมีเดีย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผล ได้ผลดังนี้ ผลการประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดียมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุดผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) นำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยการแปลความหมายค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป การวิเคราะห์ผลพบว่าข้อสอบมีค่า

ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.33 - 1 ซึ่งข้อสอบที่สามารถนำไปใช้ได้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67 - 1 มีจำนวน 39 ข้อ และได้ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือวิจัยตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์เพื่อนำไปใช้จริง 20 ข้อ ประกอบด้วย ด้านความรู้-ความจำ จำนวน 4 ข้อ ด้านความเข้าใจ จำนวน 4 ข้อ ด้านการนำไปใช้ จำนวน 6 ข้อ และด้านการวิเคราะห์ จำนวน 6 ข้อ

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้สื่อมัลติมีเดียกับกลุ่มตัวอย่าง

ดำเนินการทดลองใช้สื่อมัลติมีเดียและแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้ 1) ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฯ จำนวน 1 คาบเรียน (60 นาที) 2) ทดลองใช้สื่อและแผนการจัดการเรียนรู้ฯ ทั้ง 3 แผน จำนวน 3 คาบเรียน (180 นาที) 3) ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฯ จำนวน 1 คาบเรียน (60 นาที) และให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ฯ และ 4) นำข้อมูลที่ได้รวบรวมได้มาวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน คำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยใช้ค่าสถิติแบบ t-test for Dependent Sample และวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบเกณฑ์

ผลการวิจัย

1. ผลการประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียเรื่องอาหารและสารอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ

นำข้อมูลการประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน มาวิเคราะห์และหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และแปลผลเทียบกับเกณฑ์ ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียเรื่องอาหารและสารอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สื่อมัลติมีเดีย	\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
สื่อมัลติมีเดียที่ 1 เรื่องประเภทและประโยชน์ของสารอาหาร	4.78	0.36	มากที่สุด
สื่อมัลติมีเดียที่ 2 เรื่องการทดสอบสารอาหาร	4.75	0.33	มากที่สุด
สื่อมัลติมีเดียที่ 3 เรื่องสารอาหารกับพลังงาน	4.77	0.36	มากที่สุด
สื่อมัลติมีเดียที่ 4 เรื่องธงโภชนาการ	4.79	0.33	มากที่สุด
สื่อมัลติมีเดียที่ 5 เรื่องโรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารไม่ถูกต้องตามหลักโภชนาการ	4.76	0.37	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยการประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียเรื่องอาหารและสารอาหาร	4.77	0.35	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่าสื่อมัลติมีเดียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.35 ซึ่งแสดงว่าสื่อมัลติมีเดียเรื่องอาหารและสารอาหารมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุดโดยสื่อมัลติมีเดียที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78, 4.75, 4.77, 4.79 และ 4.77 ตามลำดับ

2. ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและสารอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ แสดงผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องอาหารและสารอาหาร

แผนการจัดการเรียนรู้	\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องประเภทและประโยชน์ของสารอาหาร	4.43	0.49	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารอาหารและพลังงาน	4.45	0.55	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการรับประทานอาหารให้ถูกต้องตามหลักโภชนาการ	4.56	0.48	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้	4.48	0.51	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่าคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องอาหารและสารอาหารมีคุณภาพอยู่ในระดับมากโดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีผลการประเมินอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และ 4.45 ตามลำดับ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหาร ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดีย แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหารระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดีย

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	24	20	11.29	2.53	7.115*	.000
หลังเรียน	24	20	14.46	3.44		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.29 คะแนน และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.46 คะแนน แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดีย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหารโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดีย

ที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
1	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.50	0.44	มากที่สุด
2	ด้านสื่อการเรียนรู้	4.65	0.32	มากที่สุด
3	ด้านเนื้อหา	4.69	0.36	มากที่สุด
4	ด้านคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับ	4.63	0.41	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดีย		4.62	0.32	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับมากที่สุดโดยในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา และด้านคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.50, 4.65, 4.69 และ 4.63 ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียเรื่องอาหารและสารอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.77$, S.D. = 0.35) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากก่อนการสร้างผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหาหลักสูตรและวิธีการสร้างสื่อมัลติมีเดียจึงทำให้วิธีการดำเนินการสร้างสื่อมัลติมีเดียเรื่องอาหารและสารอาหารอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน ส่งผลให้สื่อที่ได้มีคุณภาพ เช่นเดียวกับที่พบว่าสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากผู้วิจัยมีการดำเนินการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ โดยวิเคราะห์เนื้อหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานอย่างละเอียดเพื่อกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้และเนื้อหาผ่านการตรวจสอบข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอีกทั้งสื่อมัลติมีเดียมีการนำสื่อหลายชนิดทั้งข้อความ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ และเสียงมาผสมผสานกัน การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย สามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน เนื้อหา มีความต่อเนื่อง มีรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาที่หลากหลาย ได้แก่ การบรรยาย การสาธิตทดลอง การสัมภาษณ์ และการสร้างสถานการณ์โดยใช้การแสดงบทบาทสมมติ เหมาะสมและสอดคล้องกับตัวชีวิต ช่วยกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของนักเรียน เชื่อมโยงเข้ากับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้นและเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น [14] สอดคล้องกับที่กล่าวว่าสื่อมัลติมีเดียได้พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบและเป็นไปตามขั้นตอนที่ได้วางเอาไว้ และได้เน้นในเรื่องเนื้อหา ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ข้อความและเสียงบรรยายประกอบเพื่อสร้างความน่าสนใจทำให้สื่อมัลติมีเดียมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น [15]

ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหาร โดยใช้สื่อ
มัลติมีเดียสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีคุณภาพภาพอยู่ในระดับมาก
($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.51) สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้
มีองค์ประกอบครบถ้วน ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดได้ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านทักษะ
กระบวนการ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดและมาตรฐาน การเรียนรู้
เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการกำหนดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้อย่างเป็น
ลำดับขั้นตอน มีสื่อมัลติมีเดียช่วยดึงดูดความสนใจและให้ความรู้แก่ผู้เรียน หลังจากชมคลิปวิดีโอที่ผู้เรียนได้ลงมือ
ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองและร่วมมือทำกิจกรรมกลุ่มซึ่งเป็นการเน้นให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง รวมถึง
มีการตั้งคำถามเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การคิดหาคำตอบ และฝึกทักษะการสื่อสาร และได้มีการกำหนด
กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสมและชัดเจน ซึ่งเป็นไปตามที่
[16] และได้กล่าวว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีจะต้องมีการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลาง ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้
และผู้เรียน กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามศักยภาพของผู้เรียน กำหนด
กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน นวัตกรรม แหล่งเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล ที่มีความชัดเจน
หลากหลายและเหมาะสมกับผู้เรียน นอกจากนี้ควรจะมีความทันสมัย ทันต่อเหตุการณ์ปัจจุบัน สอดคล้องกับสภาพ
ที่เป็นจริงที่ผู้เรียนดำเนินชีวิตอยู่ [17]

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมี
คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 14.46 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 11.29 คะแนน ทั้งนี้อาจ
เนื่องมาจากเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำสื่อมัลติมีเดียมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้
มีการตั้งคำถามชวนคิดเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและได้คิดวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเองทำให้เกิดการ
พัฒนากระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ เกิดการเรียนรู้มากขึ้น และสื่อมัลติมีเดียที่มีรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา
ความรู้ที่หลากหลาย เชื่อมโยงเข้าสู่ชีวิตประจำวันของผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนผ่านประสบการณ์ตรง
เห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้นและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย เกิดความสนุกสนานขณะ
เรียน การเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียเรื่องอาหารและสารอาหารสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ เพราะสื่อมัลติมีเดียทำให้นักเรียนได้เห็นทั้งภาพ มีเสียงประกอบ มีเสียง
บรรยายประกอบ มีวิดีโอที่เสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเหมาะสมกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน
ในปัจจุบันที่ให้ความสนใจและอยากเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีเทคนิคการนำเสนอที่หลากหลาย เช่น การใช้
วิดีโอ การใช้ภาพประกอบ การใช้เสียงบรรยาย เสียงประกอบเพื่อสร้างเทคนิคการนำเสนอ การใช้เทคนิคการ
สร้างสื่อและใช้เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาสร้างโปรแกรมการนำเสนอ ทำให้สื่อมัลติมีเดียมีคุณภาพ สร้างเสริม
ความรู้ความเข้าใจ กระตุ้นความสนใจ และทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้นและให้ความสนใจในการเรียนเพิ่มขึ้น
ตามที่อธิบายว่านักเรียนมีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเนื่องจากการเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียมีการ
เพิ่มเติมรูปภาพ เสียง แอนิเมชันมาช่วยในการนำเสนอทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ประสบการณ์ตรงส่งผลให้
ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้นและหลังจากที่ผู้เรียนได้ชมสื่อมัลติมีเดียผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายและสรุปความรู้ที่
ได้รับ จากนั้นผู้เรียนจะได้นำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งการตอบคำถาม ทำแบบฝึกหัด
และกิจกรรมกลุ่มจึงช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันต่อไปได้อย่าง
มีประสิทธิภาพ [18] สอดคล้องกับที่ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อประสม กลุ่มสาระการ
เรียนวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่าการเรียนด้วยสื่อประสมเป็นการจัดการเรียนการ
สอนที่นำสื่อหลาย ๆ ชนิดมาใช้ร่วมกันทำให้เกิดการส่งเสริมและเพิ่มพูนความรู้ซึ่งกันและกัน [4] และได้ศึกษา

พัฒนาและออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียเรื่องโลกและอวกาศสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีการผสมผสานในส่วนของสื่อมัลติมีเดียเข้าด้วยกัน ประกอบด้วยข้อความ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง รวมถึงหลักการออกแบบที่มีความทันสมัยเหมาะสมกับนักเรียนส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน [11] นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับได้ศึกษาการพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของวิดีโอ ภาพเคลื่อนไหวเพื่อพัฒนาผลการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า วิดีโอช่วยทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนรัฐสูงขึ้น [19]

ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์เรื่องอาหารและสารอาหาร โดยใช้สื่อมัลติมีเดียมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.32) ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรัฐโดยใช้สื่อมัลติมีเดียเรื่องอาหารและสารอาหารมีการออกแบบกิจกรรมที่คำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้หลักการจัดการเรียนรัฐที่ใช้สื่อมัลติมีเดียในการส่งเสริมการเรียนรู้ และมีการนำเสนอเนื้อหาอย่างเป็นลำดับต่อเนื่อง โดยวิเคราะห์เนื้อหาให้สอดคล้องกับตัวชีวิต และเป็นเนื้อหาที่ทันสมัย สอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน การสร้างสื่อ มีการวางแผนและออกแบบอย่างเป็นระบบ มีการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ใช้ภาษาเข้าใจง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียนหรือคำนึงถึงวัยของผู้เรียนและสื่อมัลติมีเดียมีรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาความรู้ที่หลากหลาย เชื่อมโยงเข้าสู่ชีวิตประจำวัน จึงช่วยกระตุ้นการเรียนรู้และดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีทำให้ผู้เรียนเห็นภาพได้ชัดเจน เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายมากขึ้น เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันต่อไปได้ นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของเรื่องอาหารและสารอาหาร นักเรียนตระหนักเกี่ยวกับการรับประทานอาหารที่ดีมีประโยชน์ต่อร่างกาย นักเรียนให้ความสำคัญกับการเลือกรับประทานอาหารให้ถูกหลักโภชนาการ และเห็นคุณค่าของการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียมากขึ้นสอดคล้องกับสื่อมัลติมีเดียมีความเข้าใจง่าย ผู้เรียนมีความสุขในการใช้สื่อมัลติมีเดียและสามารถย้อนกลับเพื่อทบทวนเนื้อหาที่ต้องการเรียนรู้ได้อย่างอิสระตามความต้องการของตนเอง [20] และที่ได้อธิบายไว้ว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากเนื่องจากสื่อมัลติมีเดียมีภาพ มีสีประกอบ และมีการออกแบบที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถกลับมาเรียนรู้หรือทบทวนได้ด้วยตนเอง [21] นอกจากนี้ในกระบวนการจัดการเรียนรัฐยังมีการตั้งคำถามชวนคิด เพื่อพัฒนากระบวนการคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ช่วยสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานขณะเรียน จึงทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรัฐโดยใช้สื่อมัลติมีเดียสอดคล้องกับที่พบว่าชุดการเรียนรู้มัลติมีเดียมีขั้นตอนการนำเสนอทั้งภาพ เสียง คำบรรยาย ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอประกอบที่น่าสนใจและมีการเรียงลำดับเนื้อหาที่เหมาะสมทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมีความสนุกสนาน นอกจากนี้ยังกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งใจฝึกฝน พัฒนาทักษะในการเรียนและการทำกิจกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ มีความสุข และมีความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้น [22]

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมในด้านห้องเรียน อุปกรณ์เครื่องฉาย/โทรทัศน์ หรือผู้สอนสามารถใช้สื่อเทคโนโลยีหรือเครื่องมือคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์เสริม เช่น iPad หรือโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน (Smart Phone) เพื่อนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอน และจัดเตรียมสถานที่ และสื่อประกอบการสอนให้พร้อมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และครูควรชี้แจงรายละเอียด และวิธีการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ของสื่อมัลติมีเดียให้ผู้เรียนเข้าใจ

2. ผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียและเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้นักเรียนสนใจเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียรวมทั้งการวางแผนในการจัดการชั้นเรียนให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเป็นไปตามเวลาที่กำหนด

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการนำสื่อมัลติมีเดียไปใช้ร่วมกับรูปแบบการสอนต่าง ๆ และควรมีการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ที่เน้นการใช้สื่อมัลติมีเดียต่าง ๆ ใช้สื่อที่หลากหลาย ร่วมกับการใช้แหล่งเรียนรู้ออนไลน์

2. ควรมีการศึกษาพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคของการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียเพื่อนำไปสู่การหาแนวทางแก้ไขให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2563). *แผนยุทธศาสตร์กระทรวงศึกษาธิการ (พ.ศ. ๒๕๖๓ – ๒๕๖๕)*. สืบค้นจาก <http://www.bkkedu.in.th/wp-content/uploads/แผนยุทธศาสตร์กระทรวงศึกษาธิการ-พ.ศ.-2563-2565-rev.pdf>
- [2] กอบสุข คงมนัส. (2561). เครื่องมือดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้: วิถีแห่งการศึกษายุคดิจิทัล. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*. 20(4), 279-290.
- [3] พิมพ์พัญ ทองกิ่ง. (2563). บทบาทครูกับการจัดบรรยากาศชั้นเรียนเชิงบวกในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. 4(1), 50-59.
- [4] จันทิมา แดงทอง. (2559). *กิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยการใช้สื่อประสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [5] หน้าฝน คุญเจริญไพศาล. (2563). *นวัตกรรมสื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: งานจักรกลการพิมพ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [6] ชุมพล จันท์ฉลอง. (2558). การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเรื่องการสร้างภาพเคลื่อนไหว 2 มิติ แบบเฟรมต่อเฟรม. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*. 10(3), 65-73.
- [7] สุกัด โอพาพิริยกุล. (2563). การพัฒนาชุดการเรียนรู้มัลติมีเดียเรื่องปรากฏการณ์ทางธรรมชาติสำหรับนักเรียน ชั้นเด็กเล็กโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม). *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*. 12(23), 98-111.
- [8] ณิชกร สงคราม. (2554). *การออกแบบและพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [9] ขวัญดารินทร์ จิตหาญ. (2556). เทคโนโลยีมัลติมีเดีย. ใน *เอกสารประกอบการสอน*. เชียงใหม่: วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่.
- [10] สุนันทา ยินศิริมย์, บุญเรือง ศรีเหรียญ, และชาติรี เกิดธรรม. (2557). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อประสม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*. 8(2), 65-78.
- [11] พรพิมล ดอนหงส์ไผ่. (2556). ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารรอบตัวเราที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *Veridian E-Journal, Silpakom University*. 6(1), 782-792.

- [12] มณฑล อินแบน, อักพงค์ สุขมาตย์, และพรณี ลีกิจวัฒน์. (2561). การพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียเรื่องโลกและอวกาศ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*. 17(1), 38-44.
- [13] จิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย. (2558). เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย Research Instrument. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*. 12(58), 13-24.
- [14] ศิริพล แสนบุญส่ง, นิป เอมรัฐ, และศักดา จันทราศรี. (2561). การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้เรื่องโปรแกรมค้นหาสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพระขาว (ประชานุเคราะห์) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้*. 4(2), 2-15.
- [15] ประเมศวร์ สิริสุรภักดี, ธารศวรรค์ เตชะไตรภพ, และบริบูรณ์ ชอบทำดี. (2561). การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียคอมพิวเตอร์ เรื่องหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพุทไธสวรรย์. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้*. 4(1), 50-62.
- [16] นวลจิตต์ ชาวศิริพิงศ์. (2560). การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนนิเวศวิทยา. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 10(1), 111-127.
- [17] ศิริวรรณ วณิชพัฒน์นารชัย. (2558). วิธีสอนทั่วไป. ใน *เอกสารประกอบการสอน*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [18] ศิรฉัญ เกียรติโสภณรักษา. (2556). ผลการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนละแมวิทยา. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*. 6(2), 626-641.
- [19] Hanif, M. (2020). The Development and Effectiveness of Motion Graphic Animation Videos to Improve Primary School Students' Sciences Learning Outcomes. *International Journal of Instruction*. 13(4), 247-266.
- [20] พัชรวัลย์ จินอนงค์. (2559). การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้เรื่องผ้าขาวม้าร้อยสีสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 9(3), 233-247.
- [21] อลงกต เกิดพันธุ์, และเอกนถน บางท่าไม้. (2558). การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียวิชาคอมพิวเตอร์เรื่อง อินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*. 7(3), 1098-1112.
- [22] ชญานุตม์ พรหมสวาสดี, เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์, และวัลลยา ธรรมอภิบาล อินทนิน. (2561). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำ ไฟ และดวงดาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสาร AL-NUR บัณฑิตวิทยาลัย*. 13(24), 123-135.

RANC15-045 ภมร: ภาพสะท้อนปัญหาครอบครัว

PAMON: REFLECTION ON FAMILY PROBLEMS

วิระวัลย์ ดีเลิศ^{1*}, พัชรินทร์ ดวงเนตร¹, ปณัญญ์ อนรรักษ์ปรีดา²

Wirawan Deelert¹, Phatchareephorn Duangneti¹, Panat Anuracpreeda²

¹สาขาวิชาภาษาไทย คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

¹Division of Thai Language, Faculty of Liberal Arts, Bangkok Thonburi University

²สถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล

²Institute of Molecular Biosciences, Mahidol University

*Corresponding author, E-mail: Nong00nung@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษากภมร: ภาพสะท้อนปัญหาครอบครัวมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาครอบครัวในนิยายเรื่องภมรของกฤษณา อโศกสิน โดยได้ศึกษา 2 ประเด็นหลักได้แก่ 1) ปัญหาสังคมที่ส่งผลมายังครอบครัว และ 2) ปัญหาด้านสภาวะอารมณ์ ผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่าปัญหาสังคมที่ส่งผลมายังครอบครัวมี 3 ปัญหาได้แก่ 1) ปัญหาการนอกใจพบมากที่สุดในเรื่อง โดยที่ปรากฏการนอกใจพบมากที่สุดทั้ง 3 ครอบครัว ได้แก่ครอบครัวของ ยลกับนรีรา ยลมีภรรยาหลายคน ชอบแบบเป็นตัวเป็นตน ครอบครัวของคำหลวงกับทองพัน คำหลวง ชอบมีความสัมพันธ์กับผู้หญิงอื่นแบบไม่ผูกมัดและไม่ซ้ำหน้า และครอบครัวของเจียดกับลิเกา เจียดมีความสัมพันธ์กับผู้หญิงอื่นโดยไม่ได้ตั้งใจเพราะสภาพแวดล้อมนำไปเห็นได้ว่าเมื่อเกิดพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมผลที่ได้คือความสัมพันธ์ทางลบระหว่างสามีภรรยา 2) ปัญหาด้านการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกันพบเพียง 1 ครอบครัว ได้แก่ครอบครัวเจียดกับลิเกา การไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นระหว่างกันและเก็บความรู้สึก เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความไม่เข้าใจกันและความห่างเหินระหว่างสามีภรรยา ซึ่งอาจพัฒนาเป็นปัญหาใหญ่ 3) ปัญหาที่เกิดจากค่านิยมสมัยใหม่พบเพียง 1 ครอบครัวได้แก่ ครอบครัวของยลกับนรีรา ลูกสาวคนโตการขาดความรักและความอบอุ่นจากบิดามารดา หนีเที่ยวและมีผู้ชายหลายคนเพราะเห็นตัวอย่างจากบิดา ปัญหาด้านสภาวะอารมณ์พบว่ามี 3 สภาวะอารมณ์ได้แก่ 1) อารมณ์ขื่น 2) อารมณ์กระวนกระวาย 3) อารมณ์ผยอง กล่าวได้ว่าอารมณ์ สิ่งยึดเหนี่ยวจิตใจ ความรู้สึกของบุคคลนั้นในการรับรู้โลกทั้งด้านบวกและด้านลบ จึงส่งผลกระทบต่อครอบครัว อาจกล่าวได้ว่าภมรได้เป็นเพียงนิยายที่สะท้อนภาพสังคมร่วมสมัยเท่านั้นแต่ยังเป็นนิยายที่ชี้เป้าสังคมไปพร้อมกันด้วย

คำสำคัญ: ภาพสะท้อนสังคม, ปัญหาครอบครัว, นวนิยาย

Abstract

The objective of this study was to study family problems in Krishna Asokesin's novel "Pamorn". There were 2 main issues: 1) Social problems affecting families and 2) emotional problems. In this study, the results revealed that there were 3 social problems that affect families. I) The infidelity problem which was the most common problem among the 3 families: 1) Yool and Nira's family, Yool had many wives, 2) Kham Luang and Thongpan's family, Kham Luang likes to had relationships with other women that were noncommittal and unique, and 3) the family of Jead and Lipao, Jead Involuntarily possessed a relationship with another woman due to the environment influence. Thus, it can be seen that there was a negative relationship between husband and wife when caused by inappropriate behavior. II) The problem of living together which was found only in 1 family, namely the Jead and Lipao's family. Refusing to listen to each other's opinions and keeping their feelings led to the cause of misunderstanding between husband and wife. This may give rise to a big problem. III) Problems arising from the adoption of modern values that was found only in one family, namely Yool and Nira's family. The eldest daughter did not receive love and warmth from her parents. She ran away and had many boyfriends because of the example from her father. Additionally, the emotional problems were found to be in 3 emotional states: 1) Angry, 2) Nervousness and 3) Arrogant. It has been reported that the emotion can induce the person's perception and persuade humans to have both positive and negative perception affecting the family. Therefore, "Pamorn" is not only just a novel that reflects the common society, but is also a novel that guides society along the way.

Keywords: Social Reflection, Family Problems, Novel

บทนำ

สถาบันครอบครัว เป็นรากฐานที่สำคัญสุดของสังคมหากครอบครัวเข้มแข็ง สังคมก็จะเข้มแข็ง เพราะครอบครัวคือหน่วยสังคมแรกที่ทำให้การเลี้ยงดูอบรมสั่งสอน เพื่อผลิตคนเข้าสู่สังคม สังคมจะดีอย่างน้อยเพียงใด จึงขึ้นอยู่กับคุณภาพในการอบรมเลี้ยงดูของสมาชิกของแต่ละครอบครัว แต่การสร้างครอบครัวให้มั่นคง เข้มแข็งได้นั้นสมาชิกทุกคน ในครอบครัวต้องมีความรัก ความเสียสละให้แก่กันไม่สร้างปัญหาที่อาจทำครอบครัวแตกร้าง การรักษาความมั่นคงของสถาบันครอบครัวจึงเป็นหน้าที่ร่วมกันของสมาชิกทุกคนในครอบครัว

รัชนิกร เศรษฐ [1] สถาบันครอบครัวประกอบด้วยบุคคลซึ่งมีความผูกพันกันจากการแต่งงาน จากการเป็นสายเลือดเดียวกันและจากการถูกรับมาเลี้ยงไว้เป็นสมาชิกคนหนึ่งในครอบครัว ซึ่งล้วนแต่เป็นกฎเกณฑ์ประเพณีของสังคมนั้น ๆ และสมาชิกครอบครัวจะอาศัยอยู่ภายใต้หลังคาเดียวกัน ครอบครัวเป็นหน่วยความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล สมาชิกในแต่ละครอบครัวจะมีบทบาทที่สังคมกำหนด

สมาชิกภายในครอบครัวเดียวกันจะเป็นญาติกันตามระบบนั้นคือคนที่เป็ญาติกันโดยสายเลือด เช่น เป็นพ่อแม่ พี่น้องกัน เป็นญาติกันทางการแต่งงาน เช่น เป็นสามีภรรยา หรือการรับไว้เป็นญาติ เช่น เป็นบุตรบุญธรรม เป็นต้น ความสำคัญของสถาบันครอบครัวในแต่ละสังคมคือการมีหน้าที่ในการทำหน้าที่ขัดเกลาทางสังคมให้แก่สมาชิกโดยได้กำหนดสถานภาพและบทบาทที่ต้องรับผิดชอบต่อสมาชิกในครอบครัว ภายใต้การปฏิบัติตามบรรทัด

ฐานของความเป็นครอบครัวและกฎระเบียบของสังคม เพื่อไม่ให้มีปัญหาคครอบครัวที่อาจส่งผลต่อการเกิดปัญหาสังคม

ปัจจุบันครอบครัวในสังคมไทยเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับสมัยก่อนจากครอบครัวขยายที่มีสมาชิกเป็นจำนวนมากในอดีต และสมาชิกมีความสัมพันธ์แน่นแฟ้นกัน กลายมาเป็นครอบครัวขนาดเล็กลง บทบาทของคนในครอบครัวเปลี่ยนแปลงไปมีความเป็นตัวของตัวเองมากขึ้น ตามอย่างบทบาทของบุคคลทางอารยธรรมตะวันตก ซึ่งมีอิทธิพลต่อวัฒนธรรมไทย สมพันธภาพสมาชิกในครอบครัวมีการเปลี่ยนแปลง ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสามีภรรยามีการยอมรับในความเสมอภาคมากขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างพ่อแม่ลูกเป็นไปตามแบบวัฒนธรรมตะวันตก มีความเท่าเทียมกันในการแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้การเรียกร้องความต้องการของแต่ละบุคคลมีอิสรเสรีมากขึ้น มีการแสวงหาความพอใจอย่างไม่มีที่สิ้นสุด เพื่อสนองความต้องการของตัวเอง ส่งผลให้เกิดปัญหาต่าง ๆ อย่างมาก โดยเฉพาะปัญหาคครอบครัวที่พบว่ามีรอบด้าน และกระจายมาเป็นปัญหาใหญ่ในสังคมส่วนรวม ปัญหาคครอบครัวได้กลายมาเป็นปัญหาที่สังคมนำมาตีแผ่ให้สังคมส่วนรวมได้รับรู้ในรูปแบบที่ปรากฏผ่านสื่อต่าง ๆ เช่น โทรทัศน์ วิทยุ โซเชียลมีเดีย หนังสือพิมพ์และสิ่งพิมพ์ อื่น ๆ รวมทั้งการนำเสนอในรูปแบบวรรณกรรมบันเทิงคดีประเภทเรื่องสั้นและนวนิยายก็นิยมนำข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาคครอบครัว มาเป็นส่วนหนึ่งของการเขียน เช่น ปัญหาเรื่องคู่สมรส ปัญหาการนอกใจ ปัญหาขาดความอบอุ่น ปัญหายาเสพติดที่มีผลมาจากครอบครัว ปัญหาโรคสามเส้า เป็นต้น

เมื่อนวนิยายเป็นงานเขียนที่มีเค้าโครงเรื่องมาจากชีวิตจริง นวนิยายจึงเป็นวรรณกรรมปัจจุบันที่นำเอาเรื่องราวจากชีวิตจริงมาเป็นข้อมูล แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของนวนิยายกับเรื่องจริงในสังคม เสถียร จันทิมาธร [2] กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างวรรณกรรมกับสังคมว่า ความสัมพันธ์ระหว่างวรรณกรรมกับสังคมมีต่อกันและกันอย่างลึกซึ้งถึงกับมีผู้กล่าวว่าเราดูวรรณกรรมได้จากสังคมและดูสังคมได้จากวรรณกรรม วรรณกรรมแต่ละเรื่องในแต่ละยุคสมัยจึงมีภาพสะท้อนด้านใดด้านหนึ่งของสังคมเสมอ การคลี่คลายขยายตัวของวรรณกรรมย่อมเป็นไปตามการคลี่คลายขยายตัวของสังคม ทำให้เห็นภาพของสังคมที่มีความเป็นจริงสอดแทรกอยู่ นักเขียนในปัจจุบันพบว่าม้งานสร้างสรรค์อย่างมากและมีความหลากหลายด้าน นักเขียนแต่ละคนมักเสนอแนวคิดกลับเหนือธรรมชาติ หรือบางคนนำเสนอเรื่องเกี่ยวกับชีวิตจริงในเชิงสัจนิยม เช่น การนำเสนอเรื่องราวเกี่ยวกับปัญหาคชีวิตปัญหาคครอบครัว ปัญหาการดำเนินชีวิต รวมทั้งปัญหาอื่น ๆ ที่ได้พบเห็นได้ในสังคมปัจจุบัน

ประทีป เหมือนนิล [3] ได้กล่าวว่า “กฤษณา อโศกสิน เป็นนักประพันธ์สตรีที่ประสบความสำเร็จสูงสุดในด้านการประพันธ์นวนิยาย จากรางวัลที่ได้รับมากมาย กล่าวได้ว่าเธอมุ่งมั่นสร้างสรรค์ผลงานด้วยความประณีต แสดงกลวิธีในการผูกปมเรื่องและการนำเสนอเรื่อง ตัวละคร ฉาก ชื่อเรื่องอันเป็นสัญลักษณ์ ชื่อตัวละครที่มีความหมาย การใช้ภาษาอันงดงาม สละสลวยและแนวความคิดที่อุดมด้วยลักษณะวรรณศิลป์และสุนทรีย์ภาพ ตามทฤษฎีแห่งการสร้างสรรค์วรรณกรรม อีกทั้งยังได้แสดงให้เห็นเป็นที่ประจักษ์ว่า เป็นผู้มีอุดมคติ และมีความรับผิดชอบต่อสังคมในฐานะนักเขียนที่สนใจเสนอปัญหาคครอบครัวไว้ในงานประพันธ์หลายเรื่องไม่ว่าจะเป็นเรื่อง ปูนปิดทอง ไม่ผลัดใบ รากแก้ว ผันกลางฤดู น้ำเซาะทราย เป็นต้น”

ภมร เป็นนวนิยายที่เสนอปัญหาคครอบครัว กฤษณา อโศกสิน ชี้ให้เห็นตั้งแต่ชื่อเรื่องว่า ภมร หากเปรียบผู้ชายเป็นตั้ง “ภมร” ผู้หญิงก็คงเป็น “ดอกไม้” ภมร เป็นเรื่องเกี่ยวกับครอบครัว ที่มีความแตกต่างกันทั้งอุปนิสัย

ความสัมพันธ์ในครอบครัว และชีวิตการครองเรือน แต่สุดท้ายครอบครัวก็ต้องแตกสลาย เพราะ “ดอกไม้” ไม่อาจรักและนับถือ “ภรรยา” ได้อีกต่อไป ถ้าครอบครัวมีปัญหา ก็จะก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับสังคมตามมา กฎเกณฑ์ได้เสนอปัญหาต่างๆ เหล่านี้เพื่อต้องการเรียกร้องให้คนหันกลับมาเอาใจใส่กับครอบครัวมากขึ้น หันมาเข้าใจกันสร้างความรักความอบอุ่นและผูกพันในครอบครัวมากขึ้นกว่าเดิม

ผู้วิจัยเลือกศึกษา ภรรยา เพราะเป็นนวนิยายที่นำเสนอปัญหาชีวิตของ 3 ครอบครัว ได้อย่างเด่นชัด โดยเฉพาะผู้นำครอบครัวที่มีบทบาทและหน้าที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง ถ้าผู้นำครอบครัวลดความสัมพันธ์ ความอบอุ่น ความผูกพันและความไว้วางใจภายในครอบครัวส่งผลให้เกิดปัญหาครอบครัวและปัญหาสังคม งานวิจัยนี้คาดหวังที่จะได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการสร้างครอบครัว โดยเฉพาะการปฏิบัติตัวต่อกันในฐานะสามีภรรยา การเข้าใจในบทบาทหน้าที่สามีภรรยา และเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยสะท้อนปัญหาครอบครัวในยุคปัจจุบันอันเป็นพื้นฐานที่สำคัญของสังคมไทย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาภาพสะท้อนปัญหาครอบครัวในนวนิยายเรื่อง ภรรยา ของกฤษณา อโศกสิน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive Research) มีวัตถุประสงค์ข้างต้น โดยนำแนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับเพศวิถี และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวรรณกรรมกับสังคม มาศึกษาวิเคราะห์ปัญหาครอบครัวและทัศนะของผู้เขียนซึ่งมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับนวนิยายแนวชีวิตครอบครัวที่สะท้อนปัญหาครอบครัว
2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเปลี่ยนแปลงของครอบครัวไทยและปัญหาครอบครัวในสังคมไทยเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล
3. วิเคราะห์ปัญหาครอบครัวที่ปรากฏขึ้นเป็นภาพสะท้อนจากนวนิยาย เรื่อง ภรรยา

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิเคราะห์ ภรรยา: ภาพสะท้อนปัญหาครอบครัว สรุปผลการวิเคราะห์ดังนี้

1.ปัญหาด้านสังคม

สังคมไทยปัจจุบัน ผ่านเข้าสู่ยุคโลกาภิวัตน์หรือโลกไร้พรมแดนที่มีการรับรู้ข้อมูลข่าวสารทั่วโลกอย่างรวดเร็ว โดยไม่อาจควบคุมด้วยเครื่องมือเทคโนโลยีการเปลี่ยนแปลงทางสังคมไทยก่อให้เกิดปัญหาสังคมไทยในด้านต่างๆ อันเป็นสาเหตุของปัญหาครอบครัวได้แก่

1.1 ปัญหาการนอกใจ การที่สามีคบหาสนิทสนมกับผู้หญิงอื่นและนอกใจภรรยาไม่ว่าจะโดยเปิดเผยหรือหลบซ่อนเป็นพฤติกรรมที่ทำลายความเชื่อถือ ความไว้วางใจที่ภรรยามีต่อสามีและยังสร้างทุกข์ ความขมขื่น ความเสียใจ ความเจ็บใจให้แก่ภรรยาพบว่าปรากฏการณ์นอกใจทั้ง 3 ครอบครัว ได้แก่ ครอบครัวของยลกับนี่

รา ครอบครัวของคำหลวงกับทองพัน และครอบครัวของเจียดกับลิภา สามีมีการนอกใจในลักษณะที่ต่างกันไปดังนี้

ครอบครัวของยลกับนีรา ยลเป็นสามีที่มีลักษณะเจ้าชู้และต้องการสิ่งเร้าใจ จึงชอบมีภรรยาหลายคน มีภรรยาน้อยเป็นตัวแทนตน

“ไหน ๆ ก็อุตส่าห์สะสม ‘บุคลิก’ มาตั้งสี่สิบปี” ยลพูดพลางลูบผมซึ่งเริ่มคลายสีนิตหนึ่ง
“มีเมียตั้งสามสี่คนแล้ว”

“ก็นั่นแหละซี” ยลหัวเราะเบาๆ

เขาฟังได้สมาธิซึ่งเรียกกันว่า ‘เมียน้อย’ มาเพิ่มเมื่อไม่นานมานี้เองหลังจากตกลงกับเมียเก่าเรียบร้อย เมียเก่าผู้อยู่กินกันมาสิบสองปี ก่อนหน้าเมียเก่า ก็มีเมียเก่าและเมียเก่าอีกสองคน คนหนึ่งเป็นสาวใช้อีกคนหนึ่งเป็นญาติห่างๆ มีลูกทิ้งไว้ให้เขาต้องละคน ยลก็เลยต้องเอาไปฝากไว้กับมารดา

(ภมร: 8) [5]

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นปรากฏให้เห็นว่ายลได้แสดงลักษณะเจ้าชู้และต้องการสิ่งเร้าใจ โดยความรู้สึกนึกคิดที่มีความสุขเมื่อเขากำลังหมายถึงภรรยาน้อยคนใหม่ของเขา

ครอบครัวของคำหลวงกับทองพัน คำหลวงเป็นสามีมีลักษณะชอบเที่ยวผู้หญิง แต่ไม่มีภรรยาน้อยแบบเป็นตัวแทน คำหลวงชอบมีความสัมพันธ์แบบไม่ผูกมัด

“เอ๊ะๆ คนใหม่นี้ใครวะ เลขาหรือพนักงานฝ่ายขวาที่เอ็งว่าเพิ่งรับเข้ามาใหม่นั้น”

“ทั้งคู่แหละ” อีกฝ่ายยิ้มพราว

แววภาคภูมิแผ่เต็มดวงหน้าและดวงตา เห็นได้ชัดว่าชีวิตนี้สนุกเหลือใจนัก “โอ ก็ต้องชิมลางดูก่อนซีเอ็งก็

คนไหนเล่นด้วยแล้วไม่มีเรื่องก็เอาคนนั้น นี่เอ็งนึกว่าผู้หญิงเดี๋ยวนี้เอายากงั้นหรือ” คำหลวงเคย ‘เล่น’ กับผู้หญิงมามาก ส่วนใหญ่ไม่มีเรื่องเพราะ ‘ทึบ’ หนักและฉลาดทั้งเมื่อถึงคราวอยากทั้ง

(ภมร:11) [5]

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นปรากฏให้เห็นว่าคำหลวงได้แสดงลักษณะชอบมีความสัมพันธ์แบบไม่ผูกมัดโดยฝ่ายหญิงต้องไม่คิดมากเรื่องความสัมพันธ์และยอมรับได้

ครอบครัวของเจียดกับลิภา เจียดเป็นสามีมีลักษณะที่เป็นจะต้องเป็นหัวหน้าครอบครัว เป็นคนทำงาน เป็นใหญ่ในบ้าน เจ้าระเบียบ รักครอบครัว กลับบ้านตรงเวลา ไม่เคยมีนิสัยเจ้าชู้ รักลูก และติดภรรยามากแต่เมื่อเจอสิ่งเร้า และคำยั่วก็ไม่สามารถยับยั้งจิตใจในความรู้สึกของอารมณ์

.....ตอนเที่ยงคนทั้งสามแวะกินอาหารด้วยกันตามทางผ่าน พอถึงป้ายกีฬาแวะเวียนเที่ยวเตร่ตามหาดทรายชายทะเลราวสี่โมงเดินทางกลับถึงกรุงเทพฯ เมื่อพบคำคำหลวงจึงชวนไปกินอาหารญี่ปุ่นจิบเหล้าสาเกอุ่นผัวในถ้วยตะไล.....

“เป็นไงมั่งตอนนี้” เพื่อนเขาสัพยอกขณะกลับออกจากภัตตาคารแถวสุรวงศ์หลังจากหย่อนใจกับภาพยนตร์โทรทัศน์ญี่ปุ่นซึ่งฉายควบคู่กันไปกับรายการอาหาร

“สบาย” เจียดตอบเบา ๆ

เขารู้สึกสบายขึ้นจริง ๆ หลังจากได้เที่ยวเพื่อคลายกังวลมาแล้วทั้งวันค่อย ๆ คุ่นกับผู้หญิงที่มาด้วยอีกคนหนึ่ง คุ่นพอที่จะพูดกับหล่อนได้บ้างแต่ทำอะไรเสียเขาก็ไม่สามารถจะรู้สึกว่หล่อนเป็นเพื่อนเขาได้ไม่ว่าเพื่อนร่วมทางหรือเพื่อนนอน

เจียดยังคงกระอักกระอ่วนอยู่นั่นเอง....

“คุณพี่นั่งฟังซีคะจะได้สบายสบาย ๆ” หล่อนจัดแจงจับเนื้อตัวเขาให้แนบเข้าไปกับพนัก“ถอดเสื้อก่อนไหมคะหนูถอดให้” “ยังไม่ต้องดีกว่า” เจียดบึ้งมือทำท่าทางเหมือนจะยืนนอกหล่อนหากไม่ถึงกับยืน....“คุณพี่กลัวหนูเอามาก ๆ เลยนะคะอย่ากลัวเลยคะ หนูตรวจสุขภาพทุกอาทิตย์เลยเชียวรับรองว่าไม่มีอะไรอย่างที่คุณพี่กลัวเลยเพราะหนูเองต้องกลัวมากกว่าจริงไหมคะ”...

(ภมร:321) [5]

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นปรากฏให้เห็นว่าเจียดได้แสดงลักษณะไม่เคยมีนิสัยเจ้าชู้ รักลูก รักภรรยา แต่เมื่อพบเจอสิ่งเร้าและคำยั่วก็ไม่สามารถยับยั้งชั่งใจในความรู้สึกของอารมณ์

เห็นได้ว่าเมื่อเกิดจากพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมของสมาชิกในครอบครัว โดยคบหากับผู้หญิงอื่นและมีพฤติกรรมนอกใจไม่ว่าจะโยปิตเผยหรือหลบซ่อน ผลที่ได้คือความสัมพันธ์ทางลระหว่างสามีภรรยา ซึ่งอาจเกิดการทะเลาะวิวาทหรือค่อย ๆ ห่างเหินกันไปจนถึงขั้นหย่าร้างได้

1.2 ปัญหาการใช้ชีวิตคู่อยู่ร่วมกัน การที่ครอบครัวนั้นมีความพอใจและได้ตกลงกันที่จะใช้ชีวิตร่วมกันเพื่อความสุขในการครองเรือน พบว่า ครอบครัวของเจียดกับลิเกา เกิดปัญหาการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกันของครอบครัวเนื่องมาจากลิเกา ต้องทำหน้าที่หลักโดยการเป็นแม่บ้านดูแลทุกอย่างในบ้านโดยเจียดผู้เป็นสามี ห้ามไม่ให้ออกไปทำงานนอกบ้าน ไม่ให้ออกไปในที่ต่าง ๆ ถ้าไม่ได้รับการอนุญาตจากเจียดผู้เป็นสามีซึ่งเป็นความลำบาใจและความทุกข์ใจ

“จะมานอนอะไรอีกล่ะ เกา” เขามวดคิ้วนิด ๆ

“คนเรานี้ก็ทำกันคนละหน้าที่ไม่ใช่หรือ หน้าที่ในบ้าน ผมก็ยกให้คุณหมดใจ หน้าที่นอกบ้านเป็นของผม ผมก็ทำของผมไป รับผิดชอบไป”

ลิเกาไม่มีโอกาสตอบโต้ตามเคย ดูเหมือนว่าแม้หล่อนจะเหนื่อยยากจนกระดิกตัวไม่ได้ขนาดไหนก็ตาม แต่หล่อนก็ต้องยอมรับสภาพนี้ต่อไปจนสิ้นอายุขัย เพื่อความสุขสภาพรของครอบครัว

“ผู้หญิงก็ต้องเป็นผู้หญิงอยู่วันยังค่ำแล้วนา ทำตัวให้เป็นผู้หญิงเข้าไว้มันไม่เสียหลายผู้ชายเขาเห็นเขาก็เมตตาเอ็นดู”

ลิเกาไม่รู้ว่าพูดอย่างไรจึงจะแจจแจงความหมายโดยนัยอันแท้จริงที่ใจตนเองต้องการได้

(ภมร:159) [5]

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นปรากฏให้เห็นว่าเจียดได้แบ่งหน้าที่ให้ลิเกาถือการดูแลลูก ดูแลบ้าน เจียดรับผิดชอบงานนอกบ้าน แต่หาว่าลิเกาเหน็ดเหนื่อยกับงานบ้านที่ต้องทำทุกอย่างการไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นระหว่างกันและเก็บความรู้สึก เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความไม่เข้าใจและความห่างเหินระหว่างสามีภรรยา

ซึ่งอาจพัฒนาเป็นปัญหาใหญ่ได้ เพราะไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นระหว่างกัน เล็กน้อยหากไม่ทำความเข้าใจ และไม่แก้ไขก็อาจขยายและกลายเป็นปัญหาครอบครัวได้

การไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นระหว่างกันและเก็บความรู้สึก เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความไม่เข้าใจกันและความห่างเหินระหว่างสามีภรรยา ซึ่งอาจพัฒนาเป็นปัญหาใหญ่ได้เพราะไม่ยอมรับฟังความคิดเห็น เรื่อง เล็กน้อยหากไม่ทำความเข้าใจและไม่แก้ไข อาจขยายและกลายเป็นปัญหาครอบครัวได้

1.3 ปัญหาที่เกิดจากการรับค่านิยมสมัยใหม่ การรับวัฒนธรรมตะวันตกทำให้เกิดค่านิยมใหม่ในสังคมไทย รวมถึงค่านิยมการดำเนินชีวิต ครอบครัว ค่านิยมใหม่ที่อาจสร้างปัญหาครอบครัวได้แก่ การมีความสัมพันธ์กับชายหรือหญิงที่ไม่ใช่คู่สมรส หรือการมองเห็นว่าการมีเพศสัมพันธ์ระหว่างชายหญิงเป็นเรื่องธรรมดา ไม่จำเป็นต้องมีความผูกพันหรือความรับผิดชอบ

“ทุกอย่างในโลกนี้ มันต้องมีการแลกเปลี่ยนทั้งนั้นแหละ หอม”

หล่อนว่า “เมื่อเธออยากสบาย เธอก็ต้องให้อะไรบางอย่างกับเขา แล้วอาการเป็นเมียจริงๆ นะ เธอเองก็ไม่ชอบไม่ใช่หรือ เพราะมันต้องรับภาระเยอะเยอะ เขามาสองวันนั้นก็เหมาะกับเธอแล้วไง หอมนานไม่ตอบ เพียงแต่รู้ตัวว่ากำลังหงุดหงิดกับความเหลื่อมล้ำหลายๆ อย่างที่ตนเองได้รับ จนเกิดอาการคันคะเยออยากเกา!

(ภมร:147) [5]

2. ปัญหาด้านสภาวะทางอารมณ์

อารมณ์ สิ่งที่ยึดเหนี่ยวจิตใจความรู้สึกของบุคคลนั้นในการรับรู้โลกทั้งด้านบวกและด้านลบ สภาวะทางอารมณ์จึงเป็นสาเหตุของปัญหาครอบครัวได้แก่

2.1 สภาวะอารมณ์กระวนกระวาย คือลักษณะอารมณ์ที่อัดอั้นคับข้องใจ หงุดหงิด รู้สึกว่าอารมณ์ไม่อยู่นิ่งมีความกังวลวิตก พบว่ามี 2 ตัวละครที่ปรากฏ

นี่รา

ความสงสัยที่ชวนให้ร้อนรนไปทั่วหัวอกนี้ ทำให้หล่อนต้องเดินไปแล้วเดินกลับ ไม่อาจนั่งนิ่งอยู่ ณ ที่ใดที่เดียวได้ ความคิดหรือก็มีแต่สับสนวุ่นวายใจจนหาความสุขสงบไม่ได้เลย

นับตั้งแต่เค้ามามีผู้หญิงอื่น ผู้หญิงที่พาออกไปเผยต่อที่ซุ่มนุ้ม ทุกหนทุกแห่งที่มนุษย์ไปได้ เขาก็พาหญิงนั้นไปได้ เพียงแต่ยังไม่ได้ปรึกษาเลยเอ่ยเอื้อนแนะนำออกมาเท่านั้น

‘นี่ หอมนาน เมียน้อยของผม’ นั่นนี่รารู้ตัวเองดีโลกที่เคยคิดว่าเป็นสี่ฟ้าสีชมพูสมบุรณ์พร้อมด้วยความรักความหวาน และการติดสอยห้อยตามผูกพันกันแนบแน่นเสมือนไม่มีสิ่งใดอื่นมาพรากไต่ นอกจากความตายนั้น ได้ดับวูบลงเหลือแควงกลมที่ถูกว่า.....

และรอยผ้านั้นหรือก็ขาดวันรุ่งรุ่ง มีแต่หมอกมีดมัวห่อหุ้มห้อมล้อมอยู่รอบกายรอบใจ

มีแต่ความเลือนลางชอบซ้ำ สงสัย เจ็บแค้น เสื่อมความนับถือศรัทธาและอื่นๆ อีกสุดจะจาระไน

(ภมร:101) [5]

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นปรากฏได้ว่า ตั้งแต่ยมมีหอมนานเข้ามา มันทำให้ความรู้สึกในใจของนี่รา กระวนกระวาย มีความกังวลวิตกอยู่ในใจเป็นอย่างมาก

ลิเกา

หญิงสาวลงมาข้างล่างแล้วเดินเลยไปนั่งสงบสติอารมณ์ที่ระเบียง หมู่นี้หล่อนหงุดหงิดกว่าเคย เพราะเหนื่อยนักไหนดจะสลดเศร้าไม่หาย ไหนดจะทำกับข้าว ไหนดจะดูแลสามีที่ป่วย ไหนดจะเรื่อง หยุ่มหยมกระจุกกระจิกจากลูกบ้าง เพื่อนบ้าง ทำให้จิตใจอ่อนล้าลงจนต้องบอกกับตัวเองว่า กลุ้มแล้วน้ำตาก็ไหลออกมาเจียบๆ.....

ลิเกา....เดินลงจากบันไดเรือน ร้องไห้เรื่อย ๆ ประหนึ่งจะปล่อยน้ำตานั้นชะล้างความอึดอัด คับข้องทั้งหลายซึ่งกอดตันอยู่ข้างในให้ค่อยคลี่คลายลง บางทีคิดๆแล้วก็อยากหัวเราะซ้ำตัวเอง เหมือนกัน ตรงที่เป็นผู้ไม่เคยมีเวลาสำหรับตัวเองแม้แต่จะนั่งร้องไห้คิดถึงแม่ผู้ล่วงลับ เพิ่งมีโอกาสสนทนาที่นั่นเอง นานี่นี้ ลิเกาก็เลยร้องไห้ไม่หยุด ร้องจนสาแก่ใจ หล่อนเดินร้องไห้อยู่บนลานหน้าเรือนราวครึ่งชั่วโมงจึงรู้สึกสบายดี ของโสโครกในอกหลุด ออกมาตามสายน้ำตาเกือบหมด ทำให้รู้ว่าคนเราหากกอดกันคับแค้นัก ได้ร้องไห้เสียบ้างก็ มักจะทำให้อะไรต่ออะไรดีขึ้น เรี่ยวแรงที่คิดว่าจะเสื่อมสูญก็ได้ฟื้นได้เกิดมีกำลังวังชาสู้กับ ชีวิตประจำวันอีกต่อไป.....

(ภมร:132) [5]

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นปรากฏได้ว่า ลิเกามีอารมณ์ความรู้สึกที่อัดอั้นคับข้องใจ อยู่ในใจตลอดเวลา ที่ต้องรับภาระทั้งงานบ้าน ดูแลสามีที่ป่วยแบบใกล้ชิด อีกทั้งแม่ที่เพิ่งเสียชีวิตแต่กลับไม่มีเวลาเสียใจ จึงกลั้นน้ำตา ไม่ไหวและระบายสิ่งที่พูดไม่ได้ออกมาทางน้ำตา

2.2 ภาวะอารมณ์แฉ่ง คือ ลักษณะอารมณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วตามสิ่งเร้า ทั้งจากภายใน ภายนอกพบว่ามี 2 ตัวละครที่ปรากฏ

เจียด

“ถ้ามีธุระก็ไม่ต้องเฝ้า” เขาว่า ปลายเสียงค่อนข้างหงุดหงิด เริ่มงอนอีกแล้ว อีกแล้ว ลิเกาได้แต่ลอบระบายลมหายใจยาว นับตั้งแต่ก้าวเข้าบ้าน หล่อนยังไม่มีช่วงเวลาจะนั่งเศร้าโศกต่อจากที่เศร้าอยู่นั้นเลย เพราะมือไม่ว่าง สมองก็เต็มไปด้วยธุระของครอบครัว จนบางครั้งก็ถึงกับหลงลืมไปว่าแม่เพิ่งตาย

“เจียดคะ” หล่อนก็เลยกล่าวบอกเขา “เวลาคุณป่วยอย่าทำอารมณ์ขุ่นมัวซีคะ คนพยาบาลจะได้ มีกำลังใจ ไม่งั้นมันก็จะเลยป่วยทั้งคู่คะเจียด” ว่าพลางหล่อนก็เอนตัวลงนอนเป็นเพื่อนเขา นั้นแหละฝ่ายนั้นจะเจียบลง พักใหญ่ๆลิเกาก็ได้ยืมเสียงหายใจแรงเป็นช่วง ๆสม่ำเสมอ

(ภมร: 89) [5]

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นปรากฏได้ว่า อารมณ์ของเจียดที่เกิดขึ้นภายในใจเป็นผลให้เจียดงอนลิเกา โดยไม่คิดว่าลิเกามีงานบ้านที่ต้องทำ เจียดต้องการให้ลิเกาอยู่ดูแลแบบใกล้ชิดเอาอกเอาใจ

ยล

บัดนี้เขาไม่ได้เป็นพระเอกหรือวีรบุรุษในสายตากลุ่มเต็ม ร้อยเปอร์เซ็นต์แล้ว เด็กหญิงทั้งคู่มีความคลางแคลงตัวเขาอยู่ในจิตสำนึก และแน่นอน ทั้งเปาะและเปี้ยวยอมเป็นฝ่ายมารดา... นี่เองที่ทำให้เขายิ่งหนายในชัยชนะของหล่อน แล้วเลยเบียดตัวหล่อนเพิ่มขึ้น เกิดความรู้สึกแบ่งแยกเป็นสองฝ่าย คือฝ่ายหล่อนและฝ่ายเขา ลูกเป็นสิ่งที่เขาพยายามยื้อแย่งช่วงชิงเพื่อหา

คะแนนนิยม ให้ตัวเองกลับเป็นวีรบุรุษให้ได้อีก ดังที่เคยเป็นมาช้านาน แต่เมื่อคะแนนนึกหัก
ด้วยจำนวนลบ เขาก็เกิดความสับสน เดี่ยวเกลียดเดี่ยวรักสลับกัน.....

(ภมร:109) [5]

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นปรากฏได้ว่าอารมณ์ยล มีความรู้สึกนึกคิดภายในใจว่าเขาไม่เป็นที่หนึ่งในใจ
ในใจเขาอยากให้ลูกเห็นเขาเป็นวีรบุรุษในสายตาลูก แต่ในรักกลับเป็นที่หนึ่งแทน เนื่องจากเขามกพร่องในหน้าที่
ทำให้ยลเบือนี่รา ยลจึงมีการกระทำที่เดี๋ยวดีเดี๋ยวร้าย เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว

2.3 อารมณ์ผยอง ภาวะอารมณ์ผยอง คือ ลักษณะอารมณ์ที่มีการขยายความรู้สึกมากกว่าที่ควรเป็น
เช่น ความรู้สึกยิ่งใหญ่ทำให้ตนรู้สึกพองโตขึ้นกว่าเดิม พบว่ามี 2 ตัวละครที่ปรากฏ

เฟลลิตา

“เป็นยังไง แม่ไม่เห็นจะเป็นยังไงเลย” อีกฝ่ายหนึ่งยกไหล่อย่างเบื่อหน่าย
ยังคงตื้อยืนกรานตามความเห็นของตัวเอง “บอกแล้วไงว่าแม่น่ะรู้ทัน...
ไม่มีตกหลุมง่าย ๆ หรือก สมมุติว่าเมียเขารู้ ตามมาหึง
หรือโทร.มาตำ หรือไ้ก้ตาม แม้ก็ว่าสนุกดีสะอีกซี ดีกว่าอยู่เปล่า ๆ

(ภมร:150) [5]

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นปรากฏได้ว่า เฟลลิตามีความรู้สึกผยองคิดว่าตนเองเหนือกว่าทองพัน เฟลลิต
ตาคิดจะสานสัมพันธ์กับคำหลวง โดยที่ไม่กลัวว่าทองพันจะจับได้ ถึงแม้จับได้เฟลลิตาก็คิดว่าเป็นเรื่องที่สนุก

ยล

เขาไม่ชอบให้ใครมาจีความผิดของเขา นั่นเนื่องจากเขามักสำนึกอยู่เสมอว่า ทุกๆ สิ่งที่เขาลงมือ
ทำนั้นถูกต้องเสมอ แม้ว่ามันจะผิด แต่เขาก็ไม่ฟังปรารภนาจะไ้ได้ยินผู้หนึ่งผู้ใดเอ่ยขึ้นว่ามันผิด
เขาจะปฏิเสธตัวเองกับคนอื่น ๆ พยายามหาเหตุผลมาเบียดเบียนหักล้าง
หลอกตัวเอง หลอกใครต่อใครให้เชื่อว่า นี่คือนี่สิ่งที่ดีสมควร เขาทำถูกแล้ว เขามีเมียน้อยเพราะ
เมียหลวงไม่ดี !

แต่เขาจะไม่ยอมรับกับโลกเลยว่า เขามีเมียน้อยเพราะเขามี เพราะอยากลิ้มรสความรู้สึกใหม่ๆ
กลิ่นเนื้อกายตัวของผู้หญิงคนใหม่ ความตื่นเต้นพอใจอย่างใหม่ อันเป็นธรรมชาติของบุรุษผู้ยัง
อยากคลุกคลีอยู่กับราคะจริตทั่วไป

(ภมร: 110) [5]

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นปรากฏได้ว่า ยลมีความรู้สึกที่ว่าตนเองทำถูกแล้วที่มีภรรยาช้อย และโทษ
นี่ราว่าไม่ดีพอ ไม่ยอมรับว่าตนเองมีความใคร่ในกามคุณ

สรุปผลการวิจัย

ภมร:ภาพสะท้อนปัญหาครอบครัวมีความโดดเด่น ในแง่ที่ผู้แต่งสามารถนำเสนอประสบการณ์ชีวิตของมนุษย์
โดยเฉพาะการสะท้อนให้เห็นเรื่องการใช้ชีวิตครอบครัว โดยชี้ให้เห็นว่าครอบครัวมีบทบาทสำคัญบอกเล่าเรื่องราว
ของ 3 ครอบครัวซึ่งมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้อโดยเฉพาะผู้นำครอบครัวเป็นเพื่อนที่รู้จักกันคือ ครอบครัวของยล
กับนี่รา ครอบครัวของคำหลวงกับทองพัน และครอบครัวของเจียดกับลิเกา นำเสนอปัญหาครอบครัวใน 2 ประเด็น
หลักได้แก่ ประเด็นที่ 1) ปัญหาสังคมที่ประกอบด้วย 1.1.ปัญหาการนอกใจพบมากที่สุดในเรื่องโดยที่ปรากฏการ

นอกใจทั้ง 3 ครอบครัว ได้แก่ ครอบครัวของยลกับนรีรา ยล มีภรรยาหลายคน ชอบแบบเป็นตัวเป็นตน ครอบครัวของคำหลวงกับทองพัน คำหลวงชอบมีความสัมพันธ์กับผู้หญิงอื่นแบบไม่ผูกมัดและไม่ซ้ำหน้า และครอบครัวของเจียดกับลิเกา เจียดมีความสัมพันธ์กับผู้หญิงอื่นโดยไม่ตั้งใจเพราะสภาพแวดล้อมนำไป ทำให้เห็นได้ว่าเมื่อเกิดจากพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม ผลที่ได้คือความสัมพันธ์ทางลกระหว่างสามีภรรยา 1.2 ปัญหาการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกันพบเพียง 1 ครอบครัว ได้แก่ครอบครัวเจียดกับลิเกา การไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นระหว่างกันและเก็บความรู้สึก เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความไม่เข้าใจและความห่างเหินระหว่างสามีภรรยา ซึ่งอาจพัฒนาเป็นปัญหาใหญ่และ 1.3 ปัญหาที่เกิดจากค่านิยมใหม่ พบเพียง 1 ครอบครัวได้แก่ ครอบครัวของยลกับนรีรา ลูกสาวคนโตการขาดความรักความอบอุ่นจากบิดามารดา หนีเที่ยวและมีผู้ชายหลายคนเพราะเห็นตัวอย่างจากบิดา 2. ปัญหาด้านสภาวะทางอารมณ์ เกิดขึ้นจากการแสดงออกของภาวะจิตใจที่ได้รับการกระทบหรือกระตุ้นให้เกิดมีการแสดงออกต่อสิ่งที่มากระตุ้น ภาวะทางอารมณ์จึงเป็นสาเหตุของปัญหาครอบครัว จากการศึกษาพบมีภาวะทางอารมณ์ 3 แบบโดยสะท้อนออกมาทางพฤติกรรมของตัวละคร ได้แก่ 2.1 ภาวะอารมณ์กระวนกระวาย ลักษณะอารมณ์ที่อัดอั้น หงุดหงิด รู้สึกว่าอารมณ์ไม่อยู่นิ่งมีความกังวลวิตก 2.2 ภาวะอารมณ์แกว่งลักษณะอารมณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วตามสิ่งเร้า ทั้งจากภายในภายนอก และ 2.3 อารมณ์ผยองลักษณะอารมณ์ที่มีการขยายความรู้สึกมากกว่าที่ควรเป็น เช่น ความรู้สึกยิ่งใหญ่ทำให้ตนรู้สึกฟองโตขึ้นกว่าเดิม

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์ภมร:ภาพสะท้อนปัญหาครอบครัว พบว่ามีอยู่ 2 ประเด็น คือ

1 ปัญหาครอบครัวโดยเฉพาะ

1.1) ปัญหาการนอกใจ สะท้อนออกมาให้เห็นทั้ง 3 ครอบครัว เกิดขึ้นจากฝ่ายที่นอกใจมักเป็นฝ่ายสามี ทั้งนี้เพราะผู้ชายมักคิดว่าการมีเพศสัมพันธ์กับผู้หญิงอื่นนอกเหนือจากภรรยาเป็นการสร้างความตื่นเต้นให้กับชีวิต เป็นเรื่องธรรมดาเรื่องหนึ่งที่ภรรยาไม่ควรเก็บมาเป็นเรื่องใหญ่ ความคิดนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ผลการวิเคราะห์ของณัฐริกา ชมปรีดา [6] ได้วิจัยเรื่องพฤติกรรมการนอกใจคู่สมรส : กรณีศึกษาชายไทยในเขตเทศบาลเมืองเพชรบูรณ์ พบว่าสาเหตุที่ทำให้ผู้ชายมีพฤติกรรมนอกใจคู่สมรส คือ แรงผลักดันจากตนเองและมีสาเหตุจากสิ่งเร้าภายนอก ไม่ว่าจะเป็นเพศสัมพันธ์ระหว่างสามีภรรยา ความห่างไกลของสามีภรรยา และการให้ความสำคัญในตัวของตัวเอง นอกจากนี้สอดคล้องของกับงานวิจัยของ สุพรรณษา ประสงค์สุข [7] ศึกษาวิเคราะห์งานเขียนสารคดีเกี่ยวกับปัญหาครอบครัวไทยของอรสม สุทธิสาคร : แนวคิดและกลวิธีการนำเสนอ พบสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาครอบครัวคือมาจากความขัดแย้งทางด้านความคิดว่า ปัญหาครอบครัวเกิดขึ้นโดยเริ่มจากอันส่งผลต่อการแสดงออกทางพฤติกรรมของบุคคลจนนำไปสู่การขัดแย้งกันระหว่างบุคคลในครอบครัว โดยจะทำให้ระดับปัญหามีวงกว้างเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ

1.2) ปัญหาการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกันพบว่าครอบครัวของเจียดกับลิเกา เกิดปัญหาการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกันของครอบครัว เนื่องมาจากลิเกา ต้องทำหน้าที่หลักโดยการเป็นแม่บ้านดูแลทุกอย่างในบ้านโดยเจียดผู้เป็นสามีห้ามไม่ให้ออกไปทำงานนอกบ้าน ไม่ให้ออกไปในที่ต่าง ๆ ถ้าไม่ได้รับการอนุญาตจากเจียดผู้เป็นสามีซึ่งเป็นความลำบากใจและความทุกข์ใจ ดังนั้นการใช้ชีวิตร่วมกันเป็นครอบครัว ควรยอมรับซึ่งกันและกัน สามี ภรรยาจึงจำเป็นต้องปรับตัวเข้าหากัน เห็นอกเห็นใจกัน หากแต่ละฝ่ายไม่ยอมปรับตัวย่อมเกิดการยอมเกิดความขัดแย้งในความรู้สึกสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชิริดา สุวัฒน์เศร[8] การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุความสุขในชีวิตสมรส ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสุขในชีวิตสมรส ประกอบด้วย ความคาดหวัง ในชีวิตสมรส, การสร้างความสัมพันธ์และลักษณะบุคคลในการรับมือกับปัญหาต่าง ๆ

1.3 ปัญหาที่เกิดจากการรับค่านิยมใหม่ ค่านิยมใหม่ที่อาจสร้างปัญหาครอบครัวได้แก่ การมีความสัมพันธ์ กับชายหรือหญิงที่ไม่ใช่คู่สมรส หรือการมองเห็นว่าการมีเพศสัมพันธ์ระหว่างชายหญิงเป็นเรื่องธรรมดา ไม่จำเป็นต้องมีความผูกพันหรือความรับผิดชอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิญาณ แสงปัญญา [9] เรื่องค่านิยมและทัศนคติด้านการสร้างครอบครัวในสังคมไทยปัจจุบัน ของนักศึกษาและบุคลากรมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต ที่ว่าด้วยอิทธิพลด้านความคิดและวิถีชีวิตตะวันตก การรักนวลสงวนตัวของหญิงไทยลดลงความอดทนในการใช้ชีวิตคู่ต่ำกว่าในอดีต คนสมัยใหม่มีอิสระมากขึ้นในการเลือกคู่ และเลือกคู่เพื่อสร้างครอบครัวเพราะความรักและต้องการอยู่ร่วมกันมากกว่าการคำนึงถึงความถูกต้องตามจารีตประเพณี และในขณะที่เดียวกันค่านิยมเรื่องความสัมพันธ์ทางเพศก็เปลี่ยนแปลงจากเดิมว่า ทั้งผู้ชายและผู้หญิงสามารถมีเพศสัมพันธ์กับคนอื่นนอกเหนือจากคู่สมรสได้

2 ปัญหาด้านสภาวะทางอารมณ์ เกิดขึ้นจากการแสดงออกของภาวะจิตใจที่ได้รับการกระทบหรือกระตุ้น ให้เกิดการแสดงออกต่อสิ่งที่มากระตุ้น ภาวะทางอารมณ์จึงเป็นสาเหตุของปัญหาครอบครัว จากการศึกษาพบมีภาวะทางอารมณ์ 3 แบบโดยสะท้อนออกมาทางพฤติกรรมของตัวละคร ได้แก่ 2.1 ภาวะอารมณ์กระวนกระวาย ลักษณะอารมณ์ที่อัดอั้น หงุดหงิด รู้สึกว่าอารมณ์ไม่อยู่หนึ่งมีความกังวลวิตก 2.2 ภาวะอารมณ์แกว้างลักษณะอารมณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วตามสิ่งเร้า ทั้งจากภายในภายนอกพบมากที่สุด และ 2.3 อารมณ์ผยองลักษณะอารมณ์ที่มีการขยายความรู้สึกมากกว่าที่ควรเป็น เช่น ความรู้สึกยิ่งใหญ่ทำให้ตนรู้สึกพองโตขึ้นกว่าเดิม สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชลาศัย กันมินทร์ [10] ความรุนแรงในครอบครัว: ปัญหาและแนวทางป้องกัน เกิดขึ้นจากความรุนแรงในครอบครัวเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในทุกสังคม รวมทั้งสังคมไทยผลกระทบของความรุนแรงในครอบครัว ทำให้เกิดความทุกข์ทรมานทั้งทางร่างกายและจิตใจครอบครัวมีสาเหตุและปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการทั้งสาเหตุ ส่วนบุคคลคือความผิดปกติของจิตและบุคลิกภาพสาเหตุทางภาวะสังคมจิตวิทยา สาเหตุจากสังคมและวัฒนธรรมโดยเฉพาะความเชื่อและค่านิยมเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบทบาทของชายและหญิงการยอมรับความแตกต่างเชิงอำนาจส่วนการป้องกัน ปัญหาความรุนแรงในครอบครัว แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) การป้องกันปัญหาในระดับบุคคลโดยการปลูกฝังให้บุคคลใช้เหตุผลอย่าง ส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรม 2) การป้องกันปัญหาความรุนแรง ในระดับครอบครัว เน้นการสร้างสัมพันธ์ภาพที่ดีในครอบครัว 3) การป้องกันปัญหาความรุนแรงในระดับชุมชน เน้นการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนและ 4) การป้องกันความรุนแรงในระดับชาติเน้นการบูรณาการการดำเนินงานของทุกภาคส่วน

จะเห็นได้ว่าสิ่งที่ปรากฏอยู่อย่างชัดเจนในนวนิยายก็คือ การชี้ให้เห็นว่าครอบครัวมีบทบาทสำคัญ เมื่อครอบครัวมีปัญหาย่อมก่อให้เกิดปัญหาอื่นตามมา และทำให้สมาชิกในครอบครัวห่างเหินกัน นำไปสู่ความแตกแยก ร้าวฉาน แต่ถ้าครอบครัวที่สมบูรณ์คือการที่สมาชิกในครอบครัวให้ความรัก ความอบอุ่น หันมาดูแลซึ่งกันและกัน ใส่ใจเอื้ออาทรต่อกัน เมื่อเกิดปัญหาก็กว้างใจช่วยกันแก้ไข ให้กำลังใจ ให้อภัยและมีส่วนร่วมรับผิดชอบ เจตนา นาควัชระ [11] กล่าวว่า นักประพันธ์ที่ดีย่อมถ่ายทอดลักษณะและความหมายที่แท้จริงของสังคมออกมาได้ งานประพันธ์จึงมิใช่เรื่องบันเทิงเริงรมย์หากแต่เป็น “สิ่งที่จะกระตุ้นปัญญาความนึกคิดให้แก่ผู้อ่าน” เมื่อพิจารณาแล้ว อาจกล่าวได้ว่านวนิยายเรื่องอมร จึงมองให้เห็นว่าเป็นงานประพันธ์ที่ช่วย “กระตุ้นปัญญาความนึกคิดให้แก่ผู้อ่าน” ได้ด้วยเช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนสนับสนุนประเภทส่งเสริมงานวิจัย ประจำปี 2564 จากมหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี ขอขอบคุณ รศ.ดร.บังอร เบ็ญจาธิกุล อธิการบดีมหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรีที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัย ขอขอบคุณ คณะผู้บริหารฝ่ายวิจัยและการพัฒนามหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาอย่างดีเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

- [1] รัชนีกร เศรษฐ์รัฐ. (2536). *โครงสร้างสังคมและวัฒนธรรมไทย*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- [2] เสถียร จันทิมาธร. (2525). *สายธารวรรณกรรมเพื่อชีวิตของไทย*. กรุงเทพฯ: เจ้าพระยา.
- [3] ประทีป เหมือนนิล. (2550). *วรรณกรรมไทยปัจจุบัน*. กรุงเทพฯ : เจริญวิทย์การพิมพ์.
- [4] อิงอร สุพันธ์วณิช. (2554). *วรรณกรรมปริทัศน์ : ภาพสะท้อนสังคมไทยร่วมสมัย*. กรุงเทพฯ: ธนาเพรส.
- [5] กฤษณา อโศกสิน. (2551). *ภมร*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โชคชัยเทเวศร์.
- [6] ณัฐริกา ขมปรีดา. (2553). *พฤติกรรมการณ์นอกใจคู่สมรส : กรณีศึกษาชายไทยในเขตเทศบาลเมืองเพชรบูรณ์ เมืองเพชรบูรณ์*. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ศศ.ม. (สาขาพัฒนาสังคม) พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [7] สุพรรณษา ประสงค์สุข. (2551). *การศึกษาวเคราะห์งานเขียนสารคดีเกี่ยวกับปัญหาครอบครัวไทยของ อรสม สุทธิสาคร: แนวคิดและกลวิธีการนำเสนอ*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภาษาไทย: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- [8] ธีรดา สุวัฒน์นคร. (2560, พฤษภาคม-สิงหาคม). *การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุความสุขในชีวิตสมรส ใน เขตกรุงเทพมหานคร*. วารสารวิชาการ Veridian E –Journal, Silpakorn University ฉบับภาษาไทย. 10(2):124-137
- [9] อชิรญาณ์ แสงปัญญา. (2553). *ค่านิยมและทัศนคติด้านการสร้างครอบครัวในสังคมไทยปัจจุบัน ของนักศึกษาและบุคลากรมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต*. รายงานผลการศึกษาอิสระ ศศ.บ (สาขาไทยศึกษา) ภูเก็ต: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [10] ชลาลัย กันมินทร์. (2562). *ความรุนแรงในครอบครัว: ปัญหาและแนวทางป้องกัน*. ค้นคืน 9 มีนาคม 2564 จาก <https://rsucon.rsu.ac.th/files/proceedings/nation2019/NA19-136.pdf>.
- [11] เจตนา นาควัชร. (2514). *“วรรณคดีวิจารณ์และการศึกษาวรรณคดี”* ในวรรณไวทยาการ: วรรณคดี. 1-53. กรุงเทพฯ: โครงการตำราสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ สมาคมสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย. (ชุมนุมบทความทางวิชาการถวายพระเจ้าวรวงศ์เธอ กรมหมื่นนคราธิพงษ์ประพันธ์ ในโอกาสที่พระชนม์ครบ 80 พรรษา บริบูรณ์ 25 สิงหาคม 2514)

**RANC15-046 การมีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยว
ชุมชนบ้านท่าระแหะ อ.เมือง จ.ตราด**

**PARTICIPATORY ECOTOURISM MANAGEMENT OF BAN THA RA NAE TOURISM
COMMUNITY ENTERPRISE, MUANG DISTRICT, TRAT PROVINCE**

วิสิรา ตลับเพชร พชรพล อินทุเวศ ปัญญา ไวยบุญญา ประภัสสร ยอดสง่า ปนัดดา ลากเกิน บุญธิดา ม่วงศรีเมืองดี*

Rawisara Talabpach, Phacharapol Induvesa, Panya Waiboonya, Prapatsorn Yodsa-nga,

*Panadda Larpkern, Boontida Moungsrimuangdee**

วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก 26120

Bodhivijjalaya College, Srinakharinwirot University, Ongkharak, Nakhon Nayok, 26120

**Corresponding author, E-mail: boonthida@g.swu.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการมีส่วนร่วมของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและประชาชนท้องถิ่นในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแหะ อ.เมือง จ.ตราด เป็นการวิจัยแบบผสมผสานทำการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (in-depth interview) ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (key informants) ได้แก่ ผู้นำและสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจ จำนวน 17 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) และประชาชนในชุมชนบ้านท่าระแหะ จำนวน 300 คน โดยใช้แบบสอบถาม ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพแบบอุปนัยและข้อมูลเชิงปริมาณโดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า การจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแหะเน้นสร้างการมีส่วนร่วมกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยเฉพาะการให้บทบาทและความสำคัญแก่คนในชุมชนและสมาชิกกลุ่มต่าง ๆ เช่น กลุ่มประมง กลุ่มผ้ามัดย้อม และกลุ่มจักสาน ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการจัดการท่องเที่ยว โดยมีกิจกรรมท่องเที่ยวสำคัญได้แก่ การล่องเรือชมธรรมชาติ 3 ป่าและลานตะบูน การทำผ้ามัดย้อม การทำหมวกจักสาน การทำขนมโบราณ การชิมใบโกงางทอดและซาร้อยรูนักท่องเที่ยวสามารถมีส่วนร่วมกับการชุมชนด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมผ่านกิจกรรมการเก็บขยะ การปลูกป่า และการปล่อยสัตว์น้ำคืนสู่ธรรมชาติ ทั้งนี้ ส่วนใหญ่คนในชุมชนบ้านท่าระแหะมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ และเมื่อพิจารณาระดับการมีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ พบว่ามีค่าเฉลี่ยการมีส่วนร่วมอยู่ในระดับมาก 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการค้นหาปัญหาและสาเหตุปัญหา ($\bar{X} = 3.56$, $SD = 0.91$) ด้านการดำเนินงาน ($\bar{X} = 3.53$, $SD = 0.71$) และด้านการติดตามประเมินผล ($\bar{X} = 3.56$, $SD = 0.63$) แต่การมีส่วนร่วมในด้านการวางแผน ($\bar{X} = 3.20$, $SD = 0.88$) และด้านการรับผลประโยชน์ ($\bar{X} = 3.43$, $SD = 0.64$) อยู่ในระดับปานกลาง

คำสำคัญ: การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ การจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน การมีส่วนร่วม วิสาหกิจชุมชน

Abstract

This research aimed to study the participatory ecotourism management of stakeholders and local people at Ban Tha Ra Nae tourism community enterprise, Muang District, Trat Province. Mixed method research was used in this study. In-depth interview of 17 key informants as the leaders and members of the tourism community enterprise was conducted by using the semi-structured interview. Moreover, 300 residents who live in the study site were randomly sampled to determine the level of participatory ecotourism management by using the questionnaires. Data analysis, including analytic induction for the qualitative data and percentage, mean, and standard deviation for the quantitative data were assessed. Results showed that Ban Tha Ra Nae tourism community enterprise has focused on the participatory ecotourism management of all stakeholders. The conventional community's sub-groups, fishing, natural tie dye, and wicker leaves have been encouraged to participate in the ecotourism management of the community enterprise. Highlight activities of Ban Tha Ra Nae are boating for sightseeing of three mangrove stands and *Xylocarpus* roots' ground, demonstrating of natural tie dye, wicker leaves, locally traditional sweets, fried *Rhizophora* leaves, and *Hydnophytum* tea. Tourists can engage in the community tourism through collecting garbage, planting mangrove tree, and releasing aquatic animal activity. The majority of the residents had well understanding on ecotourism management. The participatory ecotourism management levels of the residents on finding problems and causes ($\bar{X} = 3.56$, $SD = 0.91$), operating ($\bar{X} = 3.53$, $SD = 0.71$), evaluating ($\bar{X} = 3.56$, $SD = 0.63$) were categorized as high, while planning ($\bar{X} = 3.20$, $SD = 0.88$) and taking advantage ($\bar{X} = 3.43$, $SD = 0.64$) as middle.

Keywords: Ecotourism, Community Based Tourism Management, Participation, Community Enterprise

บทนำ

อุตสาหกรรมท่องเที่ยวมีบทบาทสำคัญมากต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย เพราะก่อให้เกิดการจ้างงาน สร้างรายได้ ตลอดจนสามารถกระจายการพัฒนาไปสู่ภูมิภาคต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากศักยภาพด้านทรัพยากรการท่องเที่ยวที่มีความหลากหลายและมีอัตลักษณ์ของประเทศไทย ทั้งแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ ประวัติศาสตร์ โบราณสถาน โบราณวัตถุ และวิถีชีวิตเอกลักษณ์ความเป็นไทยในแต่ละท้องถิ่น รวมถึงการมีอรรถยาศัยไมตรีที่ดีของประชาชนคนไทย ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นจุดเด่นที่ทำให้ประเทศไทยเป็นหนึ่งในจุดหมายสำคัญที่นักท่องเที่ยวทั่วโลกต้องการมาเยือน [1]

การจัดการท่องเที่ยวในอดีตมักมุ่งเน้นการสร้างความพึงพอใจแก่นักท่องเที่ยวเพื่อแสวงหาผลกำไรจากอุตสาหกรรมท่องเที่ยวเป็นหลัก โดยขาดการคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อทรัพยากรธรรมชาติและชุมชน ก่อให้เกิดปัญหาในด้านการใช้เครื่องมือของแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติและวัฒนธรรมท้องถิ่น ประกอบกับการขาดมาตรการหรือแผนดำเนินการป้องกันหรือแก้ไขปัญหาแบบบูรณาการอย่างมีส่วนร่วม เหล่านี้ล้วนเป็นปัญหาสำคัญที่กระตุ้นให้เกิดการจัดการท่องเที่ยวรูปแบบใหม่ที่มีความรับผิดชอบต่อแหล่งธรรมชาติที่มีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่นและแหล่งวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศ โดยมุ่งสร้างกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องภายใต้การจัดการ

สิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวอย่างมีส่วนร่วมของท้องถิ่น เพื่อมุ่งเน้นให้เกิดจิตสำนึกร่วมกับการรักษาระบบนิเวศนั้นคือ “การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ” ซึ่งเป็นการท่องเที่ยวรูปแบบหนึ่งของการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน ที่ก่อให้เกิดผลทางเศรษฐกิจ โดยการใช้ทรัพยากรการท่องเที่ยวอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้การท่องเที่ยวมีความมั่นคงยั่งยืนอยู่คู่สังคมมนุษย์และก่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น [2-3]

ตราดเป็นจังหวัดที่นักท่องเที่ยวมักนิยมเดินทางไปท่องเที่ยวในพื้นที่ธรรมชาติที่เป็นเกาะและชายหาดต่าง ๆ เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากมีความสวยงามของหาดทราย น้ำทะเล และปะการังที่ขึ้นชื่อของภาคตะวันออก แต่ปัจจุบันการจัดการท่องเที่ยวที่ดำเนินการโดยชุมชนมีการขยายตัวและเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ชุมชนที่เปิดรับการท่องเที่ยวหลายแห่งยังขาดทิศทางวางแผนจัดการท่องเที่ยวที่ดี รวมไปถึงขาดแนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวให้ก้าวไปสู่ความยั่งยืนอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบกับนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ยังนิยมเดินทางไปท่องเที่ยวพื้นที่เกาะมากกว่า จึงทำให้การจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนยังไม่เข้มแข็งเท่าที่ควรนัก [4-5] ดังนั้น เพื่อเพิ่มความสามารถและลดผลกระทบการท่องเที่ยวที่จะเกิดขึ้น การมีส่วนร่วมของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยเฉพาะผู้ประกอบการและประชาชนในท้องถิ่นที่เป็นเจ้าของพื้นที่ จะช่วยขับเคลื่อนให้การจัดการท่องเที่ยวของชุมชนมีคุณภาพ สามารถสร้างและกระจายรายได้ไปสู่ผู้ที่มีส่วนได้เสียได้อย่างเหมาะสมและเป็นธรรม

วิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะ ตั้งอยู่ในพื้นที่บ้านท่าระแนะ อ.เมือง จ.ตราด จัดตั้งขึ้นเพื่อมุ่งหวังพัฒนาความเป็นอยู่ของคนในชุมชนผ่านการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ซึ่งมีรูปแบบกิจกรรมการท่องเที่ยวที่โดดเด่นและมีเอกลักษณ์ โดยเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านทรัพยากรป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์จนได้รับการกล่าวขานว่าเป็นมหัศจรรย์ป่าชายเลนบ้านท่าระแนะ ตลอดจนมีวิถีการดำรงชีพของท้องถิ่นที่น่าสนใจนั้นคือการจักสานและอาหารพื้นบ้านที่แตกต่างจากชุมชนอื่น ๆ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาการมีส่วนร่วมของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะ อ.เมือง จ.ตราด เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาหรือส่งเสริมการมีส่วนร่วมซึ่งถือว่าเป็นหัวใจสำคัญในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่จะเป็นเงื่อนไขไปสู่การพัฒนาชุมชนสอดคล้องกับเป้าหมายของกลุ่มวิสาหกิจนี้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการมีส่วนร่วมของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะ อ.เมือง จ.ตราด
2. เพื่อศึกษาระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนท้องถิ่นต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะ อ.เมือง จ.ตราด

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ดำเนินการในพื้นที่หมู่ 2 บ้านท่าระแนะ ต.หนองคันทรอง อ.เมือง จ.ตราด มีวิธีการดำเนินการศึกษาแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้เป็น 2 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาการมีส่วนร่วมของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะ ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative research) โดยทำการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (in-depth interview) ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (key informants) จำนวนทั้งหมด 17 คน แบ่งเป็น 1) กลุ่มผู้นำ จำนวน 2 คน ได้แก่ ประธานและรองประธานวิสาหกิจชุมชน และ 2) สมาชิกที่เป็นตัวแทนของกลุ่มผู้ประกอบการด้านต่าง ๆ ภายใต

วิสาหกิจชุมชน ได้แก่ กลุ่มผู้ทำประมง จำนวน 3 คน กลุ่มผู้ทำผ้ามัดย้อม จำนวน 3 คน กลุ่มผู้ทำจักสาน จำนวน 3 คน กลุ่มผู้ประกอบการโฮมสเตย์ จำนวน 3 คน และกลุ่มผู้ประกอบการร้านค้า จำนวน 3 คน เครื่องมือวิจัยที่ใช้คือแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) ร่วมกับการสังเกตและจดบันทึก นำข้อมูลที่ได้มาจัดจำแนกชนิด จัดกลุ่ม สรุปใจความสำคัญ และวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัยร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร (content analysis)

ตอนที่ 2 ศึกษาระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนท้องถิ่นต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะ ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) ผู้ให้ข้อมูลคือ กลุ่มตัวอย่างของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่หมู่ 2 บ้านท่าระแนะ จำนวนทั้งหมด 300 คน เก็บข้อมูลระหว่างเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน 2564 โดยใช้วิธีการสุ่มแบบบังเอิญ (accidental sampling) เครื่องมือวิจัยที่ใช้คือแบบสอบถาม (questionnaires) โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 สอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ และระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชุมชน ส่วนที่ 2 สอบถามความเข้าใจของประชาชนในชุมชนต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในพื้นที่ โดยดัดแปลงข้อคำถามและแปลค่าตามวิธีการของอรรถวรรณ เกิดจันทร์ [6] โดยหากตอบคำถามถูก \geq ร้อยละ 50 แสดงว่าคนในชุมชนมีความรู้ความเข้าใจ แต่ถ้าตอบคำถามถูก \leq ร้อยละ 49 แสดงว่าคนในชุมชนขาดความรู้ความเข้าใจ และส่วนที่ 3 สอบถามระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการค้นหาคำปรึกษาและสาเหตุ ด้านการวางแผน ด้านการดำเนินงาน ด้านการติดตามและประเมินผล และด้านการรับผลประโยชน์ โดยคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert rating scale) 5 ระดับ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยแปลความหมายค่าเฉลี่ยระดับการมีส่วนร่วมระหว่าง 1.00 – 1.50 = น้อยที่สุด 1.51 – 2.50 = น้อย 2.51 – 3.50 = ปานกลาง 3.51 – 4.50 = มาก และ ≥ 4.51 = มากที่สุด

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การมีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะ

การจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของชุมชนบ้านท่าระแนะเกิดจากการที่ชุมชนเห็นถึงความสำคัญของทรัพยากรป่าชายเลนที่มีความอุดมสมบูรณ์ในพื้นที่ และกระแสการท่องเที่ยวชุมชนที่กำลังได้รับความนิยม ประกอบกับการสนับสนุนจากภาครัฐและเอกชน ชุมชนจึงเริ่มให้บริการแก่นักท่องเที่ยวมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 เป็นต้นมา เริ่มแรกมีเพียงกิจกรรมนั่งเรือชมป่าชายเลนและลานตะบูนเท่านั้น ต่อมาชุมชนได้ร่วมกันคิดกิจกรรมการท่องเที่ยวให้หลากหลายมากขึ้น โดยนำวัฒนธรรมท้องถิ่นมาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์การท่องเที่ยว จนทำให้ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวเพิ่มมากยิ่งขึ้น ต่อมาชุมชนจึงได้ชักชวนให้เกิดการรวมตัวของกลุ่มต่าง ๆ ที่มีอยู่ในบ้านท่าระแนะอยู่แล้ว ได้แก่ กลุ่มผู้ทำประมง กลุ่มผู้ทำจักสาน และกลุ่มผู้ทำผ้ามัดย้อม ร่วมกันจัดตั้งเป็นกลุ่ม “วิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะ” ในปี พ.ศ. 2560 เพื่อร่วมกันอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและภูมิปัญญาที่สำคัญของท้องถิ่นผ่านการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ซึ่งสามารถสร้างอาชีพและรายได้ กระตุ้นเศรษฐกิจ รักษาสิ่งแวดล้อม และอนุรักษ์วัฒนธรรมท้องถิ่นไม่ให้สูญหายไป ตลอดจนสร้างความรัก ความสามัคคี และความเข้าใจอันดีให้เกิดขึ้นแก่คนในชุมชนอีกด้วย

สมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมท่องเที่ยวโดยแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบเป็นฐานหรือกลุ่มของผู้ทำอาชีพต่าง ๆ โดยกิจกรรมการท่องเที่ยวสำคัญที่นักท่องเที่ยวสามารถมีส่วนร่วมได้แก่ การล่องเรือชมความมหัศจรรย์ของป่าชายเลน ที่มีความสวยงามตามธรรมชาติของหมู่ไม้ 3 ชนิด ได้แก่ โกงกาง จาก และตะบูน

โดยเฉพาะการชมความสวยงามของหมู่ไม้ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koenig) และตะบูนดำ (*Xylocarpus moluccensis* (Lam.) M. Roem.) ที่มีอายุเก่าแก่ซึ่งขึ้นรวมตัวกันอยู่เป็นจำนวนมากและมีรากลอยแผ่เป็นลานกว้างอยู่เหนือพื้นดินจนถูกเรียกว่า “ลานตะบูน” ซึ่งนักท่องเที่ยวจะได้สนุกสนานกับกิจกรรมการโยนโบว์ลิ่งจากผลของต้นตะบูน (ภาพที่ 1) กิจกรรมการทำผ้ามัดย้อมจากสีธรรมชาติที่ได้จากผลของต้นตะบูน กิจกรรมการทำหมวกจักสาน (ภาพที่ 2) จากใบของต้นคันทรหรือต้นลิ้นกวาง (*Ancistrocladus tectorius* (Lour.) Merr.) และกิจกรรมการทำและชิมอาหารพื้นบ้านที่สำคัญ เช่น ขนมโบราณหรือขนมพิมพ์ข้าวตอก (ภาพที่ 3) ไบโกงกางทอด (ภาพที่ 4) และชิมชาจากหัวร้อยรู ซึ่งเป็นสมุนไพรจากป่าชายเลน เป็นต้น นอกจากนี้ นักท่องเที่ยวยังสามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมท่องเที่ยวที่ช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและระบบนิเวศในพื้นที่ เช่น การเก็บขยะ การปลูกป่า และการปล่อยสัตว์น้ำคืนสู่ธรรมชาติ เป็นต้น

วิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะมีการบริหารจัดการการท่องเที่ยวชุมชนโดยพัฒนาศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยวร่วมกับศักยภาพของคนในชุมชนตลอดเวลา โดยส่งเสริมให้กลุ่มหรือคนในชุมชนมีส่วนร่วมในการให้บริการท่องเที่ยวต่าง ๆ ได้แก่ คนขับเรือและมัคคุเทศก์ท้องถิ่น โฮมสเตย์ของชุมชนที่ให้บริการที่พักและอาหารและผลิตภัณฑ์จากกลุ่มร้านค้าที่ระลึกในท้องถิ่น สมาชิกมีการประชุม แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ และติดตามผลการดำเนินงาน มีกฎระเบียบ การมีเครือข่ายเชื่อมโยงกับแหล่งท่องเที่ยวของชุมชนใกล้เคียงได้แก่ ชุมชนน้ำเขียว ชุมชนยายม่อม ชุมชนธรรมชาติล่าง และชุมชนไม้รูด รวมทั้งการสนับสนุนจากภาครัฐและภาคเอกชนที่เข้ามาให้ความรู้และเงินทุนเพื่อพัฒนาศักยภาพด้านการท่องเที่ยวของกลุ่ม ดังกล่าวล้วนสำคัญที่ส่งผลให้การดำเนินการจัดการท่องเที่ยวของชุมชนประสบความสำเร็จ



ภาพที่ 1 กิจกรรมโยนโบว์ลิ่งบนลานตะบูน



ภาพที่ 2 หมวกจักสานจากใบของต้นคันทร



ภาพที่ 3 การทำขนมพิมพ์ข้าวตอก



ภาพที่ 4 การทำไบโกงกางทอด

2. ระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนท้องถิ่นต่อการจัดการท่องเที่ยวของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแหง

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามระดับการมีส่วนร่วมต่อการจัดการท่องเที่ยวของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแหง ระหว่างเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน 2564 จำนวน 300 คน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 53.33) มีอายุระหว่าง 21 – 30 ปี (ร้อยละ 45.00) สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา (ร้อยละ 49.33) มีอาชีพธุรกิจส่วนตัว/เจ้าของกิจการ (ร้อยละ 42.66) มีรายได้ไม่เกิน 15,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 61.67) และอาศัยอยู่ในชุมชนบ้านท่าระแหงมากกว่า 21 ปี (ร้อยละ 57.00) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ประเด็น	ร้อยละ	ประเด็น	ร้อยละ	
เพศ	หญิง	อาชีพ	นักเรียน/นักศึกษา	
	ชาย		ข้าราชการ	
			ธุรกิจส่วนตัว/เจ้าของกิจการ	
			เกษตรกร/ประมง	
			อื่น ๆ	
อายุ (ปี)	10 – 20	รายได้	≤15,000	
	21 – 30		(บาท/เดือน)	15,001 – 30,000
	31 – 40			30,001 – 45,000
	>41			
การศึกษา	ประถมศึกษา	ระยะเวลาที่	<5	
	มัธยมศึกษา		อาศัยอยู่ใน	6 – 10
	ปริญญาตรี		ชุมชน (ปี)	11 – 15
				16 – 20
				>21

ความรู้ความเข้าใจของประชาชนท้องถิ่นต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแหงพบว่า ส่วนใหญ่ประชาชนมีความรู้เข้าใจการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเป็นอย่างดี พิจารณาจากข้อจำนวนประเด็นคำถามทั้งหมด 10 ข้อ มีผู้ตอบถูกมากกว่าร้อยละ 50 (มีความรู้ความเข้าใจ) จำนวน 9 ประเด็นคำถาม คิดเป็นร้อยละ 90 และมีผู้ตอบถูกน้อยกว่าร้อยละ 49 (ขาดความรู้ความเข้าใจ) จำนวน 1 ประเด็นคำถาม คิดเป็นร้อยละ 10 เมื่อพิจารณารายประเด็นคำถามที่ประชาชนขาดความรู้ความเข้าใจคือ การท่องเที่ยวเชิงนิเวศเป็นความรับผิดชอบของหน่วยงานภาครัฐเพียงฝ่ายเดียว ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ผิด มีผู้ตอบถูกเพียงร้อยละ 12.33 และส่วนใหญ่เลือกตอบว่าไม่ทราบ คิดเป็นร้อยละ 86 รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความรู้ความเข้าใจของประชาชนบ้านท่าระแนะต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชน
ท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะ อ.เมือง จ.ตราด

ประเด็น	ตอบถูก (ร้อยละ)	ตอบผิด (ร้อยละ)	ไม่ทราบ (ร้อยละ)	แปลค่า
1. การท่องเที่ยวเชิงนิเวศคือการท่องเที่ยวที่มีความรับผิดชอบต่อแหล่งท่องเที่ยว ธรรมชาติ	99.33	0	0.67	มีความรู้ ความเข้าใจ
2. หลักการของแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศคือควรหลีกเลี่ยงการสร้างผลกระทบ ทางด้านลบต่อสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ	99.00	0.67	1.33	มีความรู้ ความเข้าใจ
3. การท่องเที่ยวเชิงนิเวศสามารถสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชนบ้านท่าระแนะ	98.00	1.00	1.00	มีความรู้ ความเข้าใจ
4. การท่องเที่ยวเชิงนิเวศจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการพื้นที่ให้มีความยั่งยืน	98.00	0.33	3.00	มีความรู้ ความเข้าใจ
5. การจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศจะทำให้ทรัพยากรในชุมชนขาดความอุดมสมบูรณ์	74.00	3.33	22.67	มีความรู้ ความเข้าใจ
6. การท่องเที่ยวเชิงนิเวศเป็นความรับผิดชอบต่อหน่วยงานภาครัฐเพียงฝ่ายเดียว	12.33	1.67	86.00	ขาดความรู้ ความเข้าใจ
7. จุดเด่นของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะคือมีแหล่งท่องเที่ยวทาง ธรรมชาติและวิถีชีวิตดั้งเดิมของคนในชุมชน	78.00	3.33	18.67	มีความรู้ ความเข้าใจ
8. การท่องเที่ยวเชิงนิเวศจะเน้นการใช้ผลิตภัณฑ์ในชุมชนเป็นหลัก	93.00	4.67	3.33	มีความรู้ ความเข้าใจ
9. ประชาชนในชุมชนบ้านท่าระแนะมีหน้าที่รับผิดชอบในการดูแลแหล่งท่องเที่ยว ของวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าระแนะ	96.33	2.67	1.00	มีความรู้ ความเข้าใจ
10. การจัดการที่จะทำให้การท่องเที่ยวเชิงนิเวศยั่งยืนได้คือต้องอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ การจัดการสิ่งแวดล้อม และการมีส่วนร่วมของชุมชน	99.00	0.67	0.33	มีความรู้ ความเข้าใจ

จากตารางที่ 3 ระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนในชุมชนบ้านท่าระแนะต่อการจัดการท่องเที่ยวของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะพบว่า คนในชุมชนบ้านท่าระแนะมีค่าเฉลี่ยระดับการมีส่วนร่วมในภาพรวมสูงสุด 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการค้นหาค้นหาปัญหาและสาเหตุปัญหา ($\bar{X} = 3.56$, $SD = 0.91$) และด้านการติดตามประเมินผล ($\bar{X} = 3.56$, $SD = 0.63$) และเมื่อแปลค่าพบว่า การมีส่วนร่วมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นพบว่า การมีส่วนร่วมในการค้นหาค้นหาปัญหาในแหล่งท่องเที่ยว มีค่าเฉลี่ยระดับการมีส่วนร่วมสูงสุด ($\bar{X} = 3.93$, $SD = 0.98$) รองลงมาคือ การมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสภาพแวดล้อมภายในชุมชนให้สะอาด สวยงามเสมอ ($\bar{X} = 3.92$, $SD = 0.56$) เมื่อแปลค่าทั้งสองรายประเด็นพบการมีส่วนร่วมอยู่ในระดับมาก สำหรับการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนในด้านการดำเนินงานพบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน ($\bar{X} = 3.53$, $SD = 0.71$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นพบว่า การมีส่วนร่วมในการดำเนินงานตามแผนงานที่วางไว้มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 3.86$, $SD = 0.67$) อยู่ในระดับมาก สำหรับการมีส่วนร่วมในด้านการวางแผน พบว่าในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.20$, $SD = 0.88$) เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นพบว่า ระดับการมีส่วนร่วมในการประชุมวางแผนจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 2.10$, $SD = 1.59$) อยู่ในระดับน้อย และการมีส่วนร่วมในด้านการรับผลประโยชน์ พบว่าในภาพรวมอยู่

ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.43$, $SD = 0.64$) เช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นพบว่า ระดับการมีส่วนร่วมในการได้รับรายได้เสริมจากวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าระแนะ มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 3.06$, $SD = 0.58$) อยู่ในระดับปานกลาง

ตารางที่ 3 ระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนท้องถิ่นต่อการจัดการท่องเที่ยวของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะ อ.เมือง จ.ตราด

ประเด็น	ระดับการมีส่วนร่วม		
	\bar{X}	SD	แปลค่า
1. ด้านการมีส่วนร่วมในการค้นหาปัญหาและสาเหตุของปัญหา			
1.1 ท่านมีส่วนร่วมในการประชุมเกี่ยวกับปัญหาที่พบในแหล่งท่องเที่ยว	3.86	0.99	มาก
1.2 ท่านมีส่วนร่วมในการค้นหาปัญหาในแหล่งท่องเที่ยว	3.93	0.98	มาก
1.3 ท่านมีส่วนร่วมในการค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในแหล่งท่องเที่ยว	3.12	0.81	ปานกลาง
1.4 ท่านมีส่วนร่วมในการเสนอแนวทางในการจัดการปัญหาที่พบในแหล่งท่องเที่ยว	3.11	0.83	ปานกลาง
1.5 ท่านได้มีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาในแหล่งท่องเที่ยว	3.79	0.97	มาก
เฉลี่ยรวม	3.56	0.91	มาก
2. ด้านการมีส่วนร่วมในการวางแผน			
2.1 ท่านมีส่วนร่วมในการประชุมวางแผนจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ	2.10	1.59	น้อย
2.2 ท่านมีส่วนร่วมในการวางแผนจัดการทรัพยากรการท่องเที่ยว	3.83	0.67	มาก
2.3 ท่านมีส่วนร่วมในการเสนอแนวทางจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ	3.81	0.66	มาก
2.4 ท่านมีส่วนร่วมตัดสินใจในการวางแผนจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ	3.08	0.61	ปานกลาง
เฉลี่ยรวม	3.20	0.88	ปานกลาง
3. ด้านการมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน			
3.1 ท่านมีส่วนร่วมในการดำเนินงานตามแผนงานที่วางไว้	3.86	0.67	มาก
3.2 ท่านมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวให้กับนักท่องเที่ยว	3.17	0.67	ปานกลาง
3.3 ท่านมีส่วนร่วมในการออกค่าใช้จ่ายหรือวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการท่องเที่ยว	3.68	0.82	มาก
3.4 ท่านมีส่วนร่วมในการประชาสัมพันธ์ด้านการท่องเที่ยว	3.17	0.68	ปานกลาง
3.5 ท่านมีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลแก่นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยว	3.76	0.69	มาก
เฉลี่ยรวม	3.53	0.71	มาก
4. ด้านการมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์			
4.1 ท่านได้ใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ภายในแหล่งท่องเที่ยวของชุมชน	3.79	0.69	มาก
4.2 ท่านได้รับผลประโยชน์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ	3.07	0.59	ปานกลาง
4.3 ท่านได้รับผลประโยชน์จากนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยว	3.79	0.71	มาก
4.4 ท่านได้รับรายได้เสริมจากวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าระแนะ	3.06	0.58	ปานกลาง
เฉลี่ยรวม	3.43	0.64	ปานกลาง
5. ด้านการมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผล			
5.1 ท่านมีส่วนร่วมในการกำกับติดตามการดำเนินงานตามแผนการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ	3.82	0.70	มาก

ประเด็น	ระดับการมีส่วนร่วม		
	\bar{X}	SD	แปลค่า
5.2 ท่านมีส่วนร่วมในการประเมินผลจากการดำเนินงานตามแผนการพัฒนาการ ท่องเที่ยวเชิงนิเวศ	3.04	0.63	ปานกลาง
5.3 ท่านมีส่วนร่วมในการติดตามการดูแลผลประโยชน์จากการดำเนินงานที่เกี่ยวข้อง กับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ	3.80	0.69	มาก
5.4 ท่านมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสภาพแวดล้อมภายในชุมชนให้สะอาด สวยงาม เสมอ	3.92	0.56	มาก
5.5 ท่านมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรภายในชุมชนให้มีความยั่งยืน	3.20	0.59	ปานกลาง
เฉลี่ยรวม	3.56	0.63	มาก

อภิปรายผลการวิจัย

การจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะ อาจกล่าวได้ว่าเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ตลอดจนวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนบนพื้นฐานของการจัดการตนเอง ซึ่งสามารถสร้างความร่วมมือหรือสร้างการมีส่วนร่วมกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้ โดยเฉพาะการให้บทบาทและความสำคัญแก่คนในชุมชนและสมาชิกกลุ่มต่าง ๆ เช่น กลุ่มประมง กลุ่มผ้ามัดย้อม และกลุ่มจักสานได้เข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการจัดการท่องเที่ยว สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนที่สามารถสร้างผลตอบแทนและกระจายรายได้ให้แก่คนในชุมชนได้อย่างเป็นธรรม ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านสังคมและวัฒนธรรมให้กับชุมชน และสามารถสร้างจิตสำนึกความเป็นเจ้าของ เกิดการเคารพและรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อันเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ [7-8] ผลจากการวิจัยนี้จะเห็นว่า ส่วนใหญ่ประชาชนในชุมชนบ้านท่าระแนะมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเป็นอย่างดี ทั้งในเชิงของหลักการว่าการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเป็นการท่องเที่ยวที่รับผิดชอบต่อทรัพยากรในแหล่งท่องเที่ยว ลดการสร้างผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม และสามารถบริหารจัดการพื้นที่ให้มีความยั่งยืนได้ บัจจุบันดังกล่าวอาจเชื่อมโยงไปสู่การจัดการท่องเที่ยวของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะที่ประสบความสำเร็จทั้งทางด้านการบริหารจัดการทรัพยากรคนในชุมชนและแหล่งท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับการศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของคนในชุมชนบ้านคลองสน กิ่งอำเภอเกาะช้าง จังหวัดตราด พบว่า ชาวบ้านคลองสนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศอยู่ในระดับดี ซึ่งสังเกตได้จากการจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศต่าง ๆ ให้กับนักท่องเที่ยวนั้นส่วนใหญ่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยว ประชาชนมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น นำไปสู่การได้รับผลประโยชน์ที่ยั่งยืนจากการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในพื้นที่ [9] อย่างไรก็ตาม ยังมีประเด็นคำถามที่ผู้ตอบส่วนใหญ่ขาดความรู้ความเข้าใจคือการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเป็นความรับผิดชอบของหน่วยงานภาครัฐเพียงฝ่ายเดียว ซึ่งคล้ายคลึงกับผลการศึกษาความรู้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนของคนในชุมชนท่องเที่ยวของจังหวัดตราด พบว่าเข้าใจผิดเกี่ยวกับประเด็นการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนที่ชุมชนไม่จำเป็นต้องกำหนดทิศทางโดยชุมชนเสมอไป ซึ่งความเข้าใจผิดดังกล่าวอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้การจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนของจังหวัดตราดไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรจะเป็น [5]

จากการศึกษาการมีส่วนร่วมของประชาชนในชุมชนบ้านท่าระแนะ ถึงแม้ว่าด้านการมีส่วนร่วมในการค้นหาปัญหาและสาเหตุของปัญหา ด้านการมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน และด้านการมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผล

จะพบว่าอยู่ในระดับการมีส่วนร่วมมาก แต่สำหรับผลการศึกษาด้านการมีส่วนร่วมในการวางแผนและด้านการมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ พบว่าอยู่ในระดับการมีส่วนร่วมปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนขององค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำรงค์ อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี แต่แตกต่างจากการศึกษาระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศบ้านคลองสน ซึ่งพบว่าคนในชุมชนมีส่วนร่วมในด้านการค้นหาปัญหา ด้านการวางแผน ด้านการดำเนินงาน และด้านการติดตามประเมินผล ทุกด้านอยู่ในระดับน้อย [9] จะเห็นได้ว่า ระดับการมีส่วนร่วมของการจัดการท่องเที่ยวของคนในชุมชนจะแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น ซึ่งการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนบ้านท่าระแนะด้านการวางแผนในรายประเด็นการเข้าร่วมประชุมเพื่อวางแผนจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศยังอยู่ในระดับน้อย ทางกลุ่มควรพิจารณาการประชาสัมพันธ์เพื่อนัดหมายหรือชักชวนให้ประชาชนในพื้นที่ได้เข้ามาร่วมประชุมหรือเพื่อพัฒนาการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจให้ทั่วถึงหรือชัดเจน เพื่อเพิ่มการมีส่วนร่วมในประเด็นดังกล่าว สำหรับด้านการแบ่งปันผลประโยชน์ ทางกลุ่มวิสาหกิจควรพิจารณาให้ประชาชนในพื้นที่ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมหรือเพิ่มความหลากหลายของกิจกรรมให้มีมากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นการขยายโอกาสและกระจายรายได้ของคนในชุมชนให้เป็นที่พอใจทั่วถึง ทั้งนี้ เนื่องจากสถานการณ์ปัจจุบันมีการแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการดำเนินการจัดการท่องเที่ยวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะคือ ปริมาณนักท่องเที่ยวที่มีจำนวนน้อยลง ส่งผลให้รายได้ของชุมชนลดลงไปด้วย ดังนั้น รูปแบบการให้บริการท่องเที่ยวของชุมชนอาจต้องมีการปรับตัวโดยเฉพาะการคำนึงถึงมาตรฐานความปลอดภัยเป็นหลัก เพื่อตอบสนองพฤติกรรมนักท่องเที่ยวรูปแบบวิถีความปกติใหม่ (New normal) รวมทั้งคนในชุมชนและหน่วยงานที่สนับสนุนการจัดการท่องเที่ยวในพื้นที่ควรเสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพของชุมชน ขับเคลื่อนนโยบายและยุทธศาสตร์ ตลอดจนพัฒนาเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว กระตุ้นและเชิญชวนให้นักท่องเที่ยวกลับมาเยือนชุมชนเหมือนเดิม

สรุปผลการวิจัย

ต้นทุนทางทรัพยากรธรรมชาติและวิถีการดำรงชีวิตที่มีเอกลักษณ์ของบ้านท่าระแนะถูกนำมาใช้ในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวชุมชนบ้านท่าระแนะ อ.เมือง จ.ตราด การบริหารจัดการกลุ่มมุ่งเน้นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องซึ่งเป็นการรวมตัวของกลุ่มต่าง ๆ ที่มีอยู่ในชุมชน ได้แก่ กลุ่มประมง กลุ่มมัดย้อม และกลุ่มจักสาน รวมทั้งประชาชนในท้องถิ่นให้เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ สมาชิกมีการประชุม แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ มีกฎระเบียบ มีการติดตามผลการดำเนินงาน และสร้างเครือข่ายกับภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาศักยภาพของกลุ่ม ตลอดจนเชื่อมโยงเครือข่ายแหล่งท่องเที่ยวในชุมชนใกล้เคียง ซึ่งสามารถสร้างอาชีพและรายได้ให้แก่คนในชุมชนบ้านท่าระแนะ ตลอดจนเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและรักษาภูมิปัญญาท้องถิ่นผ่านกิจกรรมการท่องเที่ยวที่หลากหลาย อาทิ การล่องเรือชมธรรมชาติ 3 ป่า การทำผ้ามัดย้อม การทำหมวกจักสาน การทำขนมโบราณ การชิมใบโกงกางทอด และชิมชาร้อยรู นอกจากนี้นักท่องเที่ยวยังมีส่วนร่วมในกิจกรรมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น การเก็บขยะ การปลูกป่า และการปล่อยสัตว์น้ำคืนสู่ธรรมชาติ เป็นต้น โดยประชาชนส่วนใหญ่ในบ้านท่าระแนะมีความรู้ความเข้าใจต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ สำหรับระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศพบว่ามีค่าเฉลี่ยการมีส่วนร่วมอยู่ในระดับมาก 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการค้นหาปัญหาและสาเหตุปัญหา ด้านการดำเนินงาน และด้านการติดตามประเมินผล แต่การมีส่วนร่วมในด้านการวางแผน และด้านการรับผลประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง

เอกสารอ้างอิง

- [1] องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (องค์การมหาชน). (2563). รายงานประจำปี 2563. สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2565, จาก <https://online.fliphtml5.com/kndao/oxlm/#p=1>
- [2] กิตติวัฒน์ รัตนดิถก ณ ฎุเก็ด. (2541, ตุลาคม – ธันวาคม). การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ. *จุลสารการท่องเที่ยว*. 17(4): 40 – 52.
- [3] อติรส หงงสตาร์. (2548). *การประเมินผลการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง*. วิทยานิพนธ์ ร.ป.ม. (รัฐประศาสนศาสตร์). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [4] จุฑารัตน์ เจือจิ้น. (2555). *แนวทางการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมบ้านน้ำเชี่ยว จังหวัดตราด*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การจัดการทรัพยากรวัฒนธรรม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [5] วรรณดี สุทธินรากร, ภัทรวรรณ จีรพัฒนธร, สิริพร ต้นจ้อ. (2562, พฤษภาคม - สิงหาคม). ศักยภาพในการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนในพื้นที่จังหวัดตราด. *วารสารสมาคมนักวิจัย*. 24(2): 158 – 171.
- [6] อรวรรณ เกิดจันทร์. 2557. *การมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศป่าชายเลนคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การจัดการการท่องเที่ยว). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- [7] พจนา สวนศรี. (2546). *คู่มือการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน*. กรุงเทพฯ: โครงการท่องเที่ยวเพื่อชีวิตและธรรมชาติ.
- [8] Fennell, David A. (1999). *Ecotourism: An Introduction*. New York: Routledge.
- [9] ศลิษา หมัดลิ่ง. (2549). *การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ กรณีศึกษาชุมชนบ้านคลองสน กิ่งอำเภอเกาะช้าง จังหวัดตราด*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ยุทธศาสตร์การพัฒนา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

RANC15-047 การยกระดับศักยภาพชุมชนเพื่อรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอป่อเกลือ จังหวัดน่าน

**Increasing community competition advantage for wellness tourism,
Bo Kluea district, Nan province.**

ผุสดี สายวงศ์^{1*} สุदारัตน์ อุทธารัตน์²

Phudsadee Saiwong¹, Sudarat Uttaratt²

¹วิทยาลัยชุมชนน่าน สถาบันวิทยาลัยชุมชน

²สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

¹Nan Community College, Community College Institute.

²Social Research Institute, Chiang Mai University.

**Corresponding author, E-mail: Phudsadee_s@nancc.ac.th*

บทคัดย่อ

การยกระดับศักยภาพชุมชนเพื่อรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอป่อเกลือ จังหวัดน่าน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาศักยภาพของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพที่ตรงกับความคาดหวังของนักท่องเที่ยว อำเภอป่อเกลือ จังหวัดน่าน และ 2) พัฒนาแนวทางการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอป่อเกลือ จังหวัดน่าน ที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนและความคาดหวังของนักท่องเที่ยว เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน โดยใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์เชิงลึก การเสวนากลุ่มกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวอำเภอป่อเกลือ จังหวัดน่าน จำนวน 30 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุมชนมีศักยภาพในระดับปานกลาง (51.12 คะแนน) เมื่อพิจารณาทางด้าน พบว่าชุมชนมีศักยภาพในด้านกายภาพมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการบริหารจัดการและน้อยที่สุดคือ การรองรับการท่องเที่ยว คิดเป็น 20.90, 17.79 และ 12.43 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความคาดหวังของนักท่องเที่ยวที่มีต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอป่อเกลือ จังหวัดน่าน ในด้านที่พัก ด้านอาหาร ด้านผลิตภัณฑ์/บริการ และด้านบุคลากร พบว่า นักท่องเที่ยวมีความคาดหวังโดยรวมในระดับมาก (\bar{X} = 3.85) และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักท่องเที่ยวมีความคาดหวังด้านบุคลากรมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านผลิตภัณฑ์/บริการ และน้อยที่สุดคือด้านที่พัก ด้วยค่าเฉลี่ย 3.97, 3.85 และ 3.77 ตามลำดับ และ 2) แนวทางการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอป่อเกลือ จังหวัดน่าน ที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนและความคาดหวังของนักท่องเที่ยว มี 2 แนวทาง คือ การจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพตามเส้นทางท่องเที่ยววิถีใหม่ “ฮัก ณ ป่อเกลือ” และเส้นทางวิ่งเพื่อสุขภาพ “ป่อเกลือ เทรล” ซึ่งเป็นต้นแบบเส้นทางท่องเที่ยวและเส้นทางวิ่งเพื่อสุขภาพที่ชุมชนร่วมกันออกแบบตามศักยภาพของตนเองและสอดคล้องกับความคาดหวังของนักท่องเที่ยว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการยกระดับการท่องเที่ยวของอำเภอป่อเกลือ จังหวัดน่าน ต่อไป

คำสำคัญ: ท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ ศักยภาพชุมชน ป่อเกลือ ความคาดหวัง

Abstract

Increasing community competition advantage for wellness tourism, Bo Kluea district, Nan province aims to 1) develop community's potential in wellness tourism management that meets tourists' expectation, Bo Kluea district, Nan province and 2) develop wellness tourism management guidance Bo Kluea district, Nan province which corresponds with community's context and tourist's exceptions. It's mixed-method research, applying with assessment form, in-depth interviews and focus group discussions with 30 persons who involve in tourism in Bo Kluea district, Nan province. Data analysis were percentage, mean, standard deviation and content analysis. Results were; 1) Community's potentials are moderate (score = 51.12) considering each aspect, it was found that the community had the greatest physical potential, followed by administrative and the least tourism support with score 20.90, 17.79, and 12.43 respectively. Considering the expectation of tourists towards health tourism management Bo Kluea district, Nan province i.e., accommodation, food, products/services, and personnel, it was found that tourists had overall expectations in good level ($\bar{X} = 3.85$) when considering each aspect found that tourists had the highest expectations of personnel, followed by products/services and the least is accommodation mean 3.97, 3.85 and 3.77 respectively. 2) There are 2 guidelines for managing wellness tourism Bo Kluea district, Nan province, which corresponds to the context of the community and the expectations of tourists i.e. the management of wellness tourism according to the new tourism route "Hug Na Bo Kluea" and the running route "Bo Kluea Trail", which are model of wellness tourism and running routes that the community designed according to their own potential and in accordance with tourists expectations that will be used as a guideline for further increasing tourism raising in Bo Kluea district, Nan province.

Keywords: Wellness Tourism, Community Potential, Bo Kluea, Expectations

บทนำ

จากผลการวิจัยศึกษาแนวโน้มพฤติกรรมนักท่องเที่ยวชาวไทยจากสถานการณ์โควิด-19 ของกองการวิจัยการตลาดการท่องเที่ยว การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) เกี่ยวกับพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่เปลี่ยนแปลงไปท่ามกลางบรรยากาศการแพร่ระบาดของโควิด-19 หรือ Covidmosphere เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนด้านการส่งเสริมการตลาดการท่องเที่ยวภายในประเทศที่สามารถตอบสนองความต้องการที่เปลี่ยนไปของนักท่องเที่ยว พบว่า การแพร่ระบาดของโควิด-19 ส่งผลกระทบต่อการเดินทางของนักท่องเที่ยวชาวไทย โดยสัดส่วนของผู้ที่มีการเดินทางท่องเที่ยวภายในประเทศนับตั้งแต่เกิดเหตุการณ์แพร่ระบาด คิดเป็นร้อยละ 43.70 เมื่อสถานการณ์เริ่มคลี่คลาย พฤติกรรมของนักท่องเที่ยวชาวไทยในช่วงไตรมาสแรกของปี พ.ศ. 2564 จึงเปลี่ยนไปโดยวัตถุประสงค์ในการเดินทางเพื่อการพักผ่อน/คลายเครียดจากชีวิตประจำวัน รองลงมาคือเพื่อเป็นรางวัลให้กับชีวิตและน้อยที่สุดเพื่อให้ได้รับการยอมรับว่าเป็นส่วนหนึ่งในหมู่คณะ/กิจกรรมทางสังคม คิดเป็นร้อยละ 36.89, 13.00 และ 2.16 ตามลำดับ สอดคล้องกับความคาดหวังจากการท่องเที่ยวที่ต้องการผ่อนคลาย/คลายเครียดจากชีวิตประจำวันมากที่สุด รองลงมาคือ ได้ใช้เวลาอยู่กับครอบครัว/ได้พักผ่อนกับครอบครัวและน้อยที่สุดคือได้เรียนรู้ สัมผัสวิถีชีวิต วัฒนธรรม ประเพณี ของแต่ละพื้นที่ คิดเป็นร้อยละ 50.19, 42.42 และ 28.54 ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตว่าคนกรุงเทพมหานครมีความคาดหวังต่อการเดินทางท่องเที่ยวภายในประเทศสูงกว่าคนในภูมิภาคอื่นๆ นุทุกประเด็นของข้อคำถาม ซึ่งคนกรุงเทพมหานครมีความคาดหวังที่จะได้ผ่อนคลาย/คลายเครียดจากชีวิตประจำวันมากที่สุด รองลงมาคือ ได้รับความสุข สนุกสนานจากการท่องเที่ยว และได้สัมผัส

บรรยากาศธรรมชาติที่ดีในระดับเท่ากัน และน้อยที่สุดคือ ได้รับความสะดวกสบายในการเดินทาง คิดเป็นร้อยละ 64.79, 58.32 และ 39.96 ตามลำดับ [1]

จากสถิตินักท่องเที่ยวและรายได้จากการท่องเที่ยวของ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน พบว่าปี พ.ศ. 2564 จังหวัดน่าน มีผู้มาเยี่ยมเยือน จำนวน 532,902 คน ลดลงจากปี 2563 คิดเป็นร้อยละ 17.40 จัดอยู่ในลำดับที่ 4 ของภาคเหนือตอนบน รองจากจังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงรายและจังหวัดลำปาง จำนวน 3,734,006 คน, 1,389,418 คน และ 608,117 คน ตามลำดับ และเมื่อพิจารณารายได้จากผู้มาเยี่ยมเยือนเป็นเงิน 1,011.85 ล้านบาท ลดลงจากปี 2563 คิดเป็นร้อยละ 35.12 จัดอยู่ในลำดับที่ 5 ของภาคเหนือตอนบน รองจากจังหวัดเชียงใหม่, เชียงใหม่, ลำปางและแม่ฮ่องสอน เป็นเงิน 23,291.25 ล้านบาท, 7,948.17 ล้านบาท, 1,579.72 ล้านบาทและ 1,340.24 ล้านบาท [2] สืบเนื่องมาจากการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2563 จนถึงปัจจุบัน และเมื่อประชาชนได้รับวัคซีนเข็มที่ 1 มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 77 ของประชากรทั้งประเทศ [3] รัฐบาลจึงผ่อนปรนหลายๆ มาตรการมากขึ้น ประชาชนสามารถใช้ชีวิตและประกอบธุรกิจวิถีใหม่ได้อีกครั้ง หลายสายการบินกลับมาให้บริการ และเพิ่มจำนวนเที่ยวบินมายังจังหวัดน่านมากขึ้น จากเดิมมีจำนวน 5 เที่ยวบินต่อวัน เพิ่มเป็น 13 เที่ยวบินต่อวัน จากการให้บริการของ 4 สายการบิน ได้แก่ สายการบินไทยสมายล์ ไทยแอร์เอเชีย นกแอร์และไทย ไลอันแอร์ [4] จึงทำให้จังหวัดน่าน 1 ใน 55 เมืองรองที่คนนิยมเดินทางมาเที่ยวมากขึ้นในปัจจุบัน

อำเภอป่อเกลือ เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพเกี่ยวกับแหล่งแร่เกลือซึ่งเป็นแหล่งแร่เศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดน่าน โดยแหล่งแร่เกลือที่มีชื่อเสียงจะพบตามแนวที่ราบระหว่างหุบเขาที่มีมากกว่า 7 จุดต่อเนื่องกันตลอดแนวเหนือ-ใต้ เช่น บ่อนาน (บ่อเกลือบ้านนาเก็น) บ่อเวร (บ่อเกลือบ้านเวร) บ่อเจ้าซางคำ บ่อเจ้าสม (บ่อเกลือบ้านบ่อหลวง) บ่อสวก (บ่อเกลือบ้านภูฟ้า) เป็นต้น ลักษณะของบ่อเกลือ จังหวัดน่านมีลักษณะคล้ายกัน คือเป็นจุดน้ำเกลือที่อยู่ลึกลงไปใต้ดิน ต้องตักน้ำเกลือขึ้นมาผ่านกระบวนการผลิตด้วยการต้มด้วยฟืนและเตาดินภูเขาซึ่งเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมา เกิดเป็นเกลือสินเธาว์ที่มีลักษณะขาวสะอาด เนื้อละเอียด ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำได้ดีรสชาติเค็มกลมกล่อม และสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชนได้ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในฤดูหนาว ระหว่างเดือนตุลาคม - เดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวเดินทางมาเที่ยวในจังหวัดน่านมากที่สุด จากรายงานสถานการณ์ด้านการท่องเที่ยวของจังหวัดน่าน จะเห็นว่า การเชื่อมโยงเครือข่ายการท่องเที่ยวตลอดจนข้อมูลด้านการท่องเที่ยวในภาพรวมของทั้งจังหวัดจำเป็นต้องมีการพัฒนาในแบบองค์รวม มีการบูรณาการและเชื่อมโยงการท่องเที่ยวจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดเป็นเครือข่ายการท่องเที่ยวที่ยั่งยืนของจังหวัดน่าน และสร้างรายได้ให้กับชุมชนเพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันก็ยังคงรักษาอัตลักษณ์ วิถีชุมชน และสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อไม่ให้เสื่อมโทรมตามจำนวนนักท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้น ตลอดจนมีการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ เพื่อให้การท่องเที่ยว น่านคงไว้ซึ่งคุณค่าของความเป็นน่านและมีคุณภาพอย่างยั่งยืนต่อไป

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษา “การยกระดับศักยภาพชุมชนเพื่อรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอป่อเกลือ จังหวัดน่าน ” ขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาศักยภาพของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพที่ตรงกับความต้องการของนักท่องเที่ยว อำเภอป่อเกลือ จังหวัดน่าน
2. เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอป่อเกลือ จังหวัดน่าน ที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนและความคาดหวังของนักท่องเที่ยว

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยใช้วิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed method research) ด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ได้แก่ การศึกษาเอกสาร การตอบแบบสอบถาม (Questionnaire) การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) และการสนทนากลุ่ม (Focus group discussion) โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1) ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ซึ่งได้จากการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง ประกอบด้วย ผู้นำชุมชนบ้านเวร ชุมชนบ้านนาถิ่น ชุมชนบ้านบ่อหลวง ชุมชนบ้านดงผาปูน และชุมชนบ้านนาบง อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน, ตัวแทนจากองค์กรภาครัฐและภาคเอกชนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน รวมทั้งสิ้น จำนวน 30 คน

2) นักท่องเที่ยวที่ได้จากการคัดเลือกแบบบังเอิญ จำนวน 400 คน ตอบแบบสำรวจความคาดหวังของนักท่องเที่ยวที่มีต่อการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1) แบบสอบถามแบบตรวจสอบรายการ (Check list) ซึ่งสอบถามเกี่ยวกับ (1) ศักยภาพความพร้อมของชุมชนในการรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการประเมินศักยภาพของชุมชนใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านกายภาพของชุมชน, ด้านการรองรับด้านการท่องเที่ยว และด้านการบริหารจัดการชุมชน (2) ความคาดหวังที่มีต่อการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน เกี่ยวกับพฤติกรรมการเดินทางท่องเที่ยวและระดับความคาดหวังที่มีต่อการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพในด้านที่พัก, ด้านอาหารและเครื่องดื่ม, ด้านผลิตภัณฑ์และบริการและด้านบุคลากร และ (3) ความพึงพอใจโดยรวมต่อเส้นทางท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ “ฮัก ณ บ่อเกลือ” มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ของลิเคิร์ต (Likert)

2) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างในการเสวนากลุ่มย่อยเพื่อสำรวจ (1) ปัญหาและความต้องการในการพัฒนาศักยภาพของชุมชนที่ตรงกับความคาดหวังของนักท่องเที่ยว (2) ศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวในอำเภอบ่อเกลือ และ (3) การทดสอบเส้นทางวิ่งเพื่อสุขภาพ “บ่อเกลือ เทรล” เพื่อจัดทำเส้นทางท่องเที่ยวเชิงสุขภาพวิถีใหม่ที่เชื่อมโยงแต่ละแหล่งท่องเที่ยวของอำเภอบ่อเกลือ และจัดทำเส้นทางวิ่งเพื่อสุขภาพเพื่อเป็นกิจกรรมส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการเสวนากลุ่มย่อยร่วมกับกลุ่มตัวอย่างที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวอำเภอบ่อเกลือ จำนวน 30 คน เพื่อประเมินศักยภาพความพร้อมของชุมชนในการรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพและทดสอบเส้นทางท่องเที่ยวและเส้นทางวิ่งเพื่อวางแผนการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพที่สอดคล้องกับความคาดหวังของนักท่องเที่ยว และการสำรวจความคาดหวังกับนักท่องเที่ยวจำนวน 400 คน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร การสัมภาษณ์ และการเสวนากลุ่มทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) และวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ (Pattern Matching) กับแนวคิดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ

2) ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นการวิเคราะห์จากแบบสำรวจระดับความคาดหวังของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ โดยวิเคราะห์ข้อมูลผลค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับศักยภาพของแต่ละองค์ประกอบต่างๆ นำเสนอผลการศึกษาในรูปแบบเชิงบรรยาย สรุปผล

ผลการวิจัย

การวิจัย “การยกระดับศักยภาพชุมชนเพื่อรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน” ครั้งนี้ แบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ประเด็น ประกอบด้วย

1. ผลการประเมินศักยภาพชุมชนและผลการสำรวจความคาดหวังของนักท่องเที่ยวที่มีต่อการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

จากการประเมินศักยภาพของชุมชนในการรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน โดยผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวอำเภอบ่อเกลือ พบว่า ชุมชนมีศักยภาพโดยรวมระดับปานกลาง (คะแนนรวม 51.12 คะแนน) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ชุมชนมีศักยภาพในด้านกายภาพ มากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการบริหารจัดการและน้อยที่สุดคือ การรองรับการท่องเที่ยว ด้วยคะแนน 20.90, 17.79 และ 12.43 คะแนน ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ศักยภาพของชุมชนในการรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

ศักยภาพของชุมชน	คะแนนเต็ม	คะแนนประเมิน	แปลค่า
ด้านกายภาพของชุมชน	35	20.90	มาก
ด้านการรองรับด้านการท่องเที่ยว	25	17.79	ปานกลาง
ด้านการบริหารจัดการ	40	12.43	น้อย
รวม	100	51.12	ปานกลาง

และเมื่อพิจารณาความคาดหวังของนักท่องเที่ยวที่มีต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ได้แก่ ด้านที่พัก ด้านอาหาร ด้านผลิตภัณฑ์/บริการ และด้านบุคลากร พบว่า นักท่องเที่ยวมีความคาดหวังโดยรวมในระดับมาก ($\bar{X} = 3.85$) และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักท่องเที่ยวมีความคาดหวังด้านบุคลากร มากที่สุด รองลงมาคือ ด้านผลิตภัณฑ์/บริการ และน้อยที่สุดคือด้านที่พัก ด้วยค่าเฉลี่ย 3.97, 3.85 และ 3.77 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความคาดหวังของนักท่องเที่ยวที่มีต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

ความคาดหวังของนักท่องเที่ยว	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลค่า
ด้านที่พัก	3.77	0.87	มาก
ด้านอาหารและเครื่องดื่ม	3.80	0.85	มาก
ด้านผลิตภัณฑ์/บริการ	3.85	0.91	มาก
ด้านบุคลากร	3.97	0.89	มาก
รวม	3.85	0.88	มาก

จากศักยภาพด้านกายภาพของชุมชนที่อยู่ในระดับมากนำไปสู่การยกระดับศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวในชุมชนแบบการมีส่วนร่วมโดยคนในชุมชนร่วมกันปรับปรุงสภาพแวดล้อมของจุดชมวิวย่านเวร ตำบลบ่อเกลือเหนือ และการปรับปรุงเส้นทางเข้าป่าชุมชนบ้านดงผาปูน ตำบลบ่อเกลือใต้ให้มีความพร้อมในการรองรับการท่องเที่ยว ตลอดจนพัฒนาศักยภาพบุคลากรในชุมชน “หลักสูตรมัคคุเทศก์น้อยรักษ์บ่อเกลือ” ให้มีคุณสมบัติของผู้ให้บริการ

ด้านการท่องเที่ยวที่ตรงกับความคาดหวังของนักท่องเที่ยวที่คาดหวังที่จะได้รับการของบุคลากรในพื้นที่ในระดับมาก

2. ผลการพัฒนาแนวทางการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอป่อเกลือ จังหวัดน่าน ที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนและความคาดหวังของนักท่องเที่ยว

แนวทางการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนและความคาดหวังของนักท่องเที่ยว ประกอบด้วย 2 แนวทาง คือ

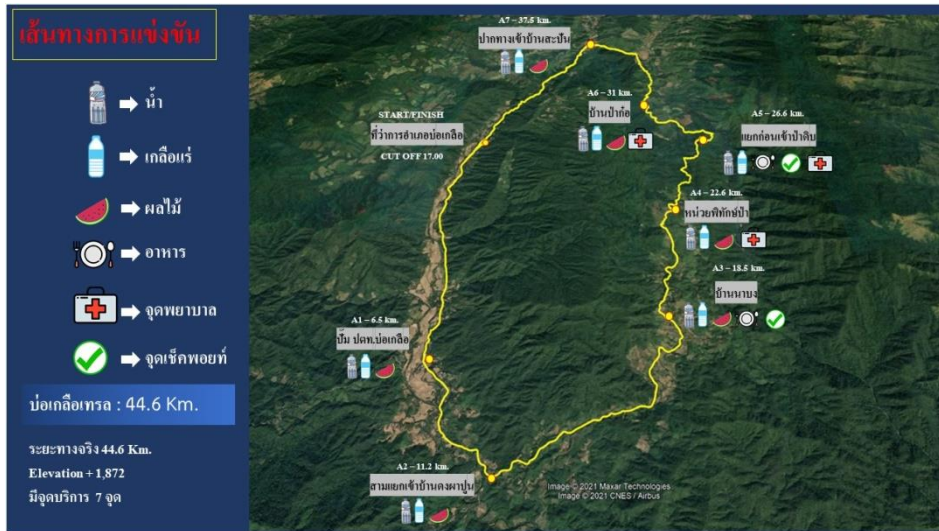
1) การจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพตามเส้นทางท่องเที่ยววิถีใหม่ “ฮัก ณ ป่อเกลือ” เป็นการเชื่อมโยงสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ 4 ตำบลของอำเภอป่อเกลือ เกิดเป็นเส้นทางท่องเที่ยวที่สามารถเที่ยวได้ตลอดทั้งปี ทั้งแบบวันเดียว (One day trip) และแบบพักค้างคืน (2 วัน 1 คืน) เพื่อให้ให้นักท่องเที่ยวได้เลือกท่องเที่ยวด้วยตนเองหรือเป็นการนำเที่ยวโดยชุมชนซึ่งมีค่าใช้จ่ายเริ่มต้น 1,500 บาท ขึ้นอยู่กับกิจกรรมและสถานที่ท่องเที่ยวในแต่ละฤดู ประกอบด้วย นาขั้นบันไดบ้านเวร, ป้อมถ้ำเกลือสินเธาว์โบราณบ้านนาเกิ้น (ป้อมนาถ), ตลาดชุมชนบ้านนาเกิ้น “เลาะใจเอ็น @ นาเกิ้น” ป้อมถ้ำเกลือสินเธาว์โบราณบ้านเวร (ป้อมบ้านเวร) ตำบลป่อเกลือเหนือ, สว่าคาเฟ่ โรงเรียนบ้านสว่า, น้ำตกสะปัน ตำบลลงพญา, ป้อมเจ้าสม, ป้อมเจ้าซางคำ ป้อมถ้ำเกลือสินเธาว์โบราณบ้านป่อหลวง, ป่าชุมชนบ้านดงผาปูน, กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านนาบาง ตำบลป่อเกลือใต้ และศูนย์ภูฟ้าพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลภูฟ้า ระยะทางรวม 52 กิโลเมตร เกิดเป็น 3 เส้นทางท่องเที่ยว ได้แก่ เส้นทางท่องเที่ยวในฤดูหนาว (ระหว่างเดือนตุลาคม – กุมภาพันธ์) , เส้นทางท่องเที่ยวในฤดูร้อน (ระหว่างเดือนมีนาคม-มิถุนายน) และเส้นทางท่องเที่ยวในฤดูฝน (ระหว่างเดือนกรกฎาคม -กันยายน) รายละเอียดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ต้นแบบเส้นทางท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ “ฮัก ณ ป่อเกลือ”

ที่มา: ภาพจากการวางแผนของผู้มีส่วนร่วมกับการท่องเที่ยวอำเภอป่อเกลือ จังหวัดน่าน เมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2564

2) เส้นทางวิ่งเพื่อสุขภาพ “บ่อเกลือ เทล” มีเส้นทางวิ่งคือ ที่ว่าการอำเภอบ่อเกลือ – เทศบาลตำบลบ่อเกลือใต้ – บ้านดงผาปูน – บ้านนาบง – พื้นที่อุทยานแห่งชาติขุนน่าน – บ้านป่าก้อ – บ้านสะปัน – ที่ว่าการอำเภอบ่อเกลือ ระยะทางรวม 44.6 กิโลเมตร ประกอบด้วย 7 จุดบริการ ระดับความสูงสุด 1,872 เมตร ระยะเวลาวิ่งรวม 12 ชั่วโมง ถือเป็นต้นแบบเส้นทางท่องเที่ยวและเส้นทางวิ่งเพื่อสุขภาพที่ชุมชนร่วมกันออกแบบตามศักยภาพของตนเองและสอดคล้องกับความคาดหวังของนักท่องเที่ยว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการยกระดับการท่องเที่ยวของอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่านต่อไป รายละเอียดดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2 เส้นทางวิ่งเพื่อสุขภาพ “บ่อเกลือ เทล รันนิ่ง”

ที่มา: ภาพจากการทดสอบเส้นทางวิ่ง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จาก CFAM เทลรันนิ่ง น่าน เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2564



ภาพที่ 3 ระดับความสูงในเส้นทางวิ่งเพื่อสุขภาพ “บ่อเกลือ เทล รันนิ่ง”

ที่มา: ภาพจากการทดสอบเส้นทางวิ่ง โดยผู้ทรงคุณวุฒิจาก CFAM เทลรันนิ่ง น่าน เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2564

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัย “การยกระดับศักยภาพชุมชนเพื่อรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน” ครั้งนี้ สามารถอภิปรายผลได้ในภาพรวม ได้ดังนี้

1. จากการประเมินศักยภาพชุมชนในการรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ ซึ่งชุมชนมีทุนด้านกายภาพในระดับมาก และมีการปรับปรุงสถานที่ท่องเที่ยวให้รองรับนักท่องเที่ยวที่ชื่นชอบการท่องเที่ยวเพื่อส่งเสริมสุขภาพ ได้เยี่ยมชมสถานที่สวยงามเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ เดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยวตามธรรมชาติและวัฒนธรรมเพื่อเรียนรู้วิธีการพักผ่อน ตลอดจนมีรายการท่องเที่ยวเพื่อส่งเสริมสุขภาพที่หลากหลายตามฤดูกาลและกิจกรรมให้นักท่องเที่ยวได้เลือก ซึ่งผลการทดสอบเส้นทางท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ “ฮัก ณ บ่อเกลือ” โดยผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน, ผู้ประกอบการในพื้นที่เขาหลัก จังหวัดพังงาและนักท่องเที่ยว ในเส้นทางท่องเที่ยวที่ชุมชนได้ออกแบบขึ้น พบว่า ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจโดยรวมต่อเส้นทางท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ “ฮัก ณ บ่อเกลือ” ในระดับดี ($\bar{X} = 4.33$) โดยผู้ทดสอบคาดหวังว่าเส้นทางนี้จะเส้นทางที่นักท่องเที่ยวนิยม เกิดความยั่งยืนสนองตอบความต้องการด้านสุขภาพของนักท่องเที่ยวได้จริง ตลอดจนชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวมากขึ้นในอนาคต (สัมภาษณ์ผู้ทดสอบเส้นทางท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ “ฮัก ณ บ่อเกลือ”, 2564) นอกจากนี้ ชุมชนบ้านเวรและชุมชนบ้านนาเก็นยังมีศักยภาพด้านทรัพยากรธรรมชาติที่จะส่งเสริมให้แหล่งท่องเที่ยวของอำเภอบ่อเกลือมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น นั่นคือ เกลือสินเธาว์สีชมพู เป็นเกลือที่ได้จากการต้มตามวิถีดั้งเดิมเพียงปีละ 1 ครั้งครั้งละ 1-2 เดือนเท่านั้นและยังไม่เป็นที่รู้จักของนักท่องเที่ยวมากนัก ดังนั้นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวอำเภอบ่อเกลือทุกภาคส่วนต้องร่วมกันวางแผนการจัดการท่องเที่ยวแบบบูรณาการและเหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพของอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่านสามารถสร้างความประทับใจให้กับนักท่องเที่ยวกลับมาเที่ยวอีกครั้งในอนาคต เกิดเป็นศักยภาพของชุมชนที่เข้มแข็งและสอดคล้องกับ Mathews (1996) ที่เห็นว่าการเกิดศักยภาพหรือความเข้มแข็งของชุมชนนั้นมีปัจจัยที่จะเป็นตัวนำไปสู่การมีศักยภาพหรือความเข้มแข็งของชุมชนได้ในด้านโครงสร้างพื้นฐานที่เอื้อต่อความเป็นชุมชน ความสัมพันธ์ของคนในชุมชน การมีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชน เครือข่ายความร่วมมือจากองค์กรต่าง ๆ และการมีจิตสำนึกรักในชุมชนท้องถิ่น และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติของชุมชน ก่อให้เกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาาร่วมกันของคนในชุมชน [5] ให้สามารถจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพได้อย่างเหมาะสมกับศักยภาพและบริบทของตนเองต่อไป นอกจากนี้ วิภา ศรีระทุ (2551) ยังเห็นตรงกันว่าศักยภาพการท่องเที่ยวชุมชนในด้านพื้นที่เป็นสิ่งที่ดึงดูดนักท่องเที่ยวโดยใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีลักษณะเฉพาะหรือมีความเป็นเอกลักษณ์ ประวัติศาสตร์ โบราณวัตถุสถานที่มีความเกี่ยวเนื่องกับระบบนิเวศ วัฒนธรรมประเพณีในท้องถิ่น รวมทั้งต้องมีปัจจัยอื่นที่ดึงดูดให้นักท่องเที่ยวเข้ามาท่องเที่ยวในพื้นที่ได้แก่ ลักษณะภูมิทัศน์ความสะอาดในการเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยว เป็นต้น [6] ยิ่งไปกว่านั้น การพัฒนาศักยภาพบุคลากรเพื่อรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ หลักสูตร “มัคคุเทศก์น้อยรักษ์บ่อเกลือ” เป็นการฝึกทักษะการนำเที่ยวและการให้บริการแก่นักเรียนในอำเภอบ่อเกลือ ซึ่งผลการพัฒนาศักยภาพบุคลากรในหลักสูตรดังกล่าวทำให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมทุกคนมีทักษะในการนำเที่ยว การให้ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวดีขึ้น มีบุคลิกภาพที่ดี กล้าแสดงออกมากขึ้น (สัมภาษณ์ผู้บริหารโรงเรียน, 2564) ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมยังต้องการพัฒนาทักษะการสื่อสารภาษาต่างประเทศ และการนวดเพื่อสุขภาพ เพื่อเป็นรายได้เสริมระหว่างปิดภาคเรียน (สัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมกิจกรรม, 2564)

2 การทดสอบเส้นทางวิ่งเพื่อสุขภาพ “บ่อเกลือ เทรล” ระยะทางรวม 44.6 กิโลเมตร ประกอบด้วยเส้นทางวิ่งบนถนน 40.6 กิโลเมตรและเส้นทางวิ่งตามธรรมชาติ 4 กิโลเมตร อาจเป็นเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับผู้เริ่มวิ่งเทรลในระยะแรกที่มีเส้นทางวิ่งตามธรรมชาติมีระยะสั้นและไม่ลำบาก และหากจะพัฒนาเป็นเส้นทางวิ่งเทรลที่สามารถเปิดให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้หลากหลายขึ้น จะต้องเพิ่มระยะทางวิ่งตามธรรมชาติให้มากกว่าเส้นทางวิ่งบนถนน (สัมภาษณ์ผู้ทดสอบเส้นทางวิ่งเพื่อสุขภาพ “บ่อเกลือ เทรล”, 2564) ซึ่งเป็นไปตามประกาศกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา เรื่อง “แนวทางปฏิบัติการจัดกิจกรรมวิ่งตามภูมิประเทศ (Trail Running)” กำหนดให้การวิ่งตามภูมิประเทศ (Trail Running) เป็นชนิดกีฬาที่อาศัยความทนทานของร่างกาย (Endurance) เช่นเดียวกับการวิ่งระยะไกล แต่ที่แตกต่างกันคืออาจมีการผสมของการเดิน-วิ่งไต่เขา (hiking) หรือบนเส้นทางตามธรรมชาติ ทาง

ทุรกันดาร ถนนลูกรัง ซึ่งเป็นเส้นทางวิบาก อีกทั้ง กิจกรรมหลายรายการอาจมีการเสี่ยงภัยที่ผู้เข้าแข่งขันต้องดูแลตนเอง อย่างไรก็ตาม จุดเด่นของการวิ่งตามภูมิประเทศ (Trail Running) นี้เป็นการวิ่งที่ร่างกายต้องใช้สมรรถนะครบทุกด้าน ทั้งความเร็วเพื่อทำเวลา ความทนทาน บนระยะทางอันยาวไกล พลังของกล้ามเนื้อในการกระโดด ปีนป่าย แบบผจญภัย บนเส้นทางธรรมชาติ ซึ่งลักษณะเส้นทางของการวิ่งตามภูมิประเทศ (Trail Running) มักจะต้องผ่านเส้นทางที่อยู่ในพื้นที่ป่าหรือเขา ซึ่งส่วนใหญ่จะไม่มีทางสัญจรใดๆ ดังนั้น พื้นที่หลายจุดจึงไม่มีระเบียบเรื่องการใช้ถนนกำกับไว้อย่างเป็นทางการ แต่โดยทั่วไปเพียงแต่ใช้สามัญสำนึกก็ควรจะรู้ว่าจะควรปฏิบัติเช่นไร หากการใช้สามัญสำนึกทำไม่ได้ก็ให้ใช้กฎหมายอ้างอิงประกอบการตัดสินใจ ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยและลดปัญหาบนเส้นทางแข่งขัน โดยที่ธรรมชาติของการวิ่งตามภูมิประเทศ (Trail Running) นั้น มักจะมีพื้นผิวของเส้นทางวิ่งที่หลากหลายประเภท อาทิ ลูกรัง กรวด ดิน หิน ดังนั้น จึงมีคำเรียกพื้นผิวเหล่านี้โดยรวมว่า “ภูมิประเทศหลากหลาย” ซึ่งการวิ่งตาม ภูมิประเทศจะกำหนดระยะทางเท่าไรก็ได้ตามความเหมาะสม โดยทั่วไประยะทางการวิ่งตามภูมิประเทศ (Trail Running) ที่สั้นที่สุดคือประมาณ 3 กิโลเมตร และระยะทางยาวที่สุดคือประมาณ 160 กิโลเมตร [7]

สรุปผลการวิจัย

การวิจัย “การยกระดับศักยภาพชุมชนเพื่อรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน” ครั้งนี้ สามารถสรุปผล ได้ดังนี้

1. จากวัตถุประสงค์วิจัยข้อที่ 1 เพื่อพัฒนาศักยภาพของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพที่ตรงกับความต้องการของนักท่องเที่ยว อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ซึ่งเมื่อชุมชนมีศักยภาพด้านกายภาพในระดับมาก และได้รับการยกระดับให้มีความพร้อมมากยิ่งขึ้น สามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้อย่างเหมาะสม ประกอบกับข้อได้เปรียบของชุมชนที่มีเกลือสินเธาว์สีชมพู ซึ่งทรัพยากรที่หายาก ส่งผลให้ชุมชนมีความได้เปรียบในการใช้ประโยชน์จากศักยภาพที่ชุมชนมีอยู่รองรับการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพได้มีประสิทธิภาพกว่าชุมชนอื่น อีกทั้งเมื่อบุคลากรในพื้นที่มีทักษะการนำเที่ยว สามารถให้ข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวได้อย่างถูกต้องและตรงกับความต้องการของนักท่องเที่ยวแล้ว ก็จะสามารถสร้างความประทับใจให้กับนักท่องเที่ยวกลับมาเที่ยวอีกครั้ง ได้มากขึ้น

2. จากวัตถุประสงค์วิจัยข้อที่ 2 เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนและความคาดหวังของนักท่องเที่ยว จากต้นแบบเส้นทางท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ “ฮัก ณ บ่อเกลือ” และเส้นทางวิ่งเพื่อสุขภาพ “บ่อเกลือ เทล” ถือเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพในอำเภอบ่อเกลือให้ตรงกับความต้องการของนักท่องเที่ยวและสอดคล้องกับศักยภาพของตนเองได้อย่างเหมาะสม ภายใต้การมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการบริหารจัดการท่องเที่ยวร่วมกันแบบบูรณาการ จะช่วยยกระดับการศักยภาพของชุมชนเพื่อรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยเรื่อง “การยกระดับศักยภาพชุมชนเพื่อรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน” ภายใต้โครงการชุดวิจัย “การเสริมสร้างขีดความสามารถและศักยภาพของชุมชนเพื่อรองรับการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน” ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 ฉบับนี้ ได้รับการสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ซึ่งสำเร็จด้วยดี เนื่องจากได้รับการสนับสนุนคณะที่ปรึกษาจากสถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ขอขอบคุณนายอำเภอบ่อเกลือ คณะกรรมการชุมชนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว ชุมชนบ้านนาบง บ้านดงผาปูน บ้านนาเกิ้น บ้านเวร และบ้านบ่อหลวง อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ตลอดจนตัวแทน ตัวแทน

จากองค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (องค์การมหาชน) หรือ อพท. พื้นที่พิเศษเมืองเก่าแก่นาน ท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดน่าน การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย สำนักงานจังหวัดน่าน ตัวแทนผู้ประกอบการที่พักและร้านอาหาร อำเภอปอเกือ จังหวัดน่าน กลุ่ม CFAM เทรลรันนิ่ง น่านที่มีส่วนร่วมในการอำนวยความสะดวก ให้ข้อมูล แนวคิด และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่คณะผู้วิจัยจนทำให้การดำเนินงานวิจัยสำเร็จตามวัตถุประสงค์ สุดท้ายนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิทยาลัยชุมชนที่สนับสนุนให้คณะวิจัยได้ดำเนินการวิจัย ตลอดจนจัดกิจกรรมต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการท่องเที่ยว อำเภอปอเกือ จังหวัดน่าน มา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง/References

- [1] กองการวิจัยการตลาดการท่องเที่ยว (2564). *โครงการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางท่องเที่ยวของชาวไทย รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 ปี 2564*. กรุงเทพฯ: การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย
- [2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการท่องเที่ยว (2564). *สรุปสถิตินักท่องเที่ยวและรายได้ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน*. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการท่องเที่ยว สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- [3] ศูนย์ข้อมูล COVID-19 (2564). *สรุปผลการฉีดวัคซีนโควิด 19 ในประเทศไทย ผลการให้บริการวัคซีน วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2565*. กรุงเทพฯ : กรมประชาสัมพันธ์
- [4] ทำอากาศยานน่านนคร (2565). *ตารางเที่ยวบินท่าอากาศยานน่านนคร*. น่าน: ท่าอากาศยานน่านนคร กรมท่าอากาศยาน
- [5] Mathews, J. (1996). *Human Resource Development*. London: Kogan.
- [6] วิภา ศรีระทุ. (2551). *ศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, การวางแผนและการจัดการการท่องเที่ยวเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [7] กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (2562). *ประกาศกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา เรื่อง “แนวทางปฏิบัติการจัดกิจกรรมวิ่งตามภูมิประเทศ (Trail Running)”*. กรุงเทพฯ: กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

**RANC15-049 คุณภาพการให้บริการที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค กรณีศึกษา
ธุรกิจชาไข่มุก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์**

**THE EFFECT OF SERVICE QUALITY ON CUSTOMER'S SATISFACTION OF
BUBBLE TEA BUSINESS IN NAKHONSAWAN DISTRICT**

ทิพย์สุดา คงเมือง^{1*} อัจฉิมา สมบัติปัน² จรรยาภรณ์ บุญพยอม³
Thipsuda Kongmuang^{1} Atchima Sombutpun² Janyaporn Bunpayorm³*

คณะบริหารและการจัดการ มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา
Faculty of Administration and Management, Chaopraya University

*Corresponding author, E-mail: thipsuda.k@cpu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาคุณภาพการให้บริการธุรกิจชาไข่มุกอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคธุรกิจชาไข่มุกอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการให้บริการกับความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อธุรกิจชาไข่มุกอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 4) เพื่อศึกษาคุณภาพการให้บริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อธุรกิจชาไข่มุกอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้บริโภคที่ได้ใช้บริการธุรกิจชาไข่มุกในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีค่าความตรงระหว่าง 0.60 – 1.00 และค่าความเที่ยงตรงเป็น 0.971 สถิติที่ใช้ในการวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคำนวณชุดค่าสถิติสำเร็จรูปด้วยคอมพิวเตอร์ (SPSS) สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถดถอยพหุคูณแบบมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) คุณภาพการให้บริการธุรกิจชาไข่มุกในอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ อยู่ในระดับมาก โดยแบ่งเป็น ด้านการตอบสนองต่อผู้รับบริการ พนักงานผู้ให้บริการต้องมีความกระตือรือร้นในการให้บริการ ด้านความเป็นรูปธรรมของการบริการ ควรให้ความสำคัญต่อทำเลที่ตั้งและความสะดวกในการเข้ารับบริการ ด้านความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ และด้านการให้ความมั่นใจแก่ผู้รับบริการ ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญต่อมาตรฐานการทำงาน of พนักงานรวมถึงมาตรฐานและคุณภาพของวัตถุดิบ ในด้านความเห็นอกเห็นใจ พนักงานควรให้ความสำคัญและความเป็นกันเองกับลูกค้า 2) ความพึงพอใจของผู้บริโภค อยู่ในระดับมาก โดยแบ่งเป็น ด้านความสะดวกที่ได้รับจากการบริการ คือการที่เข้าถึงร้านค้าและการบริการได้อย่างรวดเร็ว ด้านข้อมูลที่ได้รับจากการบริการสามารถเข้าถึงข้อมูลได้จากหลายหลายทางและสะดวกรวดเร็วในการได้รับข้อมูล ด้านการประสานงานของการบริการ และด้านอัยยาศัยความสนใจของผู้ให้บริการ พนักงานสามารถให้บริการได้อย่างรวดเร็ว ไม่มีข้อผิดพลาด รวมถึงให้การบริการด้วยจิตใจบริการ ให้ความสำคัญกับลูกค้า และในด้านค่าใช้จ่ายเมื่อใช้บริการ หากมีช่องทางการชำระเงินที่หลากหลาย จะสร้างความพึงพอใจให้กับผู้มาใช้บริการได้อีกทางหนึ่ง 3) ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการให้บริการกับความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อธุรกิจชาไข่มุกอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ทุกตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสัมพันธ์ระหว่าง .468 - .669 อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) คุณภาพการให้บริการด้านการตอบสนองต่อผู้รับบริการ ด้านความเห็นอกเห็นใจ และด้านความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ สามารถอธิบายความแปรปรวนหรือทำนายความพึงพอใจของผู้ใช้บริการธุรกิจชาไข่มุก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ได้ร้อยละ 56.40

คำสำคัญ: คุณภาพการให้บริการ ความพึงพอใจของผู้บริโภค ธุรกิจชาไข่มุก

Abstract

The purposes of the study were 1) to study the service quality of bubble tea business in Nakhonsawan district 2) to study customer's satisfaction of bubble tea business in Nakhonsawan district 3) to study the relation between service quality and customer's satisfaction of bubble tea business in Nakhonsawan district 4) to study the effect of service quality on customer's satisfaction of bubble tea business in Nakhonsawan district. The sample group were 400 customers of bubble tea business in Nakhonsawan district. The research tool was a questionnaire 5-level estimation scale. With a straight value of 0.6 - 1.0 and the accuracy of 0.971. The statistics used in the research are Percentage value, mean, standard deviation, correlation coefficient, and standard multiple regression analysis. The research results were found that 1) the level of service quality of bubble tea business in Nakhonsawan district were at high level separate into 5 parts there are Responsiveness – the staff should be an enthusiastic person, Tangibility – emphasis on convenient location , Reliability and trust, Assurance – entrepreneur should emphasis on the working standard and quality of raw material, and Empathy – staff should focus on friendly and understanding the customer 2) the level of customer's satisfaction of bubble tea business in Nakhonsawan district were at high level separate into 5 parts there are Convenience – customers can get the service quickly and convenient, Information – can get the information from several sources, Coordination , Attention – staff should have a service mind and no service mistakes and Payment methods – the shop should has several payment methods. 3) the relation between service quality and customer's satisfaction of bubble tea business in Nakhonsawan district with coefficient of correlation between .468 - .669 which was statistically significant at .01 and 4) the service quality of response to the customer, the sympathetic and trust & reliable of customer of bubble tea business in Nakhonsawan district can explain the variance or predict the effectiveness of customer's satisfaction in bubble tea business by 56.4%

Keywords: Service quality, Customer's satisfaction, bubble tea business

บทนำ

ปัจจุบันธุรกิจชาไข่มุกเป็นธุรกิจเครื่องดื่มที่ยอดนิยม และขยายตัวอย่างรวดเร็ว รวมถึงมีการแข่งขันทางการตลาดที่สูงมาก ไม่ว่าจะเป็นตามท้องถนน หรือตามศูนย์การค้าจะพบเห็นคนดื่มชาไข่มุกกันแพร่หลาย เนื่องจากประเทศไทยเป็นเมืองร้อน ดังนั้น ชาไข่มุกถือเป็นเครื่องดื่มที่ตอบโจทย์ของเรื่องรสชาติหวานชื่นใจ ชาไข่มุกเป็นเครื่องดื่มที่มีการรับประทานกันอย่างกว้างขวาง ทุกเพศทุกวัยโดยเฉพาะกลุ่มวัยทำงาน ย้อนกลับไปในอดีตชาไข่มุกเคยได้รับความนิยมอยู่ช่วงหนึ่ง แต่เนื่องจากในยุคนี้ชาไข่มุกยังมีกลุ่มคนดื่มแบบเฉพาะกลุ่ม ประกอบกับไม่มีสื่อออนไลน์ที่เป็นเครื่องมือในการสร้างกระแสเหมือนในปัจจุบัน ทำให้กระแสชาไข่มุกเริ่มน้อยลง

ไป จนกระทั่งประมาณปี พ.ศ. 2554 ธุรกิจชาไข่มุกกลับมาได้รับความนิยมอีกครั้งในฐานะเครื่องดื่มทางเลือก นอกเหนือจากกาแฟ เราจะเห็นแบรนด์ชาไข่มุกจากต่างประเทศเริ่มเข้ามาทำตลาดในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นแบรนด์จากประเทศไต้หวัน เนื่องจากเป็นต้นกำเนิดของชาไข่มุก แต่ก็มีแบรนด์ไทยอยู่ด้วย ในปี 2562 ตลาดชาไข่มุกในไทย เติบโตขึ้นถึง ประมาณ 3,000 ล้านบาท [1] โอกาสและความน่าสนใจของธุรกิจชาไข่มุกคือ ชาไข่มุกเป็นเครื่องดื่มทางเลือกที่มีความหลากหลายสูง จากการขงที่มีความสนุกสนาน การใส่ไข่มุก และท้อปปิ้งต่างๆเพื่อช่วยเพิ่มรสชาติและสีสันให้แก่เครื่องดื่ม เป็นธุรกิจที่ใช้เงินลงทุนไม่มาก และขั้นตอนการทำก็ไม่ยุ่งยาก การจัดเตรียมอุปกรณ์ หรือหาซื้อวัตถุดิบต่างๆ ก็ทำได้ง่าย อีกทั้งสินค้ากลุ่มเครื่องดื่มจัดเป็นกลุ่มสินค้าที่มีกำไรต่อหน่วยสูง โดยเฉลี่ยชาไข่มุกต่อแก้วต้นทุนประมาณ 12-13 บาท ขายปลีกแก้วละ 30-55 บาท เท่ากับจะมีกำไรมากกว่า 50% จากราคาขาย ในด้านความท้าทายนั้นคือจำนวนคู่แข่งในตลาดค่อนข้างมาก ตั้งแต่รายใหญ่ รายเล็ก หน้าเก่า ไปจนถึงหน้าใหม่ จากการเติบโตของตลาดและการแข่งขันที่สูงขึ้นของธุรกิจชาไข่มุก จึงเห็นถึงความสำคัญของการบริการที่สามารถสร้างความแตกต่าง และเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาดให้กับธุรกิจชาไข่มุกได้ หลายธุรกิจต้องล้มลงไปเพราะลูกค้าไม่พอใจงานบริการ ซึ่งชาไข่มุกมีผู้ขายเจ้าต่างๆ อยู่จำนวนมาก หากลูกค้าไม่พอใจงานบริการ สามารถเปลี่ยนไปซื้อเจ้าอื่นได้ทันที ดังนั้น ผู้ประกอบการต้องเอาใจใส่งานบริการเป็นพิเศษ ซึ่งสอดคล้องกับนักวิชาการหลายท่านที่กล่าวว่า คุณภาพการบริการมีความสำคัญและมีบทบาทอย่างมากสำหรับองค์กรและธุรกิจและสังคมในปัจจุบัน [2] หรือ “คุณภาพการบริการมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะคุณภาพการบริการ (service quality) คือ สิ่งทีกระตุ้นให้ลูกค้ากลับมาใช้บริการซ้ำกันอย่างต่อเนื่อง หรือก่อให้เกิดความจงรักภักดีของลูกค้าต่อไป” [3]

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของคุณภาพการให้บริการของธุรกิจชาไข่มุก ดังนั้นจึงได้ทำการวิจัยในหัวข้อเรื่อง คุณภาพการให้บริการที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค กรณีศึกษาธุรกิจชาไข่มุก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ เพื่อให้ผู้ประกอบการธุรกิจชาไข่มุกได้นำข้อมูลไปพัฒนาวิธีการและการบริการในธุรกิจของตนเองเพื่อความพึงพอใจของผู้ใช้บริการซึ่งจะทำให้ได้ผลกำไรและส่วนแบ่งทางการตลาดเพิ่มขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพการให้บริการธุรกิจชาไข่มุกอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคธุรกิจชาไข่มุกอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการให้บริการกับความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อธุรกิจชาไข่มุกอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
4. เพื่อศึกษาคุณภาพการให้บริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อธุรกิจชาไข่มุกอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง คุณภาพการให้บริการที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค กรณีศึกษาธุรกิจชาไข่มุก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ได้ศึกษากับประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ประชากร ที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ประชากรที่อาศัยในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 243,935 คน (ที่มา: สำนักงานจังหวัดนครสวรรค์กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด)
2. กลุ่มตัวอย่าง จำนวนประชากรที่ใช้บริการธุรกิจวิชาชีพในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างจึงกำหนดค่าระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้คือ 5% โดยใช้ตารางกลุ่มตัวอย่างสำเร็จรูปของ ทาโร ยามาเน่ (Yamane) พบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้มีจำนวน 400 ตัวอย่าง

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรอิสระ คุณภาพการให้บริการ ประกอบด้วย 1) ความเป็นรูปธรรมของการบริการ 2) ความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ 3) การตอบสนองต่อผู้รับบริการ 4) การให้ความมั่นใจแก่ผู้รับบริการ 5) ความเห็นอกเห็นใจ [4]

ตัวแปรตาม คือ ความพึงพอใจของผู้บริโภคประกอบด้วย 1) ความพึงพอใจต่อความสะดวกที่ได้รับจากการบริการ 2) ความพึงพอใจต่อการประสานงานของบริการ 3) ความพึงพอใจต่อข้อมูลที่ได้รับจากบริการ 4) ความพึงพอใจต่อ อรรถาศัย ความสนใจของผู้ให้บริการ 5) ความพึงพอใจต่อค่าใช้จ่ายเมื่อใช้บริการ และ 6) ความพึงพอใจต่อคุณภาพการบริการ [5]

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นจากการศึกษาเอกสารทางวิชาการ แนวคิดทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) และแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (5 Rating Scales) จากนั้นดำเนินการตรวจสอบความตรง (Validity) ของเครื่องมือ โดยนำแบบสอบถามเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ที่จะต้องวัด (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยได้ค่า IOC ระหว่าง 0.60 – 1.00 หลังจากนั้น ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้แก้ไขแล้วไปลองใช้ (Try out) จำนวน 30 ชุด เพื่อคำนวณหาค่าความเที่ยงตรง (Reliability) หรือความเชื่อมั่น ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบอัลฟา (Alphareliability Coefficient) เป็น 0.971

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคำนวณชุดค่าสถิติสำเร็จรูปด้วยคอมพิวเตอร์ (SPSS) สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) และการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถดถอยพหุคูณแบบมาตรฐาน (standard multiple regression analysis)

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 จากข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชายคิดเป็นร้อยละ 53.3 อายุระหว่าง 20-29 ปี คิดเป็นร้อยละ 47.0 รายได้ไม่เกิด 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 48.8 อาชีพนักเรียน-นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 50.4 และระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 68.9

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพการให้บริการและความพึงพอใจของผู้ใช้บริการของธุรกิจวิชาชีพอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

พบว่าความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพการให้บริการในภาพรวมอยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าในด้าน การตอบสนองต่อผู้รับบริการ และด้านความเป็นรูปธรรมของการบริการ

ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากันคือ 4.31 รองลงมาคือด้านการให้ความมั่นใจแก่ผู้รับบริการและความเห็นอกเห็นใจ มีค่าเท่ากันคือ 4.27 และด้านความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 4.26

ตารางที่ 1 คุณภาพการให้บริการ

คุณภาพการให้บริการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
ด้านความเป็นรูปธรรมของการบริการ	4.31	.458	มาก
ด้านความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ	4.26	.429	มาก
ด้านการตอบสนองต่อผู้รับบริการ	4.31	.401	มาก
ด้านการให้ความมั่นใจแก่ผู้รับบริการ	4.27	.465	มาก
ด้านความเห็นอกเห็นใจ	4.27	.465	มาก
รวม	4.28	.370	มาก

พบว่าความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจในการให้บริการธุรกิจชาไข่มุก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าในด้านความสะดวกที่รับจากการบริการ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.33 รองลงมาคือด้านข้อมูลที่ได้รับจากการบริการ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 ด้านการประสานงานของการบริการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 ด้านอรรถาศัย ความสนใจของผู้ให้บริการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 และด้านค่าใช้จ่ายเมื่อใช้บริการมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 4.18

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ

ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
ด้านความสะดวกที่รับจากการบริการ	4.33	.395	มาก
ด้านการประสานงานของการบริการ	4.27	.498	มาก
ด้านข้อมูลที่ได้รับจากการบริการ	4.28	.475	มาก
ด้านอรรถาศัย ความสนใจของผู้ให้บริการ	4.24	.476	มาก
ด้านค่าใช้จ่ายเมื่อใช้บริการ	4.18	.508	มาก
รวม	4.26	.390	มาก

ตอนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการให้บริการกับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการธุรกิจชาไข่มุก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการให้บริการกับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการธุรกิจชาไข่มุก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์พบว่า ทุกตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยตัวแปรด้านการตอบสนองต่อผู้รับบริการ, ด้านการให้ความมั่นใจแก่ผู้รับบริการ และความเห็นอกเห็นใจ มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการในภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ($r = .669$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รองลงมาคือด้านความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการมีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ($r = .614$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และด้านความเป็นรูปธรรมของการบริการมีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการอยู่ในระดับปานกลาง ($r = .468$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการให้บริการกับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ

	ความเป็น รูปธรรม (X ₁)	ความ น่าเชื่อถือ (X ₂)	การ ตอบสนอง (X ₃)	ให้ ความ มั่นใจ (X ₄)	ความ เห็น อก เห็นใจ (X ₅)	ความ พึงพอใจ ของผู้ ใช้บริการ (Y)
ความเป็น รูปธรรม (X ₁)	1	.552**	.513**	.481**	.481**	.468**
ความ น่าเชื่อถือ (X ₂)	.552**	1	.663**	.605**	.605**	.614**
การ ตอบสนอง (X ₃)	.513**	.663**	1	.642**	.642**	.669**
ให้ ความ มั่นใจ (X ₄)	.481**	.605**	.642**	1	1.000**	.669**
ความ เห็น อก เห็นใจ (X ₅)	.481**	.605**	.642**	1.000**	1	.669**
ความ พึง พอใจของ ผู้ ใช้บริการ (Y)	.468**	.614**	.669**	.669**	.669**	1

**p < .01

คุณภาพการให้บริการด้านการตอบสนองต่อผู้รับบริการ(X₃) ด้านความเห็นอกเห็นใจ(X₅) และด้านความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ(X₂) สามารถอธิบายความแปรปรวนหรือทำนายความพึงพอใจของผู้ใช้บริการธุรกิจฯ ไข่มุก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ได้ร้อยละ 56.40 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงสรุปผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถดถอยพหุคูณแบบมาตรฐาน คุณภาพการให้บริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้บริการธุรกิจขาไ้หม่ก อำเภอมืองนครสวรรค์ จังหวัตนครสวรรค์

คุณภาพการให้บริการ	Reg.Coeff		t-Value	Sig.
	B	Beta		
1. ด้านการตอบสนองต่อผู้รับบริการ (X ₃)	.309	.318	6.55**	.000
2. ด้านความเห็นอกเห็นใจ(X ₅)	.293	.348	7.647**	.000
3. ด้านความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ(X ₂)	.175	.193	4.123**	.000

Constant (β_0) = .930, R = .751^a, R Square = .564, Adjusted R Square = .560, F = .258**

**p < .01

โดยสามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{y} = .930 + .309X_3 + .293X_5 + .175X_2$$

$$Z = .318Z_3 + .348Z_5 + .193Z_2$$

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลของการศึกษาคุณภาพการให้บริการและความพึงพอใจของผู้ใช้บริการธุรกิจขาไ้หม่ก อำเภอมืองนครสวรรค์ จังหวัตนครสวรรค์ พบว่า ความคิดเห็นต่อคุณภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้บริการในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ในส่วนของความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพการให้บริการ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านการตอบสนองต่อผู้รับบริการมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือด้านความเป็นรูปธรรมของการบริการ ส่วนรายด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุดคือ ด้านความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ ในส่วนของความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านความสะดวกที่ได้รับจากการบริการ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือด้านข้อมูลที่ได้รับจากการบริการ ส่วนรายด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุดคือ ด้านค่าใช้จ่ายเมื่อใช้บริการ ทั้งนี้เนื่องจากผู้ให้บริการธุรกิจขาไ้หม่ก เล็งเห็นถึงความสะดวกที่ได้รับจากการบริการเป็นหลัก และผู้ขายมีการตอบสนองต่อผู้รับบริการเป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จาตุรงค์ แก้วสามดวง, อานง ใจแน่น และ วาสนา จักรแก้ว [6] เรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อธุรกิจขานมไ้หม่กในเมืองไทย ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อธุรกิจขานมไ้หม่ก ประกอบด้วย 1) ความต้องการตลาด 2) พฤติกรรมผู้บริโภค 3) การรับรู้ของลูกค้า 4) ราคาของผลิตภัณฑ์ 5) วัตถุประสงค์ 6) บรรจุภัณฑ์ 7) การกำหนดทำเลที่ตั้ง 8) การกำหนดกลยุทธ์ในการขาย และ 9) การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย และงานวิจัยของ ปวีณา พาณิชชัยกุล และธิดิรินทร์ ชามุโกศล. [7] เรื่องคุณภาพการให้บริการของธุรกิจขานมไ้หม่กสำหรับลูกค้ากลุ่มเจนเอเรชั่นวาย ในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่าองค์ประกอบรูปแบบคุณภาพการให้บริการของธุรกิจเครื่องดื่มขานมไ้หม่กกลุ่มเจนเอเรชั่นวาย ในกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ 1) ด้านความบริสุทธิ์สะอาดปราศจากมลทิน 2) ด้านประสบการณ์ 3) ด้านความคล่องแคล่วว่องไว 4) ด้านการแก้ปัญหาอย่างทันท่วงที และ 5) ระดับการให้บริการ รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปวีณา พาณิชชัยกุล และธิดิรินทร์ ชามุโกศล. [8] เรื่องแนวทางการพัฒนาคุณภาพการให้บริการของผู้ประกอบการธุรกิจเครื่องดื่มขานมไ้หม่กเพื่อรองรับผู้บริโภคกลุ่มเจนเอเรชั่นวาย ในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า 1) ด้านความน่าเชื่อถือหรือความไว้วางใจ ควรฝึกอบรมพนักงานให้มีความแม่นยำด้านข้อมูลต่าง ๆ รวมถึง การสร้างขวัญกำลังใจให้กับพนักงาน 2) ด้านความเชื่อมั่น ควรนำเสนอโปรโมชั่น ทำเงื่อนไขทางร้านให้เข้าใจได้ง่าย รวมถึงการเน้นย้ำให้พนักงานมีใจรักในการให้บริการ 3) ด้านความเห็นอกเห็นใจ เอาใจใส่ และเข้าใจลูกค้า ควรให้ความสำคัญ

กับความรู้สึกของลูกค้าให้มากขึ้น รวมถึง นำข้อเสนอแนะจากลูกค้ามาทำการพัฒนาอยู่เสมอ 4) ด้านการตอบสนองต่อลูกค้า ควรจัดอบรมให้พนักงานฝึกการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้เมื่อประสบกับสถานการณ์ต่าง ๆ รวมถึง ฝึกหัดให้พนักงานจดจำลูกค้าได้โดยเฉพาะลูกค้าที่มาซื้อบ่อย ๆ 5) ด้านความเป็นรูปธรรม หรือสิ่งที่จับต้องได้ ควรเน้นให้พนักงานแต่งกายสุภาพ สภาพแวดล้อมบริเวณโดยรอบร้านมีความสะอาดรวมถึงการสร้างบรรยากาศด้านความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2. จากผลของการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการให้บริการกับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการธุรกิจชาไข่มุก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า คุณภาพการให้บริการกับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ ทุกตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสัมพันธ์ระหว่าง .468 - .669 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยตัวแปรด้านการตอบสนองต่อผู้รับบริการ, ด้านการให้ความมั่นใจแก่ผู้รับบริการ และความเห็นอกเห็นใจ มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการในภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชาติณี อรุณ. [9] ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ภาพลักษณ์กับความพึงพอใจในคุณภาพการให้บริการ ของลูกค้าร้านกาแฟในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยรวมมีการรับรู้ภาพลักษณ์ของร้านอยู่ในระดับมาก โดยพบว่า มีการรับรู้ภาพลักษณ์ด้านองค์การ/ร้านค้าอยู่ในระดับมากเป็นอันดับหนึ่ง ซึ่งร้านที่มีลักษณะการเปิดเป็นร้านกาแฟชดเชย ร้านใหญ่ มีป้ายที่ชัดเจน จะส่งผลให้ลูกค้าสามารถจดจำและรับรู้ภาพลักษณ์ได้ดีกว่าร้านเล็ก ๆ รองลงมาได้แก่ การรับรู้ภาพลักษณ์ด้านการให้บริการที่ดี ไม่เอาเปรียบลูกค้า ให้สินค้าในปริมาณที่คุ้มค่าน่าซื้อที่ลูกค้าต้องจ่าย และสอดคล้องกับงานวิจัยของเพ็ญภา จรัสพันธ์ [10] ความพึงพอใจของลูกค้าต่อคุณภาพการให้บริการของศูนย์บริการลูกค้าจีเนท โมบายเซอร์วิสเซ็นเตอร์ จันทบุรี ภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าลูกค้าพึงพอใจอันดับแรก คือด้านการให้ความมั่นใจแก่ผู้รับบริการอยู่ในระดับมาก รองลงมาคือด้านความเห็นอกเห็นใจผู้รับบริการอยู่ในระดับมาก ด้านความเป็นรูปธรรมของการบริการอยู่ในระดับมาก ด้านความน่าเชื่อถือ ไว้วางใจในการบริการอยู่ในระดับมากและอันดับสุดท้าย ด้านการตอบสนองต่อผู้บริโภคอยู่ในระดับมาก ตามลำดับ ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ลูกค้าที่มีระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่างกัน มีความพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการ ไม่แตกต่างกันส่วนลูกค้าที่มีเพศ และอายุต่างกัน มีความพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. จากผลของการศึกษาคุณภาพการให้บริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อธุรกิจชาไข่มุกในอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า คุณภาพการให้บริการด้านการตอบสนองต่อผู้รับบริการ ด้านความเห็นอกเห็นใจ และด้านความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ สามารถอธิบายความแปรปรวนหรือทำนายความพึงพอใจของผู้ใช้บริการธุรกิจชาไข่มุก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ได้ร้อยละ 56.40 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งโรจน์ สงสระบุญ [11] คุณภาพการให้บริการที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจของผู้โดยสารรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนใต้ดินจากสถานีท่าพระถึงสถานีวัดมังกรในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัย พบว่า ผู้โดยสารส่วนใหญ่เป็น เพศหญิง มีอายุ 31-50 ปี มีสถานภาพสมรส ประกอบอาชีพ พนักงานบริษัทเอกชน มีรายได้ต่อเดือน 30,001 – 40,000 บาท และมีการศึกษาระดับปริญญาตรี ปัจจัยคุณภาพการให้บริการกับความพึงพอใจของผู้โดยสารรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนใต้ดิน จากสถานีท่าพระถึงสถานีวัดมังกรในกรุงเทพมหานครทั้งหมด 3 ปัจจัย และสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ ได้แก่ความพึงพอใจของผู้โดยสารรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนใต้ดิน จากสถานีท่าพระถึงสถานีวัดมังกรในกรุงเทพมหานคร = .235 + .160 ด้านความน่าเชื่อถือ + .325 ด้านการให้ความมั่นใจแก่ผู้โดยสาร + .255 ด้านการเข้าใจและรู้จักผู้โดยสาร

สรุปผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ในภาพรวม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย โดยมีอายุระหว่าง 20-29 ปี รายได้ต่อเดือนไม่เกิน 10,000 บาท อาชีพส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษา และระดับการศึกษาส่วนใหญ่มีการศึกษาอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าปริญญาตรี

2. ผลการศึกษาคุณภาพการให้บริการและความพึงพอใจของผู้ใช้บริการธุรกิจชาไข่มุก อำเภอเมือง นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า

ด้านคุณภาพการให้บริการ คุณภาพการให้บริการธุรกิจชาไข่มุก อำเภอเมือง นครสวรรค์ จังหวัด นครสวรรค์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการตอบสนองต่อผู้รับบริการ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านความเป็นรูปธรรมของการบริการ ส่วนรายด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ ซึ่งเมื่อพิจารณาหัวข้อย่อยพบว่า

- ด้านการตอบสนองต่อผู้รับบริการ พบว่าความเต็มใจ และกระตือรือร้นในการให้บริการมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ส่วนรายข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ การแนะนำโปรโมชั่นต่าง ๆ ได้อย่างละเอียด และชัดเจน ดังนั้นผู้ประกอบการธุรกิจชาไข่มุก ควรมีการอบรมและกระตุ้นพนักงานให้ทำงานอย่างมีชีวิตชีวา และตื่นตัวอยู่เสมอ สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ทันท่วงที และดูแลเอาใจใส่ผู้รับบริการ ด้วยการแนะนำและ/หรือการจดจำรายละเอียดต่างๆของผู้ที่เคยรับบริการ เช่นรสชาติที่ชอบ เป็นต้น

- ด้านความเป็นรูปธรรมของการบริการ พบว่าสถานที่ตั้งในการให้บริการอย่างสะดวกสบายมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือพนักงานแต่งกายสะอาดเรียบร้อย ส่วนรายข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือมีพื้นที่กว้างขวางเพียงพอกับการให้บริการลูกค้า ผู้ประกอบการควรหาทำเลที่ตั้งและจัดตกแต่งร้านให้มีความสวยงามและสะดวกสบาย รวมถึงการดูแลสุขอนามัยของพนักงานในร้านให้สะอาดและเป็นระเบียบอยู่เสมอ

- ด้านการให้ความมั่นใจแก่ผู้รับบริการ พบว่าความเป็นมาตรฐานและปลอดภัยในสุขอนามัยมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือความพร้อมรับมือผิดชอบหากเกิดการผิดพลาดในการให้บริการ และพนักงานมีความรู้ความชำนาญเหมาะสมกับงาน ผู้ประกอบการควรเน้นย้ำถึงมาตรฐานและสุขอนามัยของพนักงาน รวมถึงความรับผิดชอบในหน้าที่และปฏิบัติงานอย่างเต็มความสามารถ

- ด้านความเห็นอกเห็นใจ พบว่าธุรกิจชาไข่มุกให้บริการตรงกับความต้องการเฉพาะของแต่ละบุคคลมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือการให้บริการด้วยความเข้าใจในแต่ละบุคคล พนักงานควรให้ความสำคัญต่อผู้รับบริการ การจดจำความต้องการ ความชอบ และพฤติกรรมของผู้เข้ามาใช้บริการ จะทำให้เกิดการกลับมาใช้บริการซ้ำ และเกิดความประทับใจ

- ด้านความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ พบว่าวัสดุอุปกรณ์ในการทำชาไข่มุกมีความสะอาดมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือรสชาติของชาไข่มุกเหมือนเดิมทุกครั้ง ส่วนรายข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ การให้บริการลูกค้ามีความเสมอต้นเสมอปลาย ผู้ประกอบการต้องให้ความสำคัญถึงความสะอาดและคุณภาพของวัตถุดิบโดยต้องมีมาตรฐานในการเลือกใช้วัตถุดิบ รวมถึงความเที่ยงของรสชาติและรูปลักษณะของผลิตภัณฑ์

ด้านความพึงพอใจของลูกค้า ความพึงพอใจของลูกค้าต่อคุณภาพการให้บริการของธุรกิจชาไข่มุก อำเภอเมือง นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ด้านความสะดวกที่ได้รับจากการบริการมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือด้านข้อมูลที่ได้รับจากการบริการ ส่วนรายข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือด้านค่าใช้จ่ายเมื่อใช้บริการ ซึ่งเมื่อพิจารณาหัวข้อย่อยพบว่า

- ด้านความสะดวกที่ได้รับจากการบริการ พบว่าการเข้าถึงบริการได้ง่าย มีความคล่องตัว ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือการให้บริการด้วยความสะดวกรวดเร็ว ส่วนรายข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ

การให้บริการด้วยความสมภาคตามลำดับก่อน-หลัง เนื่องจากซาไซมุกเป็นเครื่องดื่มที่หาซื้อได้ง่าย และต้องการความสะดวกในการซื้อ ดังนั้นสถานประกอบการควรให้ความสำคัญต่อความสะดวกรวดเร็วในการให้บริการ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันทั่วถึง

- ด้านข้อมูลที่ได้รับจากการบริการ พบว่าช่องทางการได้รับข้อมูล ได้หลายรูปแบบ เช่น เพจ Facebook เว็บไซต์ของร้านมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือการใช้แจ้งให้ข้อมูล ราคาผลิตภัณฑ์และบริการ เมื่อมีคู่แข่งในตลาดสูง ดังนั้นการให้ข้อมูลข่าวสารจากหลายช่องทางทำให้ลูกค้าเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว จะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างดี

- ด้านการประสานงานของการบริการ พบว่าความชัดเจนในการให้คำแนะนำแก่ผู้รับบริการมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือการใช้คำอธิบายและข้อสงสัยได้ตรงประเด็น ดังนั้นผู้ประกอบการต้องอบรมพนักงานทุกคนในเรื่องการให้ข้อมูลที่ชัดเจนแก่ลูกค้า โดยต้องเป็นไปในแนวทางเดียวกัน และสามารถตอบคำถามได้ทุกคน

- ด้านอรรถาธิบายความสนใจของผู้ให้บริการ พบว่าการรับฟังปัญหา คำติชมของรสนชาติอย่างเต็มใจ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือการให้บริการด้วยความสุภาพ อ่อนน้อมและเป็นกันเอง นอกจากการขายรสชาติของผลิตภัณฑ์แล้ว อรรถาธิบายของผู้ให้บริการก็มีส่วนอย่างมากในการจูงใจให้ลูกค้าเข้ารับบริการ ดังนั้นผู้ประกอบการต้องมีการอบรมพนักงานให้มีใจบริการ และเต็มใจให้บริการด้วยท่าทีสุภาพยิ้มแย้ม

- ด้านค่าใช้จ่ายเมื่อใช้บริการ พบว่าช่องทางการชำระเงินหลากหลาย เช่น เงินสด โอนผ่าน Mobile Banking มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือความพอใจกับค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันการชำระเงินมีช่องทางที่หลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าเพื่อเพิ่มความสะดวกสบาย ดังนั้นหากผู้ประกอบการมีช่องทางการชำระเงินที่หลากหลาย จะทำให้ผู้มาใช้บริการเกิดความพึงพอใจ มากขึ้นและอาจกลับมาใช้บริการซ้ำ

3. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการให้บริการกับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการธุรกิจซาไซมุก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ พบว่าคุณภาพการให้บริการกับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการธุรกิจซาไซมุก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ทุกตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสัมพันธ์ระหว่าง .468 - .669 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการศึกษาคุณภาพการให้บริการด้านการตอบสนองต่อผู้รับบริการ(X3) ด้านความเห็นอกเห็นใจ(X5) และด้านความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ(X2) สามารถอธิบายความแปรปรวนหรือทำนายความพึงพอใจของผู้ใช้บริการธุรกิจซาไซมุก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ได้ร้อยละ 56.40 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01โดยสามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{y} = .930 + .309X_3 + .293X_5 + .175X_2$$

$$\hat{Z} = .318Z_3 + .348Z_5 + .193Z_2$$

จากผลการวิจัยเบื้องต้น ผู้ประกอบการสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับธุรกิจซาไซมุก หรืออาจนำไปเป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการบริหารงานร้านเพื่อเพิ่มศักยภาพในการให้บริการ และการดึงดูดลูกค้า การสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าเพื่อกลับมาใช้บริการอีกครั้ง ซึ่งจะเป็นการสร้างรายได้เพิ่มขึ้น และมีส่วนแบ่งทางการตลาดเพิ่มขึ้นในสภาวะการแข่งขันที่สูงและทำให้ธุรกิจซาไซมุกประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น สำหรับการทำการวิจัยครั้งต่อไป อาจศึกษาถึงพฤติกรรมผู้บริโภคในวัยต่าง ๆ (Generation) เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าหลากหลายวัย ซึ่งจะเป็นการจูงใจผู้บริโภค เพิ่มจำนวนลูกค้าและเพิ่มยอดขายได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Nuttapong. (2563, 9 พฤศจิกายน). ชานมไข่มุก สมรภูมิ 3,000 ล้านบาท. *เอสเอ็มอีชีซิ่งรววย*. สืบค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2564, จาก <https://cheechongruay.smartsme.co.th/content/27328>
- [2] ภาวณิ ทองแย้ม (2560). ความสำคัญของคุณภาพการบริการต่อความสำเร็จของธุรกิจ. *วารสารเกษมบัณฑิต*. 18(1), หน้า 219 -230.
- [3] กฤษฎิญา มูลศรี รัตนา สีดีและธิตินันท์ ซาญโกศล. (2559). แนวทางการพัฒนาคุณภาพการให้บริการของผู้ประกอบการธุรกิจโรงแรมประเภท 3 ดาวในประเทศไทยเพื่อรองรับนักท่องเที่ยวกลุ่มประชาคมอาเซียน. *วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่*. 17(1), หน้า 19-31.
- [4] A. Parasuraman, Valarie A. Zeithaml, Leonard L. Berry (1985, September) A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal of marketing*. 4(49): 41-50
- [5] Aday, Lu ann. And Andersen, Ronald. (1978). *Development of indices of Access to Medical Care*. Michigan : Ann Arbor : University Microfilms International
- [6] จาตุรงค์ แก้วสามดวง, อานง ใจแน่น, วาสนา จักรแก้ว. (2563, มกราคม-เมษายน). ปัจจัยที่ส่งผลต่อธุรกิจชานมไข่มุกในประเทศไทย. *วารสารธรรมศาสตร์*. 39(1):117-130
- [7] ปวีณา พาณิชชัยกุล, ธิตินันท์ ซาญโกศล. (2563, มกราคม-เมษายน). คุณภาพการให้บริการของธุรกิจชานมไข่มุกสำหรับลูกค้ากลุ่มเจนเนอเรชั่นวาย ในกรุงเทพมหานคร. *วารสารบริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง*. 3(1): 37-51.
- [8] ปวีณา พาณิชชัยกุล, ธิตินันท์ ซาญโกศล. (2563, มกราคม-มิถุนายน). แนวทางการพัฒนาคุณภาพการให้บริการของผู้ประกอบการธุรกิจเครื่องดื่มชานมไข่มุกเพื่อรองรับผู้บริโภคกลุ่มเจนเนอเรชั่นวาย ในกรุงเทพมหานคร. *วารสารสังคมศาสตร์*. 9(1): 78-87.
- [9] สุธาสินี อรุณ. (2562, พฤษภาคม-สิงหาคม). ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ภาพลักษณ์กับความพึงพอใจในคุณภาพการให้บริการ ของลูกค้าร้านกาแฟในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก. *วารสารวิทยาการจัการ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลย์สงคราม*. 1(1): 30-44.
- [10] เพ็ญภา จรัสพันธ์. (2557). ความพึงพอใจของลูกค้าต่อคุณภาพการให้บริการของศูนย์บริการลูกค้าจีเน็ต โมบายเซอร์วิสเซ็นเตอร์ จันทบุรี. ปรินญานิพนธ์ ปร.ม. (การจัดการภาครัฐและภาคเอกชน). ชลบุรี: วิทยาลัยการบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา
- [11] รุ่งโรจน์ สงสระบุญ. (2563, พฤษภาคม-สิงหาคม). คุณภาพการให้บริการที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจของผู้โดยสารรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนใต้ดินจากสถานีท่าพระถึงสถานีวัดมังกรในกรุงเทพมหานคร. *วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย*. 4(2): 135-146.

RANC15-050 การพัฒนาบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

DEVELOPMENT OF ONLINE LEARNING LESSON ON MATHEMATICS USING FLIPPED CLASSROOM TECHNIQUE FOR PRATHOMSUKSA 6 STUDENTS

นิตินัฐ รักจ้อย* พงษ์ศักดิ์ ผกามาต

Nitinut Ruxjoy, Phongsak Phakamach*

สาขาวิชานวัตกรรมการบริหารการศึกษา วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

*Educational Administration Innovation Department, College of Innovation Management, Rajamangala
University of Technology Rattanakosin.*

**Corresponding author, E-mail: piiz-nitinut.rj@hotmail.co.th*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 3) เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ และ 4) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดอ้อมน้อย (มิตรครูราษฎร์รังสรรค์) กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากการสุ่มแบบกลุ่มโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) บทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้าน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ และ 4) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.73/82.03 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .8181 นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากเช่นกัน ผลการวิจัยทำให้ได้บทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง ทำให้ผู้เรียนมีทักษะและพัฒนาการเรียนรู้อื่นๆ ได้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: บทเรียนออนไลน์ การจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เทคนิคห้องเรียนกลับด้าน

Abstract

The objectives of this research were: 1) to create an online learning lesson on Mathematics using flipped classroom technique; 2) to assess the effectiveness of an online lesson on Mathematics according to the 80/80 standard; 3) to determine the index of effectiveness and academic achievement with an online lesson on mathematics; and 4) to study the level of students' opinions on learning with the online lesson on mathematics. The sample group was Prathomsuksa 6 students at Wat Om Noi School. (Mitkru Ratrangsang) determined the sample size from the group randomization using the classroom as a random unit. A sample group of 1 room was obtained with a total number of 34 students. The research instruments were: 1) an online learning lesson on Mathematics using flipped classroom technique; 2) an achievement test; 3) a system's quality assessment form by experts; and 4) a questionnaire on the opinions of students who to continue learning with an online learning lesson on Mathematics. The collected data were analyzed through a statistical software program that provided percentage, mean, standard deviation and t-test values. The research results were as follows: an online learning lesson on Mathematics using flipped classroom technique, 81.73/82.03, which corresponds to the 80/80 benchmark and has an effectiveness index of .81. The effective values of .8181 or 81.81%. The student achievement score of the pretest was significantly higher than that of the posttest at the level of .05. The results of this study resulted in an effective mathematics online learning lesson on Mathematics using flipped classroom technique for Prathomsuksa 6 students. Moreover, it can be used in teaching and make students have better skills and development in learning mathematics.

Keywords: Online Lesson, Learning Management System, Mathematics, Flipped Classroom Technique.

บทนำ

การจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงในหลายด้านรวมถึงด้านการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-Centered) และทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 นั้น ประกอบไปด้วย 3R8C คือ 3R ประกอบไปด้วย 1) Reading คือ สามารถอ่านออก 2) Writing คือ สามารถเขียนได้ 3) Arithmetic คือ มีทักษะในการคำนวณ 8C ประกอบไปด้วย 1) การคิดวิเคราะห์การคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถแก้ไขปัญหาได้ 2) การคิดอย่างสร้างสรรค์และคิดเชิงนวัตกรรม 3) ความเข้าใจในความแตกต่างของวัฒนธรรมและกระบวนการคิดข้ามวัฒนธรรม 4) ความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะความเป็นผู้นำ 5) ทักษะในการสื่อสารและการรู้เท่าทันสื่อ 6) ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และรู้เท่าทันเทคโนโลยี 7) ทักษะอาชีพและการเรียนรู้ 8) ความเมตตา กรุณา มีคุณธรรมและมีระเบียบวินัย ซึ่งทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ไขปัญหาได้ มักจะพบได้ง่ายกับนักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วนช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ [1]

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 มาตรา 23 ได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดการศึกษาไว้ว่าการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดกระบวนการจัดการเรียนการสอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ อีกทั้งยังเล็งเห็นถึงความสำคัญของเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ซึ่งเป็นศาสตร์ว่าด้วยวิธีการหรือการศึกษาเป็นเรื่องของระบบในการประยุกต์เอาเทคนิควิธีการแนวความคิด อุปกรณ์และเครื่องมือใหม่ ๆ มาใช้เพื่อช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษาในด้านการปรับปรุงคุณภาพของการเรียนการสอน [2] การนำเทคโนโลยีการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน เช่น การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกรณีศึกษาผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งผลวิจัยพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 [3] การนำเทคโนโลยีการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้นกว่าการรับรู้ผ่านการฟังเสียงจากการบรรยายของผู้สอนเพียงอย่างเดียวจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัสโคโรนา (Covid-19) ที่ส่งผลกระทบต่อด้านการศึกษาทำให้การจัดการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีการบูรณาการโดยนำเทคโนโลยีมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ โดยสามารถส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนได้ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีหรือระบบบริหารจัดการเรียนรู้ที่สร้างสรรค์ และตอบสนองรวมถึงรองรับการเรียนการสอนออนไลน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง

ระบบจัดการเรียนรู้ (Learning Management System : LMS) เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ตซึ่งจะประกอบด้วยเครื่องมืออำนวยความสะดวกให้ทั้งผู้สอน ผู้เรียน ผู้ดูแลระบบ โดยที่ในระบบจัดการเรียนรู้จะมีทั้งการนำเสนอเนื้อหา เอกสารของรายวิชาที่มีการเรียนการสอนรวมไปถึงการจัดการในเรื่องการทำแบบฝึกหัด การสอบและส่งงาน [4] การจัดการเรียนการสอนออนไลน์นั้นมีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอนไว้อย่างชัดเจนโดยใช้ทฤษฎีด้านการเรียนการสอนเป็นแนวทางในการบริหารจัดการ และมีการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบสื่อผสม ผ่านระบบเครือข่ายและแพลตฟอร์มทางการศึกษาที่เป็นระบบ ส่วนเทคนิคการจัดการเรียนรู้โดยนำเทคโนโลยีมาผสมผสาน ได้แก่ ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ซึ่งห้องเรียนกลับด้านเป็นเทคนิคการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วม โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญและมีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติที่หลากหลายรูปแบบ เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การระดมสมอง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการทำกรณีศึกษา และนำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในห้องเรียนโดยเปลี่ยนบทบาทครูจากผู้บรรยายมาเป็นผู้จัดกระบวนการเรียนรู้เป็นนักออกแบบกิจกรรมในการจัดกระบวนการเรียนรู้ (Pedagogy) ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) สอดคล้องกับ [5] ที่ได้กล่าวไว้ว่า “ห้องเรียนกลับด้าน” เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่ได้มีการนำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน และแก้ปัญหาในยุคที่มีแหล่งข้อมูลข่าวสารและสื่อเทคโนโลยีไอซีทีที่หลากหลายเนื่องจากเทคนิคนี้มุ่งเน้นการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนตามทักษะ ตามความรู้ความสามารถและสติปัญญาของผู้เรียนแต่ละคน อีกทั้งยังให้อิสระกับผู้เรียนในด้านความคิดและรูปแบบการแสวงหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้นอกชั้นเรียนสนับสนุนการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาความคิดสร้างสรรค์ และการมีปฏิสัมพันธ์กันของผู้เรียนจะเน้นการสืบค้นให้การเรียนรู้ที่มีการส่งเสริมสนับสนุนผู้เรียนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งรูปแบบดังกล่าวสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงการศึกษาในยุคปัจจุบันเป็นอย่างยิ่งรวมถึงการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

กล่าวได้ว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Testing) หรือที่เรียกว่า O-NET ในปีการศึกษา 2562 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประเทศ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 34.90 ระดับจังหวัดสมุทรสาคร คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 34.20 ระดับโรงเรียนวัดอัมมน้อย (มิตรครูราษฎร์รังสรรค์)

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 26.90 ในปีการศึกษา 2563 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประเทศ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 29.99 ระดับจังหวัดสมุทรสาคร คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 31.21 ระดับโรงเรียนวัดอ้อมน้อย(มิตรครูราษฎร์รังสรรค์) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 28.20 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 [6]

จากความเป็นและความสำคัญของปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจการพัฒนาบทเรียนออนไลน์วิชาสำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้วิธีการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรมจัดการเรียนรู้มาเป็นเครื่องมือเสริม ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งในกิจกรรมดังกล่าวประกอบไปด้วยสื่อการสอนออนไลน์ กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน และกระดานสนทนาออนไลน์ เป็นต้น โดยเป็นการสร้างบรรยากาศให้เป็นดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ (Digital for Learning) ผสมผสานกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านเนื่องจากนักเรียนจะต้องศึกษาหาความรู้จากนอกห้องเรียนด้วยตนเอง โดยผ่านสื่อเทคโนโลยีที่ผู้สอนเป็นผู้จัดทำขึ้นรวมถึงคอยให้คำแนะนำและตั้งคำถามให้นักเรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนโดยคาดหวังว่าบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้นจะเป็นระบบที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างสมรรถนะรวมถึงทักษะแห่งการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความรู้ให้แพร่หลายในแวดวงการศึกษาของโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
3. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์
4. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) เพื่อออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สมมติฐานการวิจัย

1. คุณภาพของบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับดี
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ในระดับดี
3. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับดี

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนวัดอ้อมน้อย (มิตรคุณราษฎร์รังสรรค์) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสาคร จำนวน 5 ห้อง จำนวนทั้งสิ้น 169 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากการสุ่ม แบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่มได้กลุ่มตัวอย่างเป็นห้องเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 34 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1) บทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนการพัฒนา ได้แก่ 1.1) ศึกษาหลักสูตร/รายวิชาและวิเคราะห์เนื้อหา รายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 1.2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนด ขอบข่ายเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ 1.3) กำหนดรูปแบบในการนำเสนอเนื้อหาตามหลักการของการเรียนรู้ แบบห้องเรียนกลับด้าน 1.4) เขียนผังงาน (Flowchart) บทเรียนออนไลน์เพื่อกำหนดช่องทางการสื่อสารภายใน 1.5) ออกแบบ Storyboard ตามโครงสร้างแบบลำดับขั้นโดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ได้แก่ (1) การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential Engagement) โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะวิธีการ เรียนรู้ให้กับผู้เรียนเพื่อเรียนเนื้อหาโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลายทั้งการใช้กิจกรรมที่กำหนดขึ้นเอง จากสถานการณ์จำลอง สื่อปฏิสัมพันธ์ และการทดลอง (2) การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept Exploration) โดยผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะให้กับผู้เรียนจากสื่อหรือกิจกรรมหลายประเภท เช่น สื่อวิดีโอบันทึกการ บรรยาย สื่อออนไลน์ และกระดานสนทนาออนไลน์ (Chats) (3) การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making) โดยผู้เรียนเป็นผู้บูรณาการสร้างทักษะองค์ความรู้จากสื่อที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้าง กระดานความรู้เล็กทรอนิกส์ (Blogs) การใช้แบบทดสอบ (Tests) การใช้สื่อสังคมออนไลน์และกระดานอภิปราย แบบออนไลน์ (4) การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration) เป็นการสร้างองค์ความรู้โดยผู้เรียนเองในเชิง สร้างสรรค์ โดยการจัดทำเป็นโครงการและผ่านกระบวนการนำเสนอผลงานที่เกิดจากการรังสรรค์งานเหล่านั้น 1.6) พัฒนาระบบจัดการเรียนรู้โดยใช้ LMS Tool Box ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ คือ Moodle และแอปพลิเคชันในการ ผลิตสื่อการเรียนการสอน ได้แก่ Canva และ Good Notes สำหรับโปรแกรมที่ใช้ในการอัดคลิปสื่อการสอน ได้แก่ OBS และ ApowerMirror เป็นต้น 1.7) นำรูปแบบไปทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข และ 1.8) ประเมินคุณภาพ และหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ

2) แบบประเมินคุณภาพของระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์โดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและออกแบบข้อคำถามในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าตามแบบของ ลิเคิร์ต ชนิด 5 ระดับ จำนวน 41 ข้อ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ (1) ด้านเนื้อหาและรูปแบบการเรียนรู้ จำนวน 15 ข้อ (2) ด้านการออกแบบ จำนวน 15 ข้อ และ (3) ด้านทัศนคติ จำนวน 11 ข้อ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบ ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ตลอดจนความเหมาะสมของภาษาและการใช้ถ้อยคำ จากนั้นนำแบบ ประเมินมาปรับปรุง แก้ไข ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 ข้อ ประกอบไปด้วย หน่วยที่ 1 ท.ร.ม. และ ค.ร.น. 10 ข้อ หน่วยที่ 2 เศษส่วน 10 ข้อ และหน่วยที่ 3 ทศนิยม 10 ข้อ โดยแต่ละข้อสอบที่ผ่านการตรวจของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีค่าความ สอดคล้อง IOC เท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.60 และค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.50

4) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยออกแบบ เครื่องมือโดยศึกษาจากงานวิจัยของพงษ์ศักดิ์ ผกามาต และปรางทิพย์ เสยกระโทก [4] การตรวจสอบคุณภาพ

เครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามจะเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ตลอดจนความเหมาะสมของภาษาและการใช้ถ้อยคำ จากนั้นนำมาทดสอบหาค่า Cronbach's Alpha Coefficient และค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยหาค่า Item total Correlation ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ .936

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1) สถานที่ทำการทดลอง ได้แก่ โรงเรียนวัดอ้อมน้อย (มิตรครูราษฎร์รังสรรค์) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสาคร

2) การเตรียมการทดลอง ได้แก่ (1) ขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้ระบบ (2) เตรียมระบบที่พัฒนาแล้วใส่ไว้ในเว็บไซต์ออนไลน์ส่งข้อมูลขึ้นเครื่องแม่ข่ายและทดสอบการใช้ (3) เตรียมสถานที่คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์เชื่อมต่อ และกำหนดเวลาทำการทดลอง

3) การดำเนินการทดลอง ได้แก่ (1) ผู้วิจัยทำการปฐมนิเทศนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง (2) การดำเนินการทดลอง โดยการนำระบบที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพโดยมีการทดลองตามรูปแบบ ดังนี้

(1) ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) ทดลองกับนักเรียนที่เคยเรียนวิชานี้มาก่อน โดยใช้การสุ่มอย่างง่าย จำนวน 3 คน ประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 หาข้อบกพร่อง และนำไปปรับปรุงแก้ไข

(2) ทดลองกลุ่มย่อย (Small Group Testing) ทดลองกับนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชานี้มาก่อน โดยใช้การสุ่มอย่างง่าย จำนวน 9 คน ประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 หาข้อบกพร่อง และนำไปปรับปรุงแก้ไข

(3) ทดลองภาคสนาม (Field Testing) โดยเลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 34 คน ซึ่งดำเนินการตามลำดับดังนี้ (1) ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยให้นักเรียนทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 ข้อ (2) ให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านสื่อออนไลน์ที่ครูสร้างขึ้นในรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (3) ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้และ (4) ทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ และประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 ในภาพรวม

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยดำเนินการดังนี้

1) บทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.1 การประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีเกณฑ์การแปลความหมายจะเป็นดังนี้ 4.21-5.00 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด 3.41-4.20 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก 2.61-3.40 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลาง 1.81-2.60 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อย และ 1.00-1.80 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุดโดยที่ช่วงความกว้างของอันตรภาคชั้นกำหนดได้จากสูตร $= (5-1)/5 = 0.8$

1.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้แก่ (1) หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยของคะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งได้จากแบบทดสอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน (2) หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (3) หาค่าดัชนีประสิทธิผล (4) วิเคราะห์เปรียบเทียบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test และ (5) วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มี

ต่อบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านด้วยวิธีการดังกล่าว โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และนำค่าเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

2) สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ (1) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามแบบอิงเกณฑ์ของ Brennan (2) ค่าระดับความยาก (Difficulty) (3) ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตร IOC (4) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson)

3) สถิติที่ใช้ในการหาค่าดัชนีประสิทธิผล โดยใช้วิธีของ กูดแมน เฟรทเซอร์ และชไนเดอร์

4) การหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยใช้สูตรในการคำนวณ

5) เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้ t -test (Dependent Samples) โดยใช้สูตรในการคำนวณ

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” สามารถแสดงผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ผลการพัฒนาบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยใช้ Moodle ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และออกแบบซอฟต์แวร์ดังกล่าวเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรก คือ หน้าหลัก (Front End) จะเป็นการใช้งานสำหรับนักเรียน เช่นการ Login เข้าสู่ระบบ หน่วยการเรียนรู้ต่าง ๆ ทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน และกระดาษสนทนา และส่วนที่สอง คือ หลังบ้าน (Back End) เป็นการใช้งานของผู้ดูแลระบบ และผู้สอนโดยสามารถดูข้อมูลนักเรียน โดยสามารถเพิ่มเนื้อหา วิดีโอ สื่อการสอนต่าง ๆ รวมถึงการสร้างแบบฝึกหัดหรือข้อสอบสามารถดูข้อมูลการใช้งานของนักเรียนและผลการเรียนของนักเรียนได้

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 พบว่า ระบบนี้มีประสิทธิภาพ 81.73/82.03 หมายความว่า บทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 81.73 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับร้อยละ 82.03 จึงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index) ของบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเท่ากับ 0.8181 (81.81%) และผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 12.80 จากคะแนนเต็ม 30 คิดเป็นร้อยละ 42.67 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 20.78 จากคะแนนเต็ม 30 คิดเป็นร้อยละ 69.26 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปทดสอบด้วย t -test ($t=33.083$) พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้แสดงดังตารางที่ 1

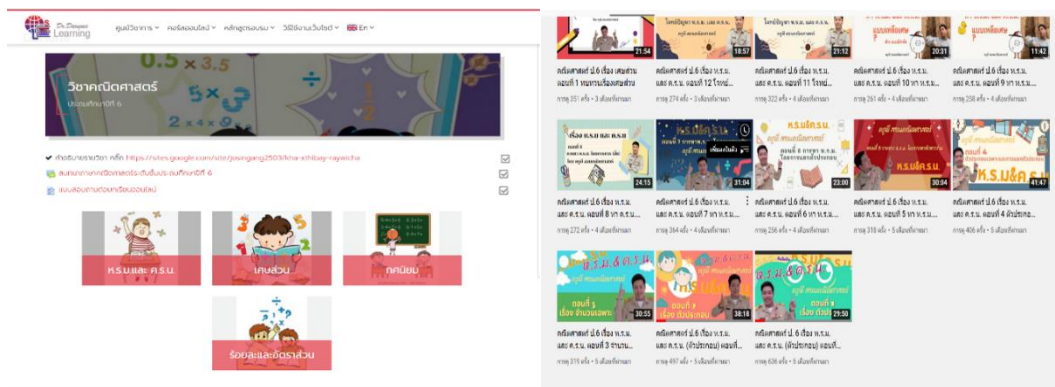
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์
สำหรับการจัดการเรียนรู้อาณาเขตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้าน

ผลสัมฤทธิ์	n	\bar{X}	S.D.	t	p-value
ก่อนเรียน	34	12.80	0.588	33.083	.001
หลังเรียน	34	42.67	0.616		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

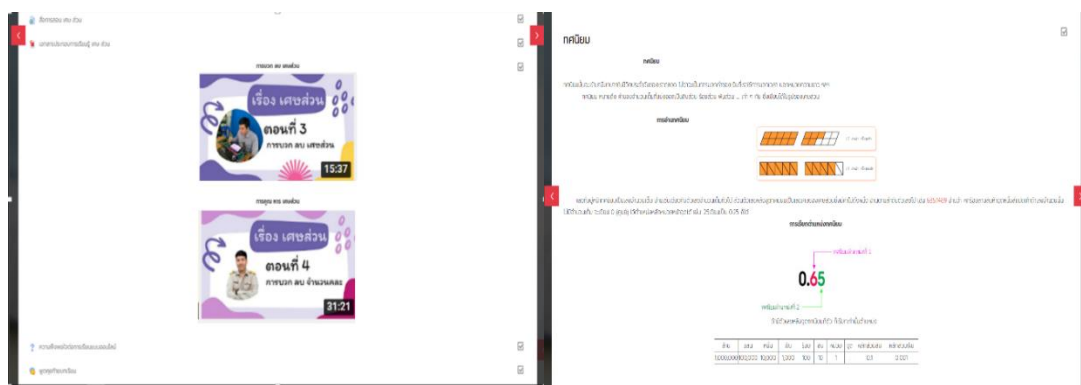
4. ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้อาณาเขตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยมีความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาในการนำเสนอ (\bar{X} =4.15, S.D.=0.63) ด้านเทคนิคกระบวนการออกแบบ (\bar{X} =4.18, S.D.=0.53) และด้านทัศนคติ (\bar{X} =4.08, S.D.=0.74) สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวอย่างบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้อาณาเขตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แสดงดังภาพที่ 1



(1) หน้าหลัก

(2) คลิปวิดีโอ



(3) ตัวอย่างเนื้อหาวิชา

(4) ตัวอย่างบทเรียน

ภาพที่ 1 ตัวอย่างบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้อาณาเขตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้าน
สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลในประเด็นสำคัญต่อไปนี้

1. ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.73/82.03 หมายความว่า ระบบนี้ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 81.73 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้หรือประสิทธิภาพของสื่อการสอนในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับ ร้อยละ 82.03 แสดงว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล และคณะ [7] และที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากผู้วิจัยใช้กระบวนการ ADDIE ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์แล้วปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษา แล้วจึงไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินหาประสิทธิภาพและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ที่สุดซึ่งเป็นวิธีการดำเนินการผลิตสื่อและรูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (R&D) และการอาศัย LMS Tool Box ของการสร้างเนื้อหาและส่วนปฏิสัมพันธ์จากการอาศัยเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bergmann และ Sams [8] Zainuddin และ Perera [9] ตามแนวคิดของห้องเรียนกลับด้านโดยการกลับด้านการเรียนรู้ที่บ้าน ทำการบ้านที่ผ่านระบบออนไลน์ในชั้นเรียน กลับด้านชั้นเรียนโดยเรียนเนื้อหาที่บ้านผ่านสื่อวีดีโอรวมถึงบทเรียนที่อยู่บนระบบการจัดการเรียนรู้บนอินเทอร์เน็ตและมาทำการบ้านผ่านระบบออนไลน์ในชั้นเรียนโดยมีผู้สอนทำหน้าที่เป็นโค้ชช่วยเหลือในการทำภาระงานรวมถึงนวัตกรรมต่าง ๆ ดังนั้นผู้เรียนจึงมีความเข้าใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ระบบที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้ศึกษากรอบแนวคิดในการพัฒนาจากแนวคิดของ Zainuddin et al. [5] ในการออกแบบ LMS ดังนี้ 1) การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา 2) การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการห้องเรียนกลับด้านโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ได้แก่ (1) ระบุปัญหาการเรียนที่ต้องการวิเคราะห์ (2) การรวบรวมและประมวลผลข้อมูล (3) พัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (4) นำแนวทางแก้ปัญหาไปทดสอบ และ (5) เลือกรูปแบบการเรียนที่ดีที่สุดไปใช้หาคำตอบ 3) การกำหนดกิจกรรมร่วมและการประมวลผลความรู้ 4) การดำเนินการเรียนการสอนด้วยรูปแบบและสื่อการสอนโดยอาศัยช่องทางในการสื่อสารที่จัดไว้ และ 5) การทดสอบหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้โดยพิจารณาจากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนแบบฝึกหัดท้ายบท

2. ค่าดัชนีประสิทธิผล(The Effectiveness Index) ของบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเท่ากับ .8181 หมายความว่าหลังการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้นี้มีคะแนนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 81.81 โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของอดิสร ภัคชลินท์ [3] ฝนพรหม พุทธนา [10] และ Smith [11] ที่เป็นเช่นนี้เพราะบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นมีบรรยากาศที่ต่างออกไปจากการเรียนที่มีครูผู้สอนหน้าชั้นเรียน ต้องเรียนเนื้อหาทั้งหมดในชั้นเรียน ทำให้มีเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอ เปลี่ยนไปเป็นครูมีหน้าที่เป็นผู้แนะนำและมีการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามามีส่วนร่วม ครูผู้สอนและผู้เรียนมีเวลาสรุปเนื้อหาและทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเต็มเวลา และครูผู้สอนมีส่วนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อเสริมแรงโดยอาศัยแนวคิดจากทฤษฎีแรงจูงใจของมาโลน (Malone) ที่ว่ารูปแบบการเรียนการสอนได้ออกแบบให้มีกิจกรรมและสถานการณ์ที่ทำให้ท้าทายให้ผู้เรียน โดยมีเป้าหมายการเรียนรู้เชิงวิพากษ์ ผู้เรียนเกิดจินตนาการเป็นตัวกระตุ้น การนำเสนอที่แปลกใหม่สามารถดึงดูดความสนใจอยู่ตลอดเวลา ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นในลักษณะของความต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งแปลกใหม่บนฐานเทคโนโลยี [12] จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจ

ในเนื้อหา รายวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น โดยไม่รู้สึกเบื่อหน่าย สามารถนำไปประยุกต์ใช้ความรู้ได้เป็นอย่างดี รวมถึงสามารถการสร้งสมรรถนะการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

3. ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นโดยมีความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาในการนำเสนอ ($\bar{X}=4.15$, S.D.=0.63) ด้านเทคนิคกระบวนการออกแบบ ($\bar{X}=4.18$, S.D.=0.53) และด้านทัศนคติ ($\bar{X}=4.08$, S.D.=0.74) แสดงว่านักเรียนมีความพอใจต่อระบบจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Biswas [12] และปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์ และ ณมน จีรังสุวรรณ [13] ที่พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านก็พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้านเช่นกัน เนื่องจากการใช้งานและทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการปรับปรุงคุณภาพของแพลตฟอร์มและสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนทั้งในชั้นเรียนปกติและห้องเรียนออนไลน์ ทำให้ทราบถึงความต้องการที่แท้จริงของผู้เรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล และคณะ [14] และ Zainuddin et al. [15] ที่ดำเนินการวิจัยโดยพบว่า การให้ผู้เรียนเป็นผู้เลือกที่จะเรียนสิ่งใดด้วยตนเองนั้นเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ที่ดีและทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากบทเรียนแบบกลับด้านได้ดียิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยและพัฒนาบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถสรุปประเด็นที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามวิธีการที่ได้นำเสนอมานี้สามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนาระบบจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้งานได้จริงสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.73/82.03 หมายความว่า ระบบนี้ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 81.73 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้หรือประสิทธิภาพของสื่อการสอนในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับ ร้อยละ 82.03 จึงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นเท่ากับ 0.8181 (81.81%) และผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 12.80 จากคะแนนเต็ม 30 คิดเป็นร้อยละ 42.67 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 20.78 จากคะแนนเต็ม 30 คิดเป็นร้อยละ 69.26 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปทดสอบด้วย t -test ($t=33.083$) พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นโดยมีความ

คิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาในการนำเสนอด้านเทคนิคกระบวนการออกแบบและด้านทัศนคติสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

นอกจากนี้ เมื่อผู้วิจัยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการบริหารจัดการของเดมมิ่งหรือ PDCA (P=Plan, D=Do, C=Check, A=Act) มาอธิบายรูปแบบและกระบวนการพัฒนาบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

1) ขั้นวางแผน (Plan) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวางแผนการดำเนินงานเพื่อให้เกิดรูปแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่ได้ผลงานการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาใหม่ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากวิธีการเดิม โดยมีส่วนที่สำคัญ ได้แก่ การกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ การจัดอันดับความสำคัญ กำหนดขอบเขตด้านเนื้อหา และกำหนดระยะเวลาการดำเนินงาน

2) ขั้นดำเนินการ (Do) การดำเนินการเพื่อให้ได้ตามแผนที่มีการกำหนดไว้เป็นกระบวนการในขั้นการออกแบบและพัฒนา (Design & Development) ออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนและกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วนที่จะสอน และการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์โดยอาศัยเทคนิคห้องเรียนกลับด้าน

3) ขั้นตรวจสอบ (Check) การทดสอบใช้งานและประเมินผลเพื่อทดลองใช้งานบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านซึ่งเน้นการประเมินปัญหา/จุดอ่อน/ข้อดี/จุดแข็งที่มีในการดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบการใช้งานและประเมินผล

4) ขั้นปรับปรุงแก้ไข (Action) การประเมินผลและปรับปรุง โดยการนำผลการประเมินที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 มาปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบให้ดีขึ้นโดยคำนึงถึงสมรรถนะการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญ

ดังนั้นสามารถสรุปโดยภาพรวมจากการศึกษาวิจัยได้ว่า การวิจัยและพัฒนาเรื่อง “การพัฒนาบทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” ตามวิธีการที่ได้นำเสนอมานี้ จึงมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำระบบและรูปแบบการบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์ไปใช้งานได้จริงเพื่อให้ผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถนะทางด้านคณิตศาสตร์ที่ตรงกันกับทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้และพัฒนา เพื่อให้บทเรียนออนไลน์สำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยเทคนิคห้องเรียนกลับด้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น ควรพิจารณาถึงวิธีการนำไปใช้และพัฒนาประกอบด้วย (1) เนื้อหาของบทเรียนต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามมาตรฐานของหลักสูตรแกนกลางหรือหลักสูตรสถานศึกษา (2) การจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหารายวิชาและบริบทของสถานศึกษา (3) การออกแบบโครงสร้างและวางแผนเส้นทางการเข้าถึงการเรียนรู้ที่ดีโดยมีการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเป็นระยะ ๆ (4) มีระบบตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ตามที่กำหนด (5) ต้องให้ผู้เรียนเรียนรู้แบบ Non-Linear Approach, Active Learning และ Blended Learning โดยการผสมวิธีการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาอย่างถ่องแท้ (6) จัดให้มีแบบฝึกปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้เกิดความคุ้นชิน (7) การบันทึกข้อมูลการเข้าถึงและผลการประมวลความรู้โดยอาศัยรูปแบบการประมวลความรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด และ (8) การใช้งานระบบในรูปแบบมาตรฐานบนเครื่องมือและอุปกรณ์การสื่อสารต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต และสมาร์ทโฟน เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ประกอบด้วย (1) ควรมีการวิจัยและพัฒนาหรือแพลตฟอร์มนี้ให้มีองค์ประกอบที่จะใช้เป็นการเรียนรู้มาตรฐานมากยิ่งขึ้น จะทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเพื่อนำมาปรับปรุงระบบ

บริหารจัดการเรียนรู้ในรายวิชาให้มีประสิทธิภาพและพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้น (2) ควรมีการวิจัยและพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนการสอนออนไลน์วิชาอื่น ๆ เพิ่มขึ้นอีกเพื่อเป็นการเพิ่มทรัพยากรการเรียนรู้สมัยใหม่รวมถึงการใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ที่ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่มีประสิทธิผลสำหรับการพัฒนาการศึกษาในระดับขั้นพื้นฐานของประเทศไทยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยและตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- [2] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545). *เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษาหน่วยที่ 1-5*. กรุงเทพฯ: สำนักเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- [3] อติศร ภัคชลิษฐ์. (2561). *ผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกรณีศึกษาผ่านเว็บแอปพลิเคชันที่ส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาการเขียนโปรแกรมภาษาซีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกรับใหญ่ว่องกุลสถกกิจพิทยาคม*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม.
- [4] พงษ์ศักดิ์ ผกามาต, และปราณีทิพย์ เสยกระโทก. (2556). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบมีปฏิสัมพันธ์รายวิชาระบบไอซีทีและการจัดการยุคใหม่. *วารสารสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 31(1), 25-43.
- [5] Zainuddin, Z., Haruna, H., Li, X., Zhang, Y., and Chu, S.K.W. (2019). A Systematic Review of Flipped Classroom Empirical Evidence from Different Fields: What are the gaps and future trends?. *On the Horizon*. 27(2), 72-86.
- [6] สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2563). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2563 จังหวัดสมุทรสาคร*. สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2564, จาก https://sp.moe.go.th/sp_2563/info/
- [7] สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ตรุณี ปัญจรัตนกร, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาต. (2563). การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนการศึกษาทางเลือกสำหรับการศึกษาระดับมัธยมศึกษา. ใน *การประชุมสถาบันพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา (สคบศ. วิชาการ) ครั้งที่ 1*. หน้า 55-56. 3 สิงหาคม 2563. นครปฐม: สคบศ.
- [8] Bergmann, J., and Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. Washington DC: International Society for Technology in Education.
- [9] Zainuddin, Z., and Perera, C.J. (2018). Supporting Students' Self-Directed Learning in the Flipped Classroom through the LMS TES Blend Space. *On the Horizon*. 26(4), 281-290.
- [10] Smith, K.D. (2021). Is it face time or structure and accountability that matter? Moving from a flipped to a flipped/hybrid classroom. *Journal of Applied Research in Higher Education*. 13(2), 609-621.

- [11] Biswas, P. (2021). *Develop Learning Management System Without Breaking a Sweat*. accessed on 12/1/2021, Retrieved from <https://www.unifiedinfotech.net/blog/LMS/>
- [12] ฝนพรหม พุทธนา. (2562). *การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Active Learning ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและวิธีสอน. นครปฐม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [13] ปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์, และณมน จีรังสุวรรณ. (2558). การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กิจกรรม WebQuest เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา. *วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม*. 6(1), 151.
- [14] สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ฤทธิเดช พรหมดี, นฤมล รอดเนียม, พิภพ วังเงิน, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ. (2564). การศึกษาองค์ประกอบของการจัดองค์กรแห่งนวัตกรรมทางการศึกษายุคดิจิทัลสำหรับสถานศึกษาชั้นพื้นฐานที่เหมาะสมในประเทศไทย. ใน *การประชุมวิชาการทางการศึกษา ครั้งที่ 9 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*. 5-7 พฤษภาคม 2564. หน้า 294-306. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [15] Zainuddin, Z., Zhang, Y., Li, X., Chu, S.K.W., Idris, S., and Keumala, C.M. (2019). Research Trends in Flipped Classroom Empirical Evidence from 2017 to 2018: A Content Analysis. *Interactive Technology and Smart Education*. 16(3), 255-277.

**RANC15-051 การพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงาน
ของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน**

**THE DEVELOPMENT OF AN ICT SYSTEM MANAGEMENT FOR FACILITATING
PERFORMANCE APPRAISAL OF GOVERNMENT TEACHERS AND EDUCATIONAL
PERSONNEL UNDER THE OFFICE OF THE BASIC EDUCATION COMMISSION**

สิริมาตย์ เจริญศรี* พงษ์ศักดิ์ ผกามาต
Sirimad Charoensri*, Phongsak Phakamach

สาขาวิชานวัตกรรมการบริหารการศึกษา วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
*Educational Administration Innovation Department, College of Innovation Management, Rajamangala
University of Technology Rattanakosin*

*Corresponding author, E-mail:sirimad14@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อ 1) วิเคราะห์ความต้องการใช้ระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผล
การปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา 2) สร้าง ประเมิน และทดสอบระบบไอซีที
เพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา และ 3) นำเสนอต้นแบบ
ระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัด
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานการวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ผู้ประเมิน
ผู้รับการประเมิน ผู้รับผิดชอบและมีส่วนเกี่ยวข้องกับงานด้านการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครู
และบุคลากรทางการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษาประจำปีการศึกษา 2564
โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอาศัยความสะดวกวิธีดำเนินการวิจัยมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การศึกษาและวิเคราะห์
ความต้องการของผู้ใช้ 2) การออกแบบและพัฒนาระบบ 3) การทดสอบการใช้งานและประเมินผล และ 4) การ
ปรับปรุงสมรรถนะของระบบ ผลการวิจัยพบว่า 1) กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระบบไอซีทีที่พัฒนาขึ้นโดยเห็น
ว่าเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา
ของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานควบคู่ไปกับเทคโนโลยี ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้
งานตามรูปแบบที่กำหนดตามหลักเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการ
ศึกษาตามที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนด และมีการใช้งานที่ไม่ยุ่งยาก 2) ระบบไอซีทีเพื่อ
สนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษามีโครงสร้าง
ที่ประกอบด้วย ระบบจัดการฐานข้อมูล ผลการประเมิน เว็บไซต์ กระดานสนทนา ดาตาวนโหลดเอกสาร และภาพ
กิจกรรมต่าง ๆ บนระบบออนไลน์ ซึ่งสามารถเป็นทางเลือกให้กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้ศึกษาต่อในการเป็นต้นแบบ
ในการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐานอย่างมีประสิทธิภาพและ 3) ต้นแบบระบบไอซีทีที่สามารถนำไปใช้ในการประเมินผลการ

ปฏิบัติงานผลการปฏิบัติงานได้จริงโดยใช้กระบวนการพัฒนาแบบ DBLC ที่มีมาตรฐาน รวมถึงการพัฒนาทักษะ
ด้านการใช้งานระบบไอซีทีเพื่อการศึกษาให้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ระบบไอซีที การประเมินผลการปฏิบัติงาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

Abstract

The objectives of this research were to: 1) analyze the need for ICT system to support performance appraisal of government teacher and education personnel; 2) build, evaluate and test ICT system to support performance appraisal of government teacher and education personnel and 3) to present a model of ICT system to support the performance appraisal of government teachers and educational personnel under the Office of the Basic Education Commission. This research is research and development. The sample group assessor, assessee, person responsible for and involved in the performance assessment of government teachers and educational personnel and experts in ICT systems and educational innovations, the academic year 2021, using convenience sampling method. The research method consisted of four steps, namely 1) study and analysis of user needs, 2) system design and development, 3) functional testing and evaluation, and 4) system performance improvement. The results showed that; 1) the sample group was satisfied with the ICT system developed as an appropriate alternative for evaluating the performance of government teachers and educational personnel under the Office of the Basic Education Commission with technology. Those involved can apply for the work according to the prescribed format according to the criteria for assessing the performance of government teachers and educational personnel as prescribed by the Office of the Basic Education Commission and it's easy to use; 2) the ICT system to support the performance appraisal of government teachers and educational personnel has a structure that consists of database management system, assessment results, web site, discussion board, download documents and pictures of various activities on the online system. This can be an alternative for those involved to continue their education in order to be a model for evaluating the efficiency of government teachers and educational personnel under the Office of the Basic Education Commission; and 3) the ICT system model can be used to evaluate the performance of real-world performance by using a standardized DBLC development process, as well as developing ICT skills for education.

Keywords: Information and Communication Technology System, Performance Appraisal, The Office of the Basic Education Commission

บทนำ

การพัฒนาคุณภาพการศึกษาในศตวรรษที่ 21 เน้นการพัฒนา 4 ด้าน ได้แก่ 1) ครู 2) ผู้เรียน 3) ผู้บริหารสถานศึกษา และ 4) ระบบการบริหารจัดการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งรูปแบบระบบการบริหารจัดการต้องทันตามสถานการณ์และเทคโนโลยี มีแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบมีความชัดเจนต่อการนำไปปฏิบัติจริงและตอบสนองต่อสถานการณ์การเรียนรู้ในยุคดิจิทัล [1] โรงเรียนเป็นองค์กรที่สำคัญยิ่งในการที่ต้องปรับตัวและนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ เพราะหากคนในองค์กรเก่ง มีระบบการบริหารจัดการที่ดี ผลลัพธ์ที่ตัว

นักเรียนก็จะดีมากขึ้นตามปัจจัยเหล่านี้ ครูเป็นผู้ที่ถูกคาดหวังว่าต้องเป็นผู้ที่มีทักษะในการใช้สื่อ นวัตกรรม และเทคโนโลยีที่ทันสมัยได้อย่างชำนาญมากขึ้น ครูจึงต้องปรับตัวให้เข้ากับการเรียนรู้ให้เท่าทันยุคสมัย ที่เปลี่ยนแปลง มีความกระตือรือร้นที่จะพัฒนาทักษะและวิทยาการให้ทันสมัย และต้องพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง [2-3] ชีตจำกัดในการพัฒนาครูไทยให้พร้อมเป็นครูที่มีสมรรถนะในศตวรรษที่ 21 (C-Teacher) กล่าวถึงทักษะด้านการบูรณาการระบบไอซีทีและคอมพิวเตอร์ที่ผู้สอนนั้นต้องมีทักษะในการใช้ เทคโนโลยี การอบรมพัฒนาตนเอง และการพัฒนาวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง [4] ครูจึงถูกกระตุ้นด้วยการประเมินผล การปฏิบัติงานเพื่อให้คงรักษาสภาพการปฏิบัติงาน การจัดการเรียนการสอน การพัฒนาทางวิชาชีพอยู่เสมอ แม้จะมีการประเมินแบบนี้มาแล้วตั้งแต่อดีตแต่ด้วยปัจจุบันมีความเข้มข้นที่มากขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของ ยุคสมัย ดังนั้นการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยย่อมเป็นผลดีต่อการจัดเก็บข้อมูล การนำเสนอ สะดวก ทันสมัย และสร้างโปร่งใสให้แก่องค์กรได้เป็นอย่างดี

ในอดีตที่ผ่านมาการประเมินผลการทำงานของครูและบุคลากรทางการศึกษาของประเทศไทยจะใช้ ระบบการประเมินตามพระราชบัญญัติระเบียบข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาโดยมีผู้บังคับบัญชาเป็น ผู้ประเมินใช้ดุลยพินิจของผู้ประเมินประกอบกับข้อเท็จจริงเป็นหลัก ซึ่งมีความยืดหยุ่นและก่อให้เกิดความไม่ โปร่งใสและไม่เป็นธรรมแก่ผู้รับการประเมินจึงเห็นได้จากกรร้องเรียนผ่านสื่อมวลชนเกี่ยวกับความไม่เป็นธรรม ในการเลื่อนประเมินเงินเดือนของครูโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี โดยมีการนำหลักฐานร้องแก่ศูนย์ดำรง ธรรมหลังผู้บริหารเลื่อนเงินเดือนไม่โปร่งใส ครูบางคนมาทำงานสายกว่า 40 ครั้ง แต่ยังคงได้เงินเดือนเท่ากับ ครูที่มาทำงานแต่เช้า และกลุ่มคนได้เงินเดือนเดือนสูง ๆ ล้วนแต่เป็นคนสนิทกับผู้บังคับบัญชา ดังนั้นเพื่อให้การ สร้างขวัญและกำลังใจในการพัฒนางานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา การประเมินผลการ ปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาต้องมีความโปร่งใสและตรวจสอบได้ จากรูปธรรมไปสู่ นามธรรม ทำให้เกิดคุณธรรม จริยธรรม ในการบริหารการศึกษาซึ่งสอดคล้องกับหลักธรรมาภิบาลในภาครัฐ 6 ประการ ได้แก่ 1) หลักนิติธรรม 2) หลักคุณธรรม 3) หลักความโปร่งใส 4) หลักความมีส่วนร่วม 5) หลักความ รับผิดชอบ และ 6) หลักความคุ้มค่า [5]

ระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนระบบงานการขอเลื่อนประเมินเงินเดือนของข้าราชการครูและบุคลากรทางการ ศึกษา มีรูปแบบการนำเสนองานหรือข้อมูลผ่านระบบออนไลน์หรือการใช้แพลตฟอร์มดิจิทัล (Digital Platforms) เป็นวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการเพิ่มศักยภาพและแก้ไขปัญหาในระบบการบริหารจัดการให้ทันตามสถานการณ์ และสอดคล้องการประเมินต่าง ๆ ในยุคปัจจุบัน โดยมีเป้าหมายหลักในการพัฒนาระบบผลการปฏิบัติงานเพื่อ ประกอบการขอเลื่อนประเมินเงินเดือนที่มีลักษณะเป็นการนำเสนอผลการปฏิบัติงานในรูปแบบจำลองระบบ เครือข่ายโดยใช้ซอฟต์แวร์ รวบรวมผลงานและกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษาผ่านการนำเสนอ ออนไลน์ด้วยตนเอง การออกแบบและพัฒนาจะนำเสนอนวัตกรรมทางการบริหารการศึกษาโดยมีมิติที่ ประกอบด้วย 1) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ 2) ระบบสนับสนุนข้อมูลการปฏิบัติงาน ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ ผลการจัดการ เรียนรู้ ผลงานทางวิชาการ การพัฒนาทางวิชาชีพ ตลอดจนการบริการวิชาการ 3) ฐานข้อมูลส่วนบุคคล 4) กระดานข่าวอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และ 5) การเชื่อมโยงกับเครือข่ายการเรียนรู้ การบริหารจัดการที่จะนำระบบไอซีทีที่เหมาะสมมาใช้งานจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ การประยุกต์ใช้ไอซีทีที่ดีต้องมีการ วางแผนการบริหารจัดการ รวมถึงการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ ในการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ เพื่อให้บรรลุตาม วัตถุประสงค์มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและเติบโตอย่างยั่งยืนต่อไป [6]

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุน การประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยใช้เทคโนโลยีเป็นฐานเป็นการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) ประชากร

ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสาคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการภายใต้กรอบแนวคิดกระบวนการพัฒนาฐานข้อมูลตามรูปแบบวงจรการพัฒนาระบบฐานข้อมูล (Database Life Cycle : DBLC) โดยมีขั้นตอนพื้นฐานสำคัญประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1) กระบวนวิเคราะห์ระบบ 2) การออกแบบระบบ 3) การดำเนินการระบบ 4) การติดตั้งระบบ ซึ่งทั้งหมดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการข้อมูลที่มีอยู่ผ่านระบบไอซีที ก่อให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบไอซีทีและนวัตกรรมเพื่อการบริหารการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบดังกล่าวจะเป็นเครื่องมือต้นแบบสำหรับการทดลองใช้เพื่อสนับสนุนกระบวนการขอเลื่อนประเมินเงินเดือนของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาตามหลักเกณฑ์ที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดไว้ ทั้งยังเป็นต้นแบบในการประเมินผลการดำเนินงานต่าง ๆ ผ่านระบบไอซีที ซึ่งจะนำไปสู่การบริหารองค์กรให้เป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างสมบูรณ์ในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ความต้องการใช้ระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
2. เพื่อสร้าง ประเมิน และเปรียบเทียบระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
3. เพื่อนำเสนอระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (R&D) โดยจะเป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive Research) เพื่ออธิบายความหมายของการออกแบบและพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 : การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้

วัตถุประสงค์ ขั้นตอนนี้จะเป็นการศึกษาเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดของการวิจัย (Conceptual Framework) โดยการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและหลักการทั่วไป ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบไอซีทีเพื่อการจัดการเพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบซึ่งมีขั้นตอนย่อยดังนี้ ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร หลักและเกณฑ์ในการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (Documentation Method) ขั้นที่ 2 รวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาโดยการสัมภาษณ์ (Interview Method) จากการเลือกแบบเจาะจง ขั้นที่ 3 รวบรวมความคิดเห็นของผู้รับผิดชอบและมีส่วนเกี่ยวข้องกับงานด้านการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาโดยใช้แบบสอบถาม จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง และ ขั้นที่ 4 รวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษา โดยใช้การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) จากการเลือกผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจง

จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากขั้นที่ 1 ถึง 4 มาวิเคราะห์และสังเคราะห์สรุปเป็นภาพรวมของการพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาที่พึงประสงค์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในขั้นตอนนี้จะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอาศัยความสะดวก (Convenience Sampling) ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informants) โดยแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการประเมินผลการปฏิบัติงาน จำนวน 5 คน กลุ่มที่ 2 ผู้รับผิดชอบและมีส่วนเกี่ยวข้องกับงานด้านการประเมินผล จำนวน 15 คน และกลุ่มที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 5 คนเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มที่ 1 และ 3 เป็นแบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง กลุ่มที่ 2 เป็นแบบสอบถามที่ประกอบด้วยข้อคำถามแบบตรวจสอบรายการและแบบเติมข้อความ

การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามจะเสนอร่างให้กับอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเพื่อแก้ไขปรับปรุงและเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาตลอดจนความเหมาะสมของภาษาและการใช้ถ้อยคำแล้วนำไปทดลองใช้ (Try Out) จากนั้นนำมาทดสอบหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร Cronbach's Alpha Coefficient ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามของกลุ่มที่ 2 เท่ากับ .957

การวิเคราะห์ข้อมูล กลุ่มที่ 1 โดยการนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปรูปแบบระบบที่พัฒนาขึ้น กลุ่มที่ 2 ส่วนที่ 1 : ข้อมูลที่เป็นสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์โดยการแจกแจงจำนวนและค่าร้อยละ ส่วนที่ 2 : ข้อมูลที่เกี่ยวกับการใช้ระบบวิเคราะห์โดยการแจกแจงจำนวนและค่าร้อยละ ส่วนที่ 3 : แนวทางการพัฒนาระบบวิเคราะห์โดยการแจกแจงจำนวนและค่าร้อยละ และส่วนที่ 4 : ปัญหาความต้องการ แนวทาง และข้อเสนอแนะวิเคราะห์โดยหาข้อสรุป กลุ่มที่ 3 นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปทั้งด้านวิธีการ รูปแบบ และยุทธศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาเป็นระบบ

ขั้นตอนที่ 2 : การออกแบบและพัฒนาระบบ

วัตถุประสงค์ นำที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 โดยจะทำการสร้างแบบจำลองระบบไอซีทีในลักษณะฐานข้อมูลและเว็บไซต์ในรูปแบบของแพลตฟอร์มดิจิทัลกับการประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการ

วิธีดำเนินการวิจัย นำรูปแบบของระบบในขั้นตอนนี้ 1 มาออกแบบและสร้างแบบจำลองระบบเครือข่ายภายใต้กรอบแนวคิดในการทำวิจัย โดยการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาระบบ ได้แก่ LMS Module โดยใช้กระบวนการพัฒนาระบบฐานข้อมูลแบบ DBLC

ขั้นตอนนี้จะทำการสร้างเว็บไซต์และระบบฐานข้อมูลจากฟังก์ชันอิเล็กทรอนิกส์ที่สังเคราะห์ได้จากขั้นตอนที่ 1 และทำการเชื่อมโยงกับระบบเครือข่ายที่เกี่ยวข้องรวมถึงการทดสอบใช้งานในเบื้องต้นตามรูปแบบที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 3 : การทดสอบการใช้งานและประเมินผล

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบการใช้งานระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน รวมถึงการพัฒนาระบบให้สอดคล้องกับรูปแบบของระบบที่ได้ในขั้นตอนที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ ขั้นที่ 1 การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการการใช้งานระบบโดยการนำผู้ประเมิน ผู้รับการประเมิน และเจ้าหน้าที่ด้านการประเมินผลมาแนะนำและทดสอบการใช้ระบบ ขั้นที่ 2 การทดสอบใช้งานโดยมีกลุ่มผู้ใช้งาน ได้แก่ ผู้ประเมิน ผู้รับการประเมิน และเจ้าหน้าที่ด้านการประเมินผล โดยการประชุมร่วมกันในหน่วยงาน (Workshop Facilitation) ขั้นที่ 3 การประเมินผลการใช้ระบบโดยใช้การ

สอบถามและการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) และขั้นที่ 4 การสรุปรูปแบบของระบบที่เหมาะสมและใช้งานได้จริง

การวิจัยในขั้นตอนนี้จะเป็นการประยุกต์ใช้กระบวนการในขั้นตอนที่ 1 และ 2 โดยทำการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของการใช้ระบบ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในขั้นตอนนี้ใช้เกณฑ์การสุ่มเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1 ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ผู้บริหารที่ประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา จำนวน 5 คน กลุ่มที่ 2 ผู้รับการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา จำนวน 15 คน และกลุ่มที่ 3 ผู้รับผิดชอบและมีส่วนเกี่ยวข้องกับงานด้านการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา จำนวน 5 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือที่ใช้จะเป็นการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างและแบบสอบถามรวมถึงการสังเกตแบบมีส่วนร่วม โดยสามารถแบ่งเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามกลุ่มตัวอย่างดังนี้ กลุ่มที่ 1 จะเป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการและแบบสัมภาษณ์ และ กลุ่มที่ 2 จะเป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการ ใช้แบบสอบถามที่ประกอบด้วยข้อคำถามแบบตรวจสอบรายการ แบบเติมข้อความ และแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยแบบสอบถามมี 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 : ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 : ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานระบบ ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ และส่วนที่ 3 : ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาระบบ

การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามจะนำมาทดสอบหาค่าความเที่ยงของแบบสอบถามโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาชเช่นเดียวกับการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามของกลุ่มที่ 2 เท่ากับ .948 ส่วนแบบสังเกตได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .926

การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของการใช้ระบบและนำเสนอรายงานทางสถิติ โดยที่ กลุ่มที่ 1 นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาระบบ ตลอดจนการแนะนำการใช้งานที่ถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนด กลุ่มที่ 1 ส่วนที่ 1 : วิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ ส่วนที่ 2 : วิเคราะห์โดยการคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนที่ 3 : ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาระบบวิเคราะห์โดยการหาข้อสรุป

โดยค่าเฉลี่ยที่ได้จากข้อมูลแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่าจากการวิเคราะห์ข้อมูลในกลุ่มที่ 1 นำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์สำหรับแปลความหมายค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ในการสรุปผลได้ดังนี้ 4.21 – 5.00 หมายถึง ประสิทธิภาพและความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด 3.41 – 4.20 หมายถึง ประสิทธิภาพและความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก 2.61 – 3.40 หมายถึง ประสิทธิภาพและความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง 1.81 – 2.60 หมายถึง ประสิทธิภาพและความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย และ 1.00 – 1.80 หมายถึง ประสิทธิภาพและความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด โดยที่ช่วงความกว้างของอันตรภาคชั้นกำหนดได้จากสูตร = $(5-1)/5 = 0.8$

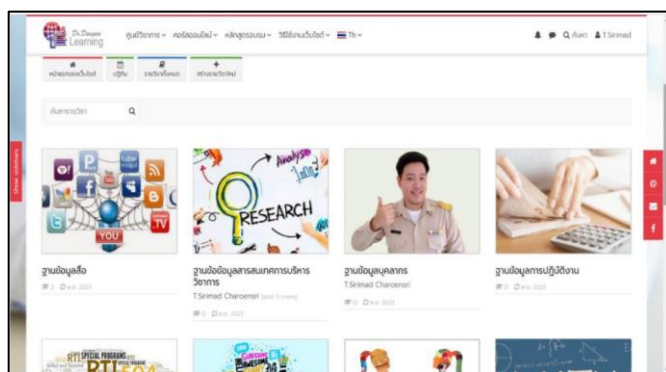
ขั้นตอนที่ 4 : การปรับปรุงสมรรถนะของระบบ

วัตถุประสงค์ ขั้นตอนนี้เพื่อพิจารณาผลการทดสอบการใช้งานจริงและการปรับปรุงที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 โดยจะวิจัยเพื่อปรับปรุงสมรรถนะของระบบเพื่อให้ได้ฟังก์ชันที่สามารถนำมาใช้ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยคำนึงถึงผู้ใช้ระบบเป็นสำคัญ ส่วนเกณฑ์ในการเลือกผู้เชี่ยวชาญจะใช้เกณฑ์เดียวกันกับการเลือกผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย การวิจัยในขั้นตอนนี้จะนำผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 3 มาทำการปรับปรุงสมรรถนะของระบบ ซึ่งดำเนินการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างโดยใช้วิธีสัมภาษณ์แบบเจาะจง (Focused Interview)

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษาตรวจสอบยืนยัน (Confirmatory) จำนวน 10 คน เพื่อให้เห็นความเห็นและให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นนำผลการตรวจสอบไปปรับปรุงระบบและจัดทำรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ตัวอย่างระบบที่พัฒนาขึ้นแสดงดังภาพที่ 1 ประกอบด้วย (1) หน้าหลัก (2) ตัวอย่างฐานข้อมูลส่วนตัวรายบุคคล (3) ตัวอย่างฐานข้อมูลตามหลักเกณฑ์ของแต่ละองค์ประกอบ



(1) หน้าหลัก



(2) ตัวอย่างฐานข้อมูลส่วนตัวรายบุคคล



(3) ตัวอย่างฐานข้อมูลตามหลักเกณฑ์ของแต่ละองค์ประกอบ

ภาพที่ 1 ตัวอย่างรูปแบบระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน” มีผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยภาพรวมตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความต้องการใช้ระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระบบไอซีทีเพื่อ

สนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาที่สอดคล้องตามเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาตามที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดไว้การออกแบบและพัฒนาตามวิธีการที่ได้นำเสนอสามารถนำมาใช้งานได้จริง และสามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำระบบไอซีทีไปช่วยสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการออกแบบและพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานปรากฏผลดังนี้

1) ผลการออกแบบและสร้างระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้ใช้ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างในประเด็นสำคัญ ได้แก่ (1) ต้องเป็นระบบที่ใช้สนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานที่กำหนดได้จริง (2) ระบบต้องสนับสนุนขั้นตอนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาโดยมีฟังก์ชันสนับสนุนที่ครบถ้วน (3) ระบบนี้ควรจัดส่วนปฏิบัติการที่สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ และ (4) ระบบต้องสามารถดำเนินการได้ตามหลักเกณฑ์และองค์ประกอบที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนด

2) แนวทางการพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานพบว่า ควรศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์ในการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จากนั้นควรเลือกวิธีการพัฒนาระบบตามรูปแบบมาตรฐาน DBLC มีกระบวนการวิจัยและพัฒนาระบบที่ถูกต้องเพื่อให้ได้มาซึ่งการบริหารจัดการฐานข้อมูลบุคลากรและข้อมูลผลการปฏิบัติงานเป็นระบบอย่างครบครัน

3) การออกแบบและพัฒนาระบบควรใช้วิธีการมาตรฐาน DBLC เพื่อให้มีประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ (1) การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis), (2) การออกแบบระบบ (System Design), (3) การดำเนินการระบบ (System Implementation), (4) การติดตั้งระบบ (System Installation), (5) การนำไปใช้และประเมินผล (System Operation and Evaluation) และ (6) การบำรุงรักษาและปรับปรุงระบบ (System Maintenance and Evolution)

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและทดลองใช้ระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานปรากฏผลดังนี้

ผลการทดสอบและทดลองใช้รูปแบบการบริหารระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ส่วนที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพรูปแบบการบริหารระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏผลดังตารางที่ 1 ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของระบบในภาพรวมโดยผู้เชี่ยวชาญ

ประสิทธิภาพการใช้ระบบในภาพรวม	\bar{X}	S.D.	ระดับ ประสิทธิภาพ
ด้านองค์ประกอบของแพลตฟอร์ม			
การบันทึก/แก้ไขข้อมูล	4.18	0.56	มากที่สุด
ตรงตามหลักเกณฑ์องค์ประกอบการประเมิน	4.30	0.65	มากที่สุด
การสืบค้นข้อมูล	3.94	0.54	มาก
การดาวน์โหลดเอกสาร	3.81	0.50	มาก
ภาพกิจกรรมต่าง ๆ	4.06	0.65	มาก
ด้านการออกแบบหน้าจอและเนื้อหา			
เนื้อหาและความสอดคล้อง	4.32	0.55	มากที่สุด
รูปแบบและขนาดตัวอักษร	4.04	0.55	มาก
สีตัวอักษรกับพื้นหลัง	3.78	0.65	มาก
หน้าจอและเนื้อหาโดยภาพรวม	4.41	0.50	มากที่สุด
กระบวนการออกแบบโดยภาพรวม	4.19	0.50	มาก
ด้านการใช้งาน			
การออกรายงาน	3.88	0.52	มาก
การติดต่อกับผู้เข้าร่วมถึงผู้ดูแลระบบ	4.25	0.60	มาก
ระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล	4.12	0.55	มาก
คู่มือการใช้งาน	4.05	0.55	มาก
วิธีการนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์	4.22	0.65	มากที่สุด
รวม	4.10	0.57	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของระบบในภาพรวมโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า ประสิทธิภาพการใช้ระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมากทุกด้าน ($\bar{X}=4.10$, S.D.=0.57) เมื่อพิจารณารายด้านโดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย 3 ลำดับ คือ 1) ด้านการออกแบบหน้าจอและเนื้อหา(หน้าจอและเนื้อหาโดยภาพรวม) 2) ด้านองค์ประกอบของแพลตฟอร์ม (ตรงตามหลักเกณฑ์องค์ประกอบการประเมิน) และ 3) ด้านการใช้งาน (การติดต่อกับผู้เข้าร่วมถึงผู้ดูแลระบบ) ตามลำดับ

ส่วนตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของการใช้ระบบโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่าความพึงพอใจของการใช้ระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.08$, S.D.=0.63) เมื่อพิจารณารายด้าน ความพึงพอใจของการใช้ระบบอยู่ในระดับมากที่สุด 3 รายการ โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย 3 ลำดับ คือ 1) การตอบสนองต่องานบริหารการศึกษา 2) ข้อมูลสารสนเทศตรงตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด และ 3) การสร้างความโปร่งใสแก่การประเมินตามลำดับ

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของการใช้ระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ความพึงพอใจในการใช้ระบบ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
การตอบสนองต่องานบริหารการศึกษา	4.55	0.55	มากที่สุด
ความครบถ้วนเพียงพอของข้อมูล	4.18	0.77	มาก
ข้อมูลสารสนเทศตรงตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด	4.42	0.55	มากที่สุด
ความเป็นปัจจุบันของข้อมูล	4.07	0.65	มาก
ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูล	3.56	0.61	ปานกลาง
การเปลี่ยนแปลงข้อมูลสามารถทำได้ง่าย	4.06	0.72	มาก
สะดวกต่อการค้นหาข้อมูล	4.19	0.50	มาก
สะดวกต่อการเข้าใช้งาน	4.06	0.72	มาก
การให้บริการข้อมูลที่สะดวกและรวดเร็ว	4.05	0.55	มาก
ขั้นตอนการใช้งานชัดเจนเข้าใจง่าย	3.84	0.65	มาก
คู่มือและระเบียบปฏิบัติชัดเจน	4.05	0.55	มาก
การออกรายงานที่เหมาะสม	3.81	0.78	มาก
การสร้างความปลอดภัยแก่การประเมิน	4.24	0.67	มากที่สุด
ระบบความปลอดภัยของข้อมูลที่เหมาะสม	4.02	0.55	มาก
รวม	4.08	0.63	มาก

ส่วนที่ 2 ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบการบริหารระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 5 ประเด็น ปรากฏผลดังนี้

1) โครงสร้างการทำงานของระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่าระบบไอซีทีนี้เป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับการนำมาสนับสนุนการบริหารการศึกษาสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาโดยมีโครงสร้างที่เหมาะสมตรงตามหลักเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาตามที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดหลักเกณฑ์ไว้ได้เป็นอย่างดี

2) รูปแบบของการพัฒนาและการบริการข้อมูลของระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน รูปแบบของการบริหารและการบริการข้อมูลเป็นลักษณะของกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาและการประยุกต์ใช้ในการสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่มีประสิทธิภาพ

3) การตอบสนองต่อระบบและความเหมาะสมของฟังก์ชันอิเล็กทรอนิกส์ภายในระบบพบว่า ฟังก์ชันอิเล็กทรอนิกส์ภายในระบบมีความครบถ้วนและสามารถพัฒนาฟังก์ชันเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนรูปแบบการบริหารจัดการรวมถึงการดำเนินการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาในอนาคตได้

4) การจัดระดับการใช้งานฐานข้อมูลและการควบคุมดูแลระบบพบว่า การจัดระดับการใช้งานฐานข้อมูลและการควบคุมดูแลระบบมีความปลอดภัย โดยมีการจัดระบบการใช้งานเพื่อให้สามารถสนับสนุนฟังก์ชันการทำงานอย่างเป็นระบบ

5) ประสิทธิภาพและความคิดเห็นต่อระบบโดยภาพรวมพบว่า ประสิทธิภาพโดยภาพรวมของระบบที่พัฒนาขึ้นทั้งจากการวิเคราะห์ทางสถิติและการสังเกตสามารถให้ข้อสรุปได้ว่า รูปแบบการบริหารระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นการวิจัยและพัฒนาาระบบไอซีทีเพื่อพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา การออกแบบระบบบริหารการจัดการและการประยุกต์ใช้ในรูปแบบของแพลตฟอร์มดิจิทัลที่สามารถนำไปใช้สนับสนุนการบริหารจัดการและการบริการการศึกษาได้จริง

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถจับประเด็นมาอภิปรายผลการวิจัยโดยมีส่วนสำคัญที่ควรนำมาอภิปรายดังต่อไปนี้

1) การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้มีความต้องการใช้ระบบไอซีทีเพื่อการจัดเก็บ รวบรวม และประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ โดยการแปลงรูปแบบการบริหารจัดการให้เป็นฟังก์ชันอิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาโดยต้องคำนึงถึงรูปแบบการใช้งาน มาตรฐานและตัวบ่งชี้หลักเกณฑ์การประเมินตามที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดไว้ รวมถึงเอกสารที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาที่มีความสะดวก รวดเร็ว และถูกต้อง ซึ่งส่งผลให้เกิดการพัฒนาคุณภาพการบริหารการศึกษาได้ในอนาคต สอดคล้องกับงานวิจัยและคำกล่าวของสุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล และคณะ [7] และพงษ์ศักดิ์ ผกามาต [8] ที่ระบุว่า การพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อการศึกษาที่ดีต้องเกิดจากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้เป็นหลัก อีกทั้งควรมีฟังก์ชันอิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมกับรูปแบบการดำเนินงานปกติขององค์กรทางการศึกษาให้ครบทุกมิติอีกด้วย

2) การออกแบบและพัฒนาระบบ จากการใช้กระบวนการออกแบบและพัฒนาระบบไอซีทีด้วยวิธีการ DBLC สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาระบบไอซีทีนี้ให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ซึ่งพิจารณาได้จากผลการทดสอบการใช้งานและประเมินผลในขั้นตอนที่ 3 ที่พบว่าประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ดังนั้นการเลือกใช้รูปแบบวิธีการพัฒนาที่เหมาะสมสามารถสร้างระบบไอซีทีที่มีคุณภาพได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพงษ์ศักดิ์ ผกามาต และคณะ [6] พงษ์ศักดิ์ ผกามาต และคณะ [9] Xin et al. [10] และชนิดาภา บุญประสม และสรเดช ครุฑจ้อน [11] ที่พบว่า การออกแบบแอปพลิเคชันต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้เป็นสำคัญจึงจะสามารถนำระบบไปใช้งานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

3) การทดสอบการใช้งานและประเมินผล จากผลการศึกษาวิเคราะห์การพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่าระบบไอซีทีมีส่วนช่วยให้การประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษามีประสิทธิภาพ สามารถเป็นต้นแบบ (Prototyping) ของการประยุกต์ใช้สำหรับการรองรับรูปแบบการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาในปัจจุบันได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sedkaoui และ Khelfaoui [12] และคำกล่าวของ Laudon และ Laudon [13] ที่ระบุว่า การทดสอบการใช้งานและการประเมินผลระบบไอซีทีใด ๆ เป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาระบบเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานใน

องค์กรได้เป็นอย่างดี อีกทั้งสามารถนำมาใช้เป็นต้นแบบสำหรับการบริหารจัดการข้อมูลไอซีทีให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4) การปรับปรุงสมรรถนะของระบบ ควรมีการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การประเมินผล การปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทั้งนี้เพื่อให้ได้รูปแบบของระบบเครือข่ายที่มีมาตรฐานมากขึ้นในการพัฒนาระบบไอซีทีให้ตอบสนองต่อการใช้งานทุกฟังก์ชันเพื่อสร้างระบบประเมินผลการปฏิบัติงานที่ได้มาตรฐานสากล ผู้ออกแบบและดูแลระบบต้องเข้าใจการทำงานของระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เป็นอย่างดี ทั้งนี้เพื่อให้การพัฒนาระบบไอซีทีที่สอดคล้องกับแนวทางการประเมินผลของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มากที่สุด มีข้อมูลไอซีทีที่เพียงพอ มีรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลระบบไอซีทีที่เป็นมาตรฐาน มีการบริการและเผยแพร่ข้อมูลไอซีที การนำระบบไอซีทีไปใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด และรองรับการดำเนินงานประเมินผลการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Al-Busaidi [14] และ Natarajan et al. [15] ที่ได้ระบุถึงการปรับปรุงสมรรถนะของระบบไอซีทีเพื่อการศึกษาจะต้องคำนึงถึงมาตรฐานการทำงาน การตอบสนองต่อผู้ใช้ และการพัฒนาให้เป็นระบบที่เหมาะสมในอนาคตด้วย

ดังนั้นสามารถสรุปในภาพรวมจากการศึกษาวิจัยได้ว่า การพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามรูปแบบวิธีการวิจัยที่ได้นำเสนอมานี้สามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำระบบนี้ไปใช้งานได้จริงในการสนับสนุนการบริหารจัดการการศึกษา โดยสามารถปรับขอบข่ายของข้อมูลเนื้อหาให้เหมาะสมกับกับบริบทขององค์กร ก่อให้เกิดทางเลือกของนวัตกรรมการบริหารจัดการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ต่อการบริหารการศึกษาในปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นต่อไป

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถนำมาสรุปผลการวิจัยในประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

1. สรุปผล

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบไอซีทีเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ 2) การออกแบบและพัฒนาระบบ 3) การทดสอบการใช้งานและประเมินผล และ 4) การปรับปรุงสมรรถนะของระบบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงให้เห็นว่ากระบวนการวิจัยตามขั้นตอนที่กำหนดสามารถสร้างรูปแบบการบริหารจัดการศึกษาเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยได้ระบบที่เป็นแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการนำมาใช้ในการบริหารจัดการด้านบุคลากร และการบริหารจัดการข้อมูล ฟังก์ชันอิเล็กทรอนิกส์ที่กำหนดสามารถตอบสนองต่อความต้องการในการใช้งานทุกฟังก์ชันและผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการออกแบบและการใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับมาก นั่นคือจากกระบวนการวิจัยและพัฒนาที่กล่าวมาสามารถยืนยันถึงคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบไอซีทีที่เป็นระบบเพื่อสนับสนุนการประเมินผลการปฏิบัติงานของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้จริง

2. ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์และพัฒนาประกอบด้วย

(1) การพัฒนาระบบไอซีทีให้ตอบสนองรองรับรูปแบบการประเมินผลการปฏิบัติงานของบุคลากรหรือการประเมินรูปแบบต่าง ๆ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต เพื่อเป็นระบบที่ทันสมัย ง่ายต่อการเข้าถึง มีการจัดเก็บฐานข้อมูลอย่างเป็นระบบ และการกำกับดูแลให้ระบบมีเสถียรภาพอย่างยั่งยืน

(2) การทดสอบสมรรถนะของระบบ ควรดำเนินการโดยมีการวางแผนงานทดสอบเป็นระยะ ๆ เพื่อให้ระบบนี้สามารถตอบสนองต่อการจัดการการศึกษาทุกฟังก์ชันซึ่งต้องมีการปรับปรุงคุณภาพการทำงานในระยะถัดไป

(3) การพัฒนาระบบไอซีทีให้มีสมรรถนะที่ดีขึ้นในส่วนของ การติดต่อกับผู้ใช้ และการปรับปรุงแก้ไขฐานข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน ควรมีการแต่งตั้งผู้รับผิดชอบทางด้านระบบไอซีทีที่ชัดเจน และสามารถตรวจสอบผลการดำเนินงานได้ในทางปฏิบัติตามความเหมาะสมของบริบทแต่ละองค์กร

2) ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปประกอบด้วย

(1) ควรทำการวิจัยและพัฒนาระบบไอซีทีในรูปแบบใหม่ที่ให้มีการดำเนินกิจกรรมบนระบบเครือข่ายแบบผสมผสาน (Hybrid System) ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่ถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยจุดประสงค์ที่ต้องการให้สามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการโดยใช้ Framework (ชุดคำสั่ง) เข้าช่วย และการสร้างระบบไอซีทีที่สามารถรองรับระบบฐานข้อมูลชนิดอื่นหรือการพัฒนาไปสู่การศึกษาไร้สาย (Mobile Education) ครบวงจร

(2) ควรทำการวิจัยเพื่อสร้างระบบการใช้งานที่ทุกภาคส่วนขององค์กรทางการศึกษามีส่วนร่วมในการเข้าถึง เช่น ระบบไอซีทีเพื่อการตัดสินใจของผู้บริหารระดับสูง (Executive Decision Support ICT System) รวมไปถึงระบบไอซีทีเพื่อการบริหารการศึกษาเชิงบูรณาการ (ICT System for Integrated Educational Management) เป็นต้น

(3) ควรดำเนินการวิจัยโดยพัฒนาเป็นสมาร์ตแอปพลิเคชัน (Smart Application) สำหรับการบริหารจัดการสถานศึกษาเพื่อให้เกิดองค์กรแห่งนวัตกรรมทางการศึกษาที่มีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยและตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2562 ฉบับที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์รับสงวนสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- [2] ภาสกร เรืองรอง,ประหยัด จิระวงษ์, และชไมพร ศรีสุราช. (2557). เทคโนโลยีการศึกษากับครูไทยในศตวรรษที่ 21. วารสารปัญญาภิวัตน์. 5(2), 195.
- [3] กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). แผนพัฒนาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ (ฉบับที่ 12). สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2564. จาก <http://www.reo2.moe.go.th/home/index.php/login/2018-10-30-03-59-47/504-2560-2580>
- [4] ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2553). การเรียนรู้ในยุคสมัยหน้า: ตอนรูปแบบและทฤษฎี การเรียนรู้อนาคต. สืบค้นเมื่อ 24 สิงหาคม 2562. จาก <http://thanompo.edu.cmu.ac.th>
- [5] ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการสร้างระบบบริหารกิจการบ้านเมืองและสังคมที่ดี พ.ศ. 2542. (2542, 10 สิงหาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 116 ตอนที่ 63 ก. หน้า 26.

- [6] พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ, ดรุณี ปัญจรัตน์กร, และอุษา งามมีศรี. (2563). *แนวทางการบริหารงานระบบไอซีทีเพื่อพัฒนาวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนในสถาบันอุดมศึกษา*. นครปฐม: วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.
- [7] สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ดรุณี ปัญจรัตน์กร, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ. (2563). การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนการศึกษาทางเลือกสำหรับการศึกษาระดับมัธยมศึกษา. ใน *การประชุมสถาบันพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา (สคบศ. วิชาการ) ครั้งที่ 1*. หน้า 55-56. 3 สิงหาคม 2563.
- [8] พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ. (2553). *ระบบไอซีทีและการจัดการยุคใหม่*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ Witty.
- [9] พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ, ดรุณี ปัญจรัตน์กร, สำเร็จ อ่อนสัมพันธ์, สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ฤทธิเดช พรหมดี, และวิรัช เจริญเชื้อ. (2564). การพัฒนาโมดูลการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับระบบไอซีทีและนวัตกรรมเพื่อการบริหารการศึกษา. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติพะเยาวิจัย ครั้งที่ 10*. 25-28 มกราคม 2564. หน้า 3529-3544. พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา.
- [10] Xin, Y., Zuo, X., and Huang, Q. (2018). Research on the Construction of Seamless Learning Platform Based on Open Education. *Asian Association of Open Universities Journal*. 13(1): 88-99.
- [11] ชนิตดาภา บุญประสม, และสรเดช ครุฑจ้อน. (2561). การวิเคราะห์ระบบบริหารการจัดการเรียนรู้บนเทคโนโลยีคลาวด์ในรูปแบบการให้บริการซอฟต์แวร์. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้และสิ่งประดิษฐ์ ครั้งที่ 2*. ประจำปี พ.ศ. 2561. หน้า 273-284.
- [12] Sedkaoui, S., and Khelifaoui, M. (2019). Understand, Develop and Enhance the Learning Process with Big Data. *Information Discovery and Delivery*. 47(1), 2-16.
- [13] Kenneth C. Laudon, and Jane P. Laudon. (2018). *Management Information Systems*. 14th Edition. New York: Pearson Education Indochina.
- [14] Al-Busaidi, K.A. (2020). Fostering the Development of Oman's Knowledge Economy Pillars through ICT", *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*. 50(4), 691-714.
- [15] Natarajan, U., Lim, K.Y.T., and Laxman, K. (2021). A National Vision for Information and Communication Technologies in Education: Reflections on Singapore's ICT Technologies Masterplans. *International Journal of Educational Management*. 35(5), 943-954.

**RANC15-052 การพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐาน
ออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
THE DEVELOPMENT OF LEARNING MANAGEMENT PLATFORM IN ONLINE
FUNDAMENTAL ENGLISH USING COLLABORATIVE LEARNING TECHNIQUES
FOR GRADE 11th STUDENTS**

**นพรัตน์ ยุคเกษมวงศ์^{1*} พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ²
Nopparat Yukkasemwong^{1*}, Phongsak Phakamach²**

สาขาวิชานวัตกรรมการบริหารการศึกษา วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
Educational Administration Innovation Department, College of Innovation Management, Rajamangala
University of Technology Rattanakosin.

*Corresponding author, E-mail: nopparat.y@psc.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ 1) เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 3) เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของแพลตฟอร์ม 4) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแพลตฟอร์ม และ 5) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแพลตฟอร์ม กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย กำหนดขนาดจากการสุ่มแบบกลุ่มโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 63 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มโดยผู้เชี่ยวชาญ และ 4) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อแพลตฟอร์ม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.44/87.74 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .8323 นักเรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์ดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากและมีความคิดเห็นเกี่ยวกับแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นว่าสามารถนำไปใช้ได้จริงและก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำสำคัญ: แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ ภาษาอังกฤษพื้นฐาน เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

Abstract

The objectives of this research were: 1) to develop learning management platform in online fundamental English using collaborative learning techniques for grade 11th students; 2) to assess the effectiveness of the learning management platform according to the 80/80 benchmark standard; 3) to evaluate the effectiveness index of the learning management platform; 4) to compare the students' achievement before and after the use of the learning management platform; and 5) to study experts' opinions on the learning management platform. Sixty-three of grade 11th students, Princess Sirindhorn College, were selected through cluster random sampling. The research instruments and tools included: 1) the learning management platform in online fundamental English using collaborative learning techniques; 2) an achievement test; 3) a quality assessment form of the learning management platform for the experts; and 4) an opinion questionnaire of the learning management platform for the students. The collected data were analyzed through a statistical software and reported in percentage, mean, standard deviation and t-test values. The results were as follows: a developed learning management platform in online fundamental English using collaborative learning techniques was in line with the 80/80 benchmark standard at 80.44/87.74 and its effectiveness index was .8323(83.23%). The students' achievement score of the pretest was significantly higher than that of the posttest with a significance level of .05. The results of a quality assessment of the learning management platform by the experts were at a high level and the developed learning management platform could be used practically. It brought about effective learning in online fundamental English for grade 11th students.

Keywords: Learning Management Platform, Fundamental English, Collaborative Learning Techniques.

บทนำ

แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2560-2579) ได้วางเป้าหมายการจัดการศึกษาไว้ 2 ด้าน เพื่อให้บรรลุวิสัยทัศน์และจุดมุ่งหมายในการจัดการศึกษาคือ เป้าหมายด้านผู้เรียนและเป้าหมายของการจัดการศึกษา โดยเป้าหมายด้านผู้เรียนนั้นจะมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs) ประกอบด้วย ทักษะและคุณลักษณะต่อไปนี้ 3Rs ได้แก่ การอ่านออก (Reading) การเขียนได้ (Writing) และการคิดเลขเป็น (Arithmetic) 8Cs ได้แก่ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ และความมีเมตตา กรุณา มีวินัย คุณธรรม จริยธรรม [1] หนึ่ง ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ วันที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2564 ได้ระบุเรื่องนโยบายการจัดการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564-2565 ไว้ด้วยดังนี้ 1) การปรับปรุงหลักสูตรและกระบวนกรเรียนรู้ให้ทันสมัย และทันการเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกระดับการศึกษาให้มีความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่เหมาะสมกับบริบทสังคมไทย 2) การพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพครูและอาจารย์ ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและอาชีวศึกษาให้มีสมรรถนะทางภาษาและดิจิทัล เพื่อให้ครูและอาจารย์ได้รับการพัฒนาให้มีสมรรถนะ ทั้งด้านการจัดการเรียนรู้ด้วยภาษาและดิจิทัล สามารถปรับวิธีการเรียนการสอนและการใช้สื่อทันสมัย และมีความรับผิดชอบต่อผลลัพธ์ทางการศึกษาที่เกิดกับผู้เรียน

3) การปฏิรูปการเรียนรู้ด้วยดิจิทัลผ่านแพลตฟอร์มการเรียนรู้ด้วยดิจิทัลแห่งชาติ (NDLP) และการส่งเสริมการฝึกทักษะดิจิทัลในชีวิตประจำวัน เพื่อให้มีหน่วยงานรับผิดชอบพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ด้วยดิจิทัลแห่งชาติที่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ทันสมัย และเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวางผ่านระบบออนไลน์ และการนำฐานข้อมูลกลางทางการศึกษามาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาประสิทธิภาพการบริหารและการจัดการศึกษา [2]

จากรายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (SAR : Self-Assessment Report) ประจำปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย จังหวัดนครปฐม พบว่าผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) สูงกว่าระดับประเทศทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง นักเรียนโรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัยมีค่าเฉลี่ยผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) อยู่ที่ 37.44 สูงกว่าระดับประเทศ (29.20) ระดับสังกัด สพฐ. (28.97) และระดับจังหวัด (33.92) อย่างไรก็ตาม ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐานเฉพาะวิชาภาษาอังกฤษ ประจำปีการศึกษา 2560-2562 กลับพบว่ามีแนวโน้มลดลง กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 37.36 ในปีการศึกษา 2560 ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 41.88 ในปีการศึกษา 2561 และค่าเฉลี่ยลดลงเป็น 37.44 ในปีการศึกษา 2563 [3] โดยสาเหตุหลักคือ นักเรียนขาดทักษะการวิเคราะห์ข้อสอบมาตรฐานระดับชาติอันเป็นผลมาจากบรรยากาศการเรียนรู้ในวิชาภาษาอังกฤษยังขาดการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งการเรียนรู้ร่วมกันเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 บางประการ เช่น ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม ภาวะผู้นำ ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ เป็นต้น ผู้วิจัยพบว่านักเรียนขาดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน การฝึกฝน และการพัฒนาตนเองในวิชาภาษาอังกฤษ กล่าวคือ นักเรียนมีความกลัว กังวลใจ รู้สึกไม่มั่นใจในการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน เช่น การตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็น และการนำเสนอผลงาน เป็นต้น โดยเฉพาะการทำภาระงานรายบุคคล นักเรียนกลุ่มดังกล่าวจะไม่พยายามแก้ปัญหา หรือชวนช่วยหาหนทางเพื่อทำภาระงานให้สำเร็จด้วยตนเอง บางครั้งอาจคัดลอกจากเพื่อนร่วมชั้นเรียน เพิกเฉยต่อวันกำหนดส่งและผลการประเมิน นอกจากนี้ กิจกรรมในชั้นเรียนก็ไม่สนับสนุนกระบวนการกลุ่ม การเรียนรู้ร่วมกัน การช่วยเหลือ การให้ความร่วมมือเท่าที่ควร ยังคงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นครูเป็นสำคัญ ครูเป็นผู้บรรยายเนื้อหาให้นักเรียนจดบันทึก (Chalk and Talk) ขาดสื่อการเรียนการสอนที่เปิดโลกทัศน์ กระตุ้นความสนใจและการเรียนรู้ของนักเรียน เนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ทันสมัย เชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ในโลกลงแห่งความจริง (Real World) ได้ค่อนข้างน้อย ดังนั้น การบริหารจัดการให้เกิดสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีลักษณะเป็นการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกันจึงมีความสำคัญ ผู้สอนสามารถออกแบบการเรียนรู้ที่ดีและเหมาะสมโดยจะต้องปรับเปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียน บริบทของชุมชน สังคม เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และต้องเน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเป็นทีม [4]

ประเทศไทยใช้กระบวนการเรียนการสอนภาษาอังกฤษในฐานะภาษาต่างประเทศ (English as a Foreign Language: EFL) ในสถานศึกษาระดับต่าง ๆ มาหลายทศวรรษแล้ว แต่ผลการเรียนรู้ (Learning Outcomes) ของผู้เรียนส่วนใหญ่ยังไม่น่าพึงพอใจ กระทรวงศึกษาธิการจึงพิจารณาเห็นว่ากรอบอ้างอิงความสามารถทางภาษาของสหภาพยุโรป หรือ CEFR (Common European Framework of Reference for Languages) อาจช่วยให้การเรียนการสอนภาษาอังกฤษในประเทศไทยประสบความสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีนโยบายให้สถานศึกษาชั้นพื้นฐานดำเนินการเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมสำหรับก้าววัดและประเมินความรู้ความสามารถด้านภาษาอังกฤษจากเครื่องมือวัดและประเมินตามกรอบของ CEFR ในปีการศึกษา 2558 เป็นต้นมา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนภาษาอังกฤษตามกรอบ CEFR มุ่งจัดการเรียนการสอนโดยยึดหลัก แนวคิด และทฤษฎีพื้นฐาน 5 ประการ ได้แก่ 1) การสอนภาษาเพื่อการสื่อสาร 2) การเรียนการสอนที่เน้นรูปภาษาหรือ

โครงสร้างภาษาอังกฤษ 3) การเรียนการสอนที่ใช้โครงงานและวิจัยปฏิบัติการเป็นฐาน 4) การเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อให้บรรยากาศและกระบวนการเรียนรู้สอดคล้องกับชีวิตจริง และ 5) การสร้างเครือข่าย เป็นการเรียนการสอนภาษาอังกฤษที่มีการสร้างเครือข่ายกับชั้นเรียนอื่นทั้งในโรงเรียนเดียวกันและต่างโรงเรียนโดยมีการพัฒนาความร่วมมือระหว่างเครือข่ายในการทำโครงงานโครงการวิจัย หรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนภาษาอังกฤษ เพื่อการเตรียมนักเรียนสู่ชุมชนหรือโลกกว้างภายนอกโรงเรียน ดังนั้น การเรียนรู้ร่วมกันจึงเป็นวิธีการเรียนรู้ที่สอดคล้องและสนับสนุนรูปแบบการจัดการเรียนการสอนภาษาอังกฤษตามกรอบ CEFR ข้างต้น โดยเฉพาะการสอนภาษาเพื่อการสื่อสาร การเรียนการสอนที่ใช้โครงงานและวิจัยปฏิบัติการเป็นฐาน การเรียนรู้แบบร่วมมือ และการสร้างเครือข่าย [5]

การเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) เป็นวิธีการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสนับสนุนการคิดวิเคราะห์ เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มผู้เรียน มีการอภิปราย การวิจารณ์ การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สมาชิกภายในกลุ่มต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละบุคคลคือความสำเร็จของกลุ่มเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ได้วางไว้ การเรียนรู้ร่วมกันพัฒนาทักษะความสามารถในการทำงานของนักเรียนได้ดีและนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถจัดการเรียนรู้ได้ทั้งทางคอมพิวเตอร์แบบพกพาและการสื่อสารแบบไร้สาย รวมทั้งศึกษาผ่านทางเทคโนโลยีคลาวด์และสื่อสังคมออนไลน์ได้ ผู้สอนจำเป็นต้องพัฒนาบทเรียนที่ตอบสนองต่อการเรียนการสอนยุคใหม่ ต้องพัฒนาให้ออกมาในรูปแบบเอกสารดิจิทัลหรืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์อยู่ตลอดเวลา เพื่อการเข้าถึงสื่อและเทคโนโลยีที่ผู้เรียนใช้ ซึ่งเป็นช่องทางหนึ่งให้ผู้สอนจะเข้าถึงผู้เรียนได้ สามารถเข้าไปพูดคุย พบปะให้คำแนะนำ หรือทำหน้าที่ชี้แนะในสิ่งที่ถูกที่ควร [6]

นอกจากนี้ ในการเรียนรู้ร่วมกันยังมีการประยุกต์ใช้สื่อการสอนทางคอมพิวเตอร์และระบบออนไลน์ที่สามารถอธิบายเนื้อหา แสดงภาพประกอบ รวมถึงการเคลื่อนที่ของภาพหรือวิดีโอ ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจตามระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning Management System : LMS) สมัยใหม่ การมีระบบการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอนออนไลน์ยังสามารถทำให้ผู้เรียนเรียนได้อย่างอิสระ โดยให้ผลย้อนกลับอย่างอิสระและมีประสิทธิภาพ สามารถตอบสนองต่อผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนรู้ของตนเอง ประโยชน์ของระบบจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่เห็นได้ชัดเจนก็คือ สามารถช่วยเพิ่มแรงจูงใจแก่ผู้เรียนได้โดยการออกแบบโปรแกรมให้มีภาพและเสียง มัลติมีเดีย และสามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว [7-8] ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้สอนต้องเลือกเทคนิคการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนและผู้เรียนก็ต้องมีความพร้อมที่จะร่วมทำกิจกรรมและรับผิดชอบงานของกลุ่มร่วมกัน โดยกลุ่มจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อสมาชิกทุกคนได้เรียนรู้บรรลุตามจุดมุ่งหมายเดียวกัน นั่นคือ การเรียนเป็นกลุ่มหรือเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพ [9-10]

จากสภาพปัญหาและแนวคิดข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครปฐม โดยใช้วิธีการวิจัยและพัฒนา (R&D) เพื่อสร้างและใช้แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาเป็นเครื่องมือเสริมในการจัดการเรียนการสอนและการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs) ในรายวิชาดังกล่าว ทำให้ผู้เรียนรู้จักการแสวงหาคำตอบจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง อันเป็นผลให้เกิดพฤติกรรมที่ฝังแน่นเมื่อผู้เรียน “เรียนรู้ว่าจะเรียนรู้ได้อย่างไร (Learn how to Learn)”

อีกทั้งจะเป็นการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้และการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสร้างบรรยากาศห้องเรียนและองค์กรให้เป็นแบบดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ (Digital for Learning) โดยคาดหวังว่าแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นจะเป็นระบบที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน สร้างสมรรถนะแห่งการเรียนรู้ร่วมกัน ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนด้านทักษะภาษาอังกฤษได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับบริบทปัจจุบัน และเป็นแนวทางในการพัฒนาความรู้ความสามารถแก่ครูและบุคลากรทางการศึกษาให้แพร่หลาย ในสถาบันการศึกษาที่มีการเรียนการสอนที่ใช้ระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
3. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของแพลตฟอร์ม
4. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแพลตฟอร์ม
5. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแพลตฟอร์ม

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. กลุ่มตัวอย่าง (Sample) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครปฐมจำนวน 63 คนได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1) แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ และ 4) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้

การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามจะเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ตลอดจนความเหมาะสมของภาษาและการใช้ถ้อยคำแล้วนำไปทดลองใช้ จากนั้นนำมาทดสอบหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha Coefficient) และหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยหาค่า Item Total Correlation ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ .935

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย (Research Steps) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีขั้นตอนย่อยดังนี้ ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้สำหรับโรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย (Documentation Method) ขั้นที่ 2 รวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานในระดับมัธยมศึกษา จำนวน 5 คน โดยการสัมภาษณ์จากการเลือกผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจง เพื่อกำหนดประเด็นเนื้อหาให้สอดคล้องกับรายวิชา และขั้นที่ 3 รวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 5 คน โดยใช้การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง

จากการเลือกผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจง นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากขั้นที่ 1 ถึง 3 มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ จากนั้นสรุปเป็นภาพรวมของการพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่พึงประสงค์

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนา การออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 โดยจะทำการสร้างแบบจำลองแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในลักษณะฐานข้อมูลและเว็บไซต์ซึ่งประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ (1) LMS Module (2) Moodle (3) DBMS (MySQL, PHP และ Java Script) (4) Web Page Programming และ (5) e-Learning (Microsoft Office, Adobe Acrobat และ Canva)

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้ เพื่อทดลองใช้งานแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รวมถึงการพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับรูปแบบของแพลตฟอร์มที่ได้ในขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุง ในขั้นตอนนี้เพื่อพิจารณาผลการทดลองใช้งานจริงและการปรับปรุงที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 โดยการนำแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์ตามฟังก์ชันที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นคำนวณค่าดัชนีประสิทธิผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมถึงประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้วิธีสัมภาษณ์แบบเจาะจง (Focused Interview) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหารายวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานและนวัตกรรมทางการศึกษาจำนวน 10 คน เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบให้ดีขึ้นและจัดทำรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

4. ขั้นตอนการสร้างแพลตฟอร์มที่ใช้ในการเรียนการสอน ได้แก่

1) ศึกษาหลักสูตร/รายวิชาและวิเคราะห์เนื้อหาวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ขอบข่ายของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ วิธีการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลและได้เอกสารประกอบการเรียนเกี่ยวกับรายวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานที่พัฒนาขึ้น

2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบข่ายเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

3) กำหนดรูปแบบในการนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับรายวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานโดยการแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน นำบทเรียนให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบขั้นตอนกระบวนการเรียน การสอน ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหาวิชา และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเนื้อหาในแต่ละหน่วย โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นอาจารย์ผู้สอนที่มีความเกี่ยวข้องกับรายวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานจากสถาบันการศึกษาต่าง ๆ จำนวน 5 คน ค่าเฉลี่ยที่ยอมรับได้คือ ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ถือว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา มีความสอดคล้องกันและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้

4) เขียนผังงาน (Flowchart) แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้เพื่อกำหนดช่องทางการสื่อสารภายใน แล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมการศึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม

5) ออกแบบ Storyboard ตามโครงสร้างแบบลำดับขั้นโดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมการศึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม

6) พัฒนารูปแบบแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้โดยใช้ LMS Tool Box และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

7) นำแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนภาษาอังกฤษและผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมการศึกษาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

8) แก้ไขปรับปรุงแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ตามที่คุณเชี่ยวชาญได้เสนอแนะ

9) ทดลองและตรวจสอบแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์เพื่อหาข้อผิดพลาดต่าง ๆ พร้อมแก้ไขข้อผิดพลาดที่พบก่อนที่จะส่งแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ขึ้นเครื่องแม่ข่าย (Upload to Server) เพื่อแสดงผลจริงบนระบบอินเทอร์เน็ต

10) ประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้โดยนำแพลตฟอร์มที่พัฒนาเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมการศึกษาจำนวน 5 คน ประเมินด้วยแบบประเมิน แล้วนำแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพ

5. ขั้นตอนการดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล

1) การเตรียมการทดลอง ได้แก่ (1) ขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ (2) เตรียมแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาแล้วใส่ไว้ในเว็บไซต์ LMS Online ส่งข้อมูลขึ้นเครื่องแม่ข่าย และทดสอบการใช้งาน และ (3) เตรียมสถานที่ คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์เชื่อมต่อ และกำหนดเวลาทำการทดลอง

2) การดำเนินการทดลอง โดยการนำแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพโดยมีการทดลองตามรูปแบบดังนี้

- ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) ทดลองกับนักเรียนที่เคยเรียนวิชานี้มาก่อนโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย จำนวน 3 คน ประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 หาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไข

- ทดลองกลุ่มย่อย (Small Group Testing) ทดลองกับนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชานี้มาก่อนโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย จำนวน 9 คน ประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 หาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไข

- ทดลองภาคสนาม (Field Testing) โดยเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 63 คน ซึ่งดำเนินการตามลำดับดังนี้ (1) ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยให้นักเรียนทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มี 4 หน่วยการเรียนรู้ บทเรียนละ 10 ข้อ (2) ให้นักเรียนเรียนโดยใช้แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอนบน Moodle (3) ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอนบน Moodle จำนวน 10 ข้อ (4) ทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยให้นักเรียนทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ และประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 ในภาพรวม และ (5) นำคะแนนที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยดำเนินการดังนี้

1) การพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย

1.1) การประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ 4.21-5.00 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด 3.41-4.20 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก 2.61-3.40 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลาง 1.81-2.60 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อย และ 1.00-1.80 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด โดยช่วงความกว้างของอันตรภาคชั้นกำหนดจากสูตร = $(5-1)/5 = 0.8$

1.2) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ (1) หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยของคะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งได้จากแบบทดสอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนรู้ (2) หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (3) หาดัชนีประสิทธิผล (4) วิเคราะห์เปรียบเทียบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t -test และ (5) วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ใช้แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และนำค่าเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

2) สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ (1) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามแบบอิงเกณฑ์ของ Brennan (2) ค่าระดับความยาก (Difficulty) (3) ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตร IOC (4) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}, P = \frac{Ru+Rl}{2f}, IOC = \frac{\sum R}{n}, r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

3) สถิติที่ใช้ในการหาค่าดัชนีประสิทธิผล โดยใช้วิธีของ กูดแมน เฟรทเซอร์ และ ชไนเดอร์

$$\text{ค่าดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}{100 - \text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}$$

4) การหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยใช้สูตรคำนวณ

$$E_1 = \frac{\sum X}{n} \times 100, E_2 = \frac{\sum X}{n} \times 100$$

5) เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้ t -test (Dependent Samples) โดยใช้สูตรคำนวณ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยตามระเบียบวิธีการวิจัยสามารถแสดงผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

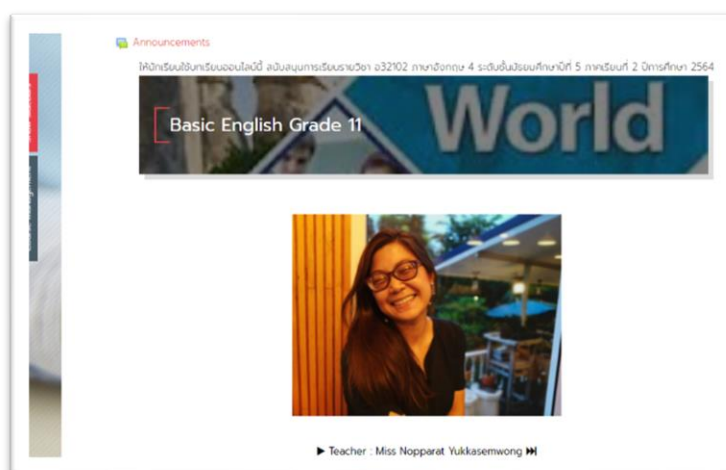
1. ผลการพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทำให้ได้แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์ที่สอดคล้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศในระดับมัธยมศึกษา การออกแบบและพัฒนาตามวิธีการที่ได้นำเสนอมานี้สามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานได้จริงสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 พบว่าแพลตฟอร์มนี้มีประสิทธิภาพ 80.44/87.74 หมายความว่า แพลตฟอร์มการจัดการที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 80.44 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับร้อยละ 87.74 จึงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามความมุ่งหมายในการวิจัยที่ตั้งไว้

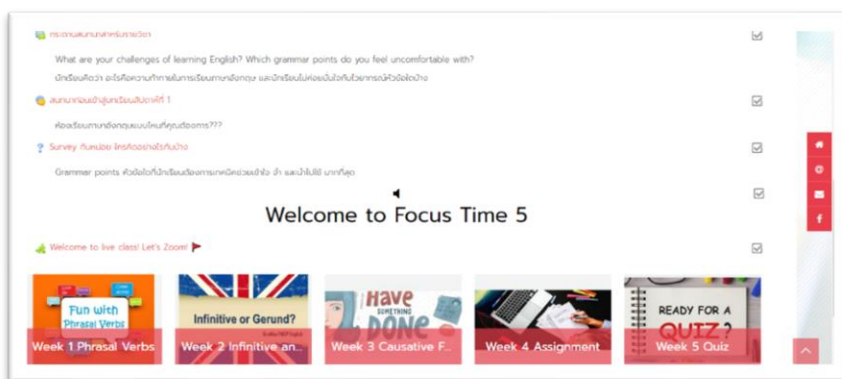
3. ผลการศึกษาเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า คุณภาพของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นนี้เฉลี่ยอยู่ในระดับระดับมาก ($\bar{X}=4.12$, S.D.=0.55) โดยมีความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาบทเรียน ($\bar{X}=4.10$, S.D.=0.60) ด้านการใช้งาน ($\bar{X}=4.06$, S.D.=0.55) และด้านทัศนคติ ($\bar{X}=4.20$, S.D.=0.50)

4. ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index) ของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเท่ากับ .8323(83.23%) และผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 23.81 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 59.53 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 34.91 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 87.28 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปทดสอบด้วย t-test ($t=-28.39$) พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวอย่างแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นแสดงดังภาพที่ 1-4 ตามลำดับประกอบด้วย (1) หน้าหลัก (2) กระดานสนทนาและการแสดงภาพรวมเนื้อหาในรูปแบบกริด (3) เนื้อหาเอกสารประกอบการสอนและสื่อการสอน และ (4) แบบทดสอบ



ภาพที่ 1 หน้าหลัก



ภาพที่ 2 กระดานสนทนาและการแสดงภาพรวมเนื้อหาในรูปแบบกริด



ภาพที่ 3 เนื้อหาเอกสารประกอบการสอนและสื่อการสอน



ภาพที่ 4 แบบทดสอบ

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลในประเด็นสำคัญต่อไปนี้

1. ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.44/87.74 หมายความว่า แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 80.44 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้หรือประสิทธิภาพของสื่อการสอนในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับร้อยละ 87.74 แสดงว่าแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 สามารถช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมความก้าวหน้าทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรารินทร์ วราธิพร [11] และที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก

1.1 แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ เพราะผู้วิจัยพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่เป็นระบบ ตั้งแต่การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการแบบจำลอง ADDIE การออกแบบเนื้อหาเกี่ยวกับภาษาอังกฤษที่อาศัยขั้นตอนการเรียนรู้ร่วมกันผ่านแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาแล้วปรับปรุงแก้ไขการเขียนผังงาน หลังจากนั้นได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมการศึกษาแล้วจึงนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพ แล้วนำผลที่

ได้มาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งเป็นวิธีการดำเนินการผลิตสื่อและรูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา และการอาศัย LMS Tool Box ของการสร้างเนื้อหาและส่วนปฏิสัมพันธ์ในรายวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐาน ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการของ Gunduz และ Ozcan [12] และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Alhothli [13] ดังนั้นผู้เรียนจึงมีความเข้าใจในการเรียนรู้หลักไวยากรณ์อังกฤษและการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มากยิ่งขึ้น

1.2 แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่พัฒนาขึ้นมีระบบสนับสนุนการจัดการเรียนรู้และการตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดทั้งทางด้านเนื้อหา การค้นคว้า การประมวลความรู้การสนทนา การคิดเชิงวิพากษ์และการหาบทสรุปร่วมกัน โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Turnbull et al. [14] ที่พบว่าระบบที่สามารถอำนวยความสะดวกในการจัดการหลักสูตรและการมีส่วนร่วมของนักเรียนได้จากระยะไกล เรียกว่า “ระบบการจัดการเรียนรู้” หรือ “LMS” ซึ่งสามารถนิยามได้ว่าเป็นแพลตฟอร์มซอฟต์แวร์บนเว็บที่ให้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ออนไลน์แบบโต้ตอบและทำให้เกิดการบริหารจัดการ การจัดระเบียบ การจัดส่ง และการรายงานเนื้อหาสาระทางการศึกษาและผลลัพธ์ของผู้เรียนแบบอัตโนมัติ ดังนั้น รูปแบบการพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ดีต้องสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริงแม้อยู่ในสถานการณ์ที่ต้องเรียนรู้ด้วยตนเองก็ตาม

2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันมีค่าเท่ากับ .8323 หมายความว่าหลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้นี้มีคะแนนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 83.23 โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของปรีชา ศรีทองเซต และคณะ [15] รฐา แก่นสูงเนิน และน้ามนต์ เรืองฤทธิ์ [16] และ Felix-Aguelo [17] ที่เป็นเช่นนี้เพราะแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้มีรูปแบบการนำเสนอที่เสมือนการเรียนกับครูผู้สอนโดยตรง มีการกระตุ้นความเข้าใจโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน มีทั้งตัวอักษร กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และมัลติมีเดีย ทำให้ผู้เรียนสนุกสนานและเกิดความเพลิดเพลินไปกับการเรียนรู้ ไม่รู้สึกเบื่อ และให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อเสริมแรงทางบวก การเรียนภาษาอังกฤษเป็นเรื่องท้าทายสำหรับผู้เรียนภาษาอังกฤษในฐานะภาษาต่างประเทศ (EFL) กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันผ่านแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้จะเสริมสร้างทักษะทั้ง 4 ประการของนักเรียน นักเรียนเกิดแรงจูงใจจากการเข้าร่วมกิจกรรมดังกล่าวเพราะได้มีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ซึ่งบ่งชี้ว่านักเรียนพัฒนาความสามารถด้านภาษาของพวกเขาขณะที่ฟังพาดพิงกันและกันในการทำกิจกรรมด้านภาษาที่มีความหมายดังที่ กมลวรรณ ไชยวงศ์ และชวนพิศ ศรีวิชัย [18] ได้กล่าวไว้ รวมถึงการสร้างสมรรถนะการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจวิชาภาษาอังกฤษมากยิ่งขึ้น

3. การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการเรียนด้วยแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการเรียนการสอนภาษาอังกฤษพื้นฐานด้วยแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาบทเรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.10$, S.D.=0.60) แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความพอใจต่อเนื้อหาบทเรียนที่นำมาสร้างแพลตฟอร์ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปรีชา ศรีทองเซต และคณะ [15] Alahdal [19] และ Arta [20] ด้านการใช้งานก็อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.06$, S.D.=0.55) แสดงว่ากระบวนการออกแบบสามารถสร้างรูปแบบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้ ส่วนด้านทัศนคติอยู่ในระดับมากเช่นกัน ($\bar{X}=4.20$, S.D.=0.50) แสดงว่าผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนด้วยรูปแบบและสื่อที่ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรฐา แก่นสูงเนิน และน้ามนต์ เรืองฤทธิ์ [16] Alahdal [19] และ Arta [20] เนื่องจากทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนหรือแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้นั้นเป็นสิ่งสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพ ทำให้ทราบถึงความต้องการที่แท้จริงของผู้เรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น การให้ผู้เรียนเลือกเรียนสิ่งใดด้วยตนเองเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมายและทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นจากการเรียนรู้ร่วมกันได้

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปประเด็นที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามวิธีการที่ได้นำเสนอมาทำให้ได้แพลตฟอร์มที่สามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานได้จริงสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 พบว่าแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์นี้มีประสิทธิภาพ 80.44/87.74 หมายความว่า แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 80.44 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับร้อยละ 87.74 จึงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามความมุ่งหมายในการวิจัยที่ตั้งไว้

3. ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเท่ากับ .8323

4. ผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 23.81 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 59.53 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 34.91 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 87.28 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปทดสอบด้วย t -test($t=-28.39$) พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทำให้ได้แพลตฟอร์มที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

5. ผลการศึกษาเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์พบว่าคุณภาพของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นนี้เฉลี่ยอยู่ในระดับระดับมากโดยมีความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาบทเรียน ด้านการใช้งาน และด้านทัศนคติ

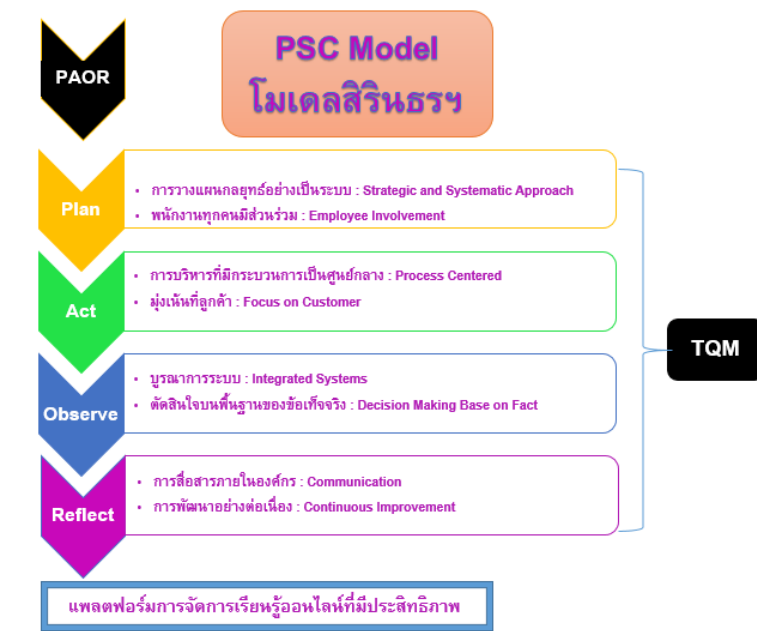
นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการบริหารจัดการการศึกษา รวมถึงนำผลการวิจัยมาสรุปภาพรวมสังเคราะห์ และกำหนดเป็นต้นแบบสำหรับการบริหารจัดการสถานศึกษาที่เรียกว่า “PSC Model (โมเดลสิรินธร)” โดยมีขั้นตอนดำเนินการ 4 ขั้นตอนซึ่งสอดคล้องกับวงจรคุณภาพ PAOR และหลักการ 8 ประการของการบริหารจัดการคุณภาพโดยรวม (Total Quality Management : TQM) ดังแสดงในภาพที่ 5 โดยมีรายละเอียดการนำไปใช้งานดังนี้

1) ขั้นวางแผน (Planning) วางแผนดำเนินงานอย่างรอบคอบ เน้นการมีส่วนร่วมและประโยชน์ที่มีต่อนักเรียนและครู กำหนดเป้าหมายชัดเจน สื่อสารทั่วถึง มีความยืดหยุ่น และต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตที่อาจส่งผลกระทบต่อแผนที่กำหนดไว้ถือเป็นกระบวนการในการวิเคราะห์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ทุกด้านที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เนื้อหาหรือกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้เรียน วัตถุประสงค์ สภาพแวดล้อม และโปรแกรมที่ใช้ในการเรียนออนไลน์ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของ TQM คือ การวางแผนกลยุทธ์อย่างเป็นระบบ (Strategic and Systematic Approach) และพนักงานทุกคนมีส่วนร่วม (Employee Involvement)

2) ขั้นดำเนินการ (Acting) ดำเนินการตามแผน ซึ่งเป็นการดำเนินการตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้อย่างละเอียด รอบคอบ เป็นระบบ และมีการควบคุมอย่างสมบูรณ์เป็นกระบวนการในขั้นการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วนและการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหา รวมถึงพิจารณาวิธีการประเมินผลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำไปสร้างรูปแบบการเรียนรู้ออนไลน์ให้สามารถทำได้จริงตามแผนที่วางไว้ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของ TQM คือการบริหารที่มีกระบวนการเป็นศูนย์กลาง (Process Centered) และการมุ่งเน้นที่ลูกค้า (Focus on Customer)

3) ขั้นสังเกตผล (Observing) สังเกตผลการดำเนินงาน เป็นการบันทึกข้อมูล หลักฐาน หรือร่องรอยต่าง ๆ อย่างมีวิจรรย์านเกี่ยวกับผลที่ได้จากการปฏิบัติ โดยอาจใช้วิธีการวัดแบบต่าง ๆ เข้ามาช่วยซึ่งสารสนเทศจากการสังเกตนี้จะนำไปสู่การสะท้อนและปรับปรุงการดำเนินงานอย่างเข้าใจและถูกทิศทาง เป็นกระบวนการในขั้นการนำไปใช้ เริ่มนำแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ไปใช้งานจริง และสรุปประเด็นปัญหาที่พบเพื่อหาแนวทางแก้ไขซึ่งสอดคล้องกับหลักการของ TQM คือ บูรณาการระบบ (Integrated Systems) และตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง (Decision Making Base on Fact)

4) ขั้นสะท้อนผล (Reflecting) สะท้อนผลการดำเนินงาน เป็นกระบวนการทบทวนการปฏิบัติจากบันทึกที่ได้จากการสังเกตว่าได้ผลเป็นอย่างไร มีปัญหาหรือข้อขัดแย้งอย่างไร เพื่อเป็นพื้นฐานการวางแผนในวงจรต่อไป โดยยอมรับวิธีการใหม่ ๆ เพื่อการปรับปรุงกระบวนการและขั้นตอนการทำงานให้ดียิ่งขึ้น ปรับปรุงทันทีและทำซ้ำตามขั้นตอนของวงจรเพื่อให้เกิดความยั่งยืน เป็นกระบวนการในขั้นการประเมินเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นหรือเพื่อให้พร้อมนำไปใช้ในการเรียนรู้รูปแบบปกติใหม่ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของ TQM คือ การสื่อสารภายในองค์กร (Communication) และการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement)



ภาพที่ 5 ตัวอย่างการบริหารแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วย “PSC Model (โมเดลลิรินทรฯ)”

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และพัฒนา เพื่อให้แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานออนไลน์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น ควรพิจารณาถึงวิธีการนำไปใช้และพัฒนาประกอบด้วย (1) เนื้อหาของบทเรียนต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามมาตรฐานของหลักสูตร รวมถึงการอาศัยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา (2) ชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการที่นำไปสู่การเรียนรู้ร่วมกันกับผู้เรียนอย่างชัดเจน (3) ออกแบบโครงสร้างและวางแผนเส้นทางการเข้าถึงการเรียนรู้ที่ดีโดยมีการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นระยะ ๆ (4) มีระบบตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ตามที่กำหนดรวมถึงการสร้างระบบติดตามหรือแจ้งเตือนเป็นบางโอกาส (5) ต้องให้ผู้เรียนเรียนรู้แบบ Non-Linear Approach, Active Learning และ Blended Learning โดยการผสมวิธีการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาอย่างถ่องแท้ (6) จัดให้มีแบบฝึกปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอและมีการโต้ตอบกลับอย่างทันทีทันใด (7) ใช้งานแพลตฟอร์มออนไลน์ในรูปแบบมาตรฐานบนเครื่องมือและอุปกรณ์การสื่อสารต่าง ๆ ตามสถานการณ์ปัจจุบัน และ (8) เลือกใช้ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ตามมาตรฐานสากล

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ประกอบด้วย (1) ควรมีการนำระบบหรือแพลตฟอร์มนี้ไปทดลองใช้กับผู้เรียนจากสถานศึกษาอื่นในระดับชั้นเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพสำหรับนำข้อมูลมาปรับปรุงองค์ประกอบที่จะใช้เป็นการเรียนรู้ออนไลน์ให้ได้มาตรฐานมากยิ่งขึ้น (2) ควรมีการวิจัยและพัฒนาหรือแพลตฟอร์มนี้ให้มีองค์ประกอบที่จะใช้เป็นการเรียนรู้มาตรฐานมากยิ่งขึ้น จะทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเพื่อนำมาปรับปรุงระบบการบริหารจัดการเรียนรู้ในรายวิชานี้ให้มีประสิทธิภาพและพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้น (3) ควรมีการวิจัยและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ร่วมกันแบบผสมผสานที่สามารถทำให้ผู้เรียนในลักษณะออนไลน์มีความรู้สึกและจินตนาการเชิงบวกมากยิ่งขึ้นโดยการพัฒนาเมล็ดดีมีเดียที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาให้ดีขึ้น และ (4) ควรมีการวิจัยและพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนการสอนรายวิชาอื่น ๆ เพิ่มขึ้นอีกเพื่อเป็นการเพิ่มทรัพยากรการเรียนรู้เชิงรุกสมัยใหม่รวมถึงการใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ที่ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่มีประสิทธิผลสำหรับการพัฒนาการศึกษาในระดับขั้นพื้นฐานของประเทศไทยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยและตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579*. กรุงเทพฯ: บริษัทพรักหวานกราฟฟิค จำกัด.
- [2] กระทรวงศึกษาธิการ. (2564). *นโยบายการจัดการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564–2565*. กรุงเทพฯ: ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ.
- [3] โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย. (2563). *รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (SAR: Self-Assessment Report) ประจำปีการศึกษา 2562*, หน้า 17-19.

- [4] ภาสกร เรืองรอง. (2557). เทคโนโลยีการศึกษากับครูไทยในศตวรรษที่ 21. *วารสารปัญญาภิวัฒน์*. 5(พิเศษ): 199.
- [5] คงศักดิ์ สังฆมานนท์, อนุกุล จินตวิทย์, วดาภรณ์ พูลผลอำนวย, พิชัย ละแมนชัย, และจันทร์ ดิยะวงศ์. (2562). รูปแบบการจัดการเรียนการสอนภาษาอังกฤษตามกรอบ CEFR: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา ครั้งที่ 6 ประจำปี พ.ศ.2562*. 30 มีนาคม 2562. นครราชสีมา: วิทยาลัยนครราชสีมา.
- [6] ดร.ณิ ปัญจรัตน์. (2560). การพัฒนาระบบการเรียนแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้เครื่องมือทางปัญญาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์การวิจัยการตลาดสำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี. *วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*. พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [7] ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2555). *เทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [8] Deng, L., and Ma, W. (2018). *New Media for Educational Change*. New York: Springer. 3-11.
- [9] สุธิตเทพ ศิริพิพัฒน์กุล. (2553). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเรียนรู้เป็นทีมของนิสิตปริญญาบัณฑิตด้วยรูปแบบการเรียนแบบผสมผสานที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันด้วยกรณีศึกษาและเทคโนโลยีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่ต่างกัน. *วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [10] Kagan, S. (2013). *Kagan Cooperative Learning*. New York: Kagan Cooperative Learning Publisher. (September 1, 2013).
- [11] วราภรณ์ วราธิพร. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนภาษาอังกฤษเพื่อส่งเสริมความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน*. ปทุมธานี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- [12] Gunduz, N., and Ozcan, D. (2017). Implementation of the Moodle System into EFL Classes. *Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Lenguas Extranjeras*. 19(10), 51-64.
- [13] Alhothli, N.I. (2015). *Investigating the Impact of Using Moodle as an E-Learning Tool for Students in an English Language Institute*. Master Thesis in Computer Science. The University of Montana, Missoula.
- [14] Turnbull, D., Chugh, R., and Luck, J. (2019). Learning Management Systems: An Overview. *Encyclopedia of Education and Information Technologies*. Central Queensland University, Melbourne. 1-7.
- [15] ปรีชา ศรีทองเชศ, สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ดร.ณิ ปัญจรัตน์, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ. (2563). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนนิสิตภาษาไทยโดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4*. 17 ธันวาคม 2563, หน้า 609-623. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

- [16] รฐา แก่นสูงเนิน, และนำมนต์ เรืองฤทธิ์. (2559). การพัฒนาการเรียนการสอนอีเลิร์นนิ่งวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการท่องเที่ยวตามแนวการสอนอ่านแบบบูรณาการของเมอร์ดีอค (MIA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดธรรมจริยาภิรมย์ จังหวัดสมุทรสาคร. *Veridian E-Journal Silpakorn University*. 9(1), 712-714.
- [17] Felix-Aguelo, R. (2017). *Enhancing Students' Language Competencies through Collaborative Learning*. Online Proceedings of the International Conference: DRAL 3/19th ESEA 2017. 305-311. Bangkok: Assumption College Thonburi.
- [18] กมลวรรณ ไชยวงศ์, และชวนพิศ ศรีวิชัย. (2564). การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อส่งเสริมความรู้ด้านคำศัพท์และไวยากรณ์ภาษาอังกฤษของนักเรียน. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติพะเยาวิจัย ครั้งที่ 10*. 25-28 มกราคม 2564. หน้า 749. พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา.
- [19] Alahdal, A. (2019). Effectiveness of Collaborative Learning as a Strategy in the Teaching of EFL. *Opción, Año35, Especial*. 20, 1026-1043.
- [20] Arta, B. (2018). Multiple Studies: The Influence of Collaborative Learning Approach on Indonesian Secondary High School Students' English-Speaking Skill. *English Language Teaching Educational Journal (ELTEJ)*. 1(3), 149-160.

**RANC15-053 พฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุในเขตพื้นที่
องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์**
**SAVING BEHAVIOR OF ENTERING ELDERLY PEOPLE IN THE AREA OF NONG
KROT SUBDISTRICT SUBDISTRICT ADEMINS TRATIVE ORGANIZATION
MUEANG DISTRICT IN NAKHONSAWAN DISTRICT**

อัจฉิมา สมบัติปัทน* จิตदनัย คณะบุตร ทิพย์สุดา คงเมืออง
Atchima Sombutpun, Jitdanai Kanaburt, Thipsuda Kongmuang*

คณะบริหารและการจัดการ มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา
Faculty of Administration and Management, Chaopraya University.

*Corresponding author, E-mail: Atchima.s@cpu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบล หนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 2) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์ของการออมที่มีผลต่อพฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 3) เพื่อนำเสนอแนวทางในการส่งเสริมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาในการวิจัยคือ ประชากร ในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ที่มีอายุอยู่ในช่วง 40-59 ปี จำนวน 385 คน ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล สถิติที่ใช้ ได้แก่ จำนวน (Frequency) และร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และสถิติถดถอยพหุคูณ ผลการวิจัยพบว่า มีระดับความคิดเห็นพฤติกรรมการออมโดยภาพรวม อยู่ในระดับปานกลาง ข้อที่มีระดับความสำคัญมากที่สุดเรียงตามลำดับคือการนำฝากธนาคาร มีระดับความสำคัญอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.77$) เก็บเงินสดในมือ (หยอดกระปุกออมสิน) มีระดับความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.14$) และการซื้อสินทรัพย์ถาวร มีระดับความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.12$) ตามลำดับ วัตถุประสงค์ของการออมที่มีผลต่อพฤติกรรมการออม มีวัตถุประสงค์สำคัญ ได้แก่ 1) เพื่อใช้ในการทำเกษต 2) เพื่อเป็นหลักประกันให้ครอบครัว 3) ภาพรวมของวัตถุประสงค์การออม แนวทางในการส่งเสริมการออมส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่มการออมเงินในชุมชน อาทิ กองทุนการออมเพื่อการเกษต สมาชิกในกลุ่ม สามารถกู้เงินจากกองทุนโดยจ่ายดอกเบี้ยเงินกู้ต่ำกว่าท้องตลาด กองทุนเงินออมหมู่บ้าน สมาชิกในกลุ่มมีการถือหุ้น ผลตอบแทนอยู่ในรูปเงินปันผล หากสมาชิกมีความประสงค์กู้เงินจากกองทุนก็ต้องจ่ายดอกเบี้ยแต่อัตราดอกเบี้ยจะต่ำกว่าท้องตลาด เป็นต้น

คำสำคัญ: พฤติกรรมการออม ผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ วัตถุประสงค์การออม

Abstract

The purpose of this study were 1) to study the saving behaviors 2) to analyze the relationship between the objectives of saving and the effect of saving behavior 3) to present a guideline to promote savings among people entering the age Elderly people in the area, Nong Krot Subdistrict Administrative Organization Mueang Nakhon Sawan District Nakhon Sawan Province The research sample were 385 elders in people aged 40-59 years A questionnaire was used as a tool to collect data. Statistics used were Frequency and percentage, arithmetic mean, standard deviation and multiple regression statistics. The purpose of that There is a level of opinion on saving behavior as a whole. moderate The most important items in order of importance are bank deposits. There is a high level of importance ($\bar{X} = 3.77$). keep cash on hand (Drop a piggy bank) had a moderate level of importance ($\bar{X} = 3.14$) and the purchase of fixed assets. The level of importance was at a moderate level ($\bar{X} = 3.12$), respectively. Objectives of Savings Affecting Saving Behavior The main objectives are: 1) to be used in agriculture; 2) as a guarantee for the family; 3) an overview of the savings objectives. Guidelines for promoting savings encourage the integration of savings groups in the community, such as the Agricultural Savings Fund. group members Able to borrow money from the fund by paying interest on loans that are lower than the market Village Savings Fund Group members have shares The return is in the form of dividends. If members wish to borrow money from the fund, they will have to pay interest, but the interest rate is lower than the market, etc.

Keywords: Saving Behavior, People Entering the Elderly Age, Saving Objectives

บทนำ

เป้าหมายการเกษียณเป็นสิ่งที่สำคัญมากของชีวิต เพื่อรับมือกับการก้าวสู่สังคมผู้สูงอายุในปัจจุบัน แต่คนส่วนใหญ่มักมองข้ามปัญหานี้ไปเพราะให้น้ำหนักหรือเน้นกับปัจจุบันมากกว่าอนาคต ดังนั้น เมื่อเราหันมาสนใจและรับรู้ข้อมูลปัจจุบันที่ว่า ประชากรที่มีอายุสูงกว่า 65 ปีขึ้นไปประมาณ 9% ในตอนนี้จะทยอยเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เป็น 25% ของจำนวนประชากรทั้งหมดในปี พ.ศ 2583 และสถิติผู้สูงอายุชาวไทยในปัจจุบัน มีมากถึง 2 ใน 3 ที่ไม่มีเงินออม ส่วนที่มีเงินออมมากกว่า 1 ล้านบาทนั้นมีเพียง 5% ของจำนวนผู้สูงอายุทั้งหมด เมื่อสวัสดิการสำหรับผู้สูงอายุของประเทศไทยยังมีอยู่ในระดับจำกัด เราจึงต้องการเตรียมความพร้อมการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุควรจะมีมือกันทั้งภาครัฐและเอกชนตั้งแต่ระดับบุคคล ชุมชนและประเทศ โดยเฉพาะการร่วมกันกระตุ้นเพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญของการก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ มีการเตรียมวางแผนการออม การใช้ชีวิตในปัจจุบันปลาย การร่วมมือกันในกลุ่มชน การจัดกิจกรรมเผยแพร่ความรู้ทางด้านสุขภาพอนามัยของผู้สูงอายุ การปรับตัวทางด้านสังคมและจิตใจของผู้สูงอายุ รวมทั้งการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการลงทุนและการออมเพื่อเตรียมพร้อมเมื่อถึงวัยผู้สูงอายุ ซึ่งเมื่อมีการบริหารจัดการและพัฒนาที่ดี แนนอนเราจะพ้นวิกฤตได้ไม่ยากนักอย่างไม่ต้องกังวลจนเกินไปด้วยประเทศไทยกำลังอยู่ในช่วงการเปลี่ยนผ่านเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ สถานการณ์นี้เป็นผลมาจากภาวะเจริญพันธุ์ลดลง ขณะที่มนุษย์มีอายุยืนยาวขึ้นจากความก้าวหน้าทางการแพทย์และเทคโนโลยี ซึ่งจะส่งผลให้การออมและความมั่งคั่งของประเทศลดลง เนื่องจากต้องรับภาระด้านค่าใช้จ่ายสาธารณสุขและการดูแลผู้สูงอายุมากขึ้น จึงอาจเป็นปัญหาต่อประเทศไทยในอนาคต [1]

สำหรับบุคคล อายุตั้งแต่ 40-59 ปี เป็นวัยที่ได้ผ่านชีวิตครอบครัวและชีวิตการทำงานมาระยะหนึ่ง มีความมั่นคงและความสำเร็จในชีวิต [2] การออม เป็นปัจจัยที่กำหนดความมั่นคงทางการเงินในอนาคตได้ ถ้าเรามีการ

ออมอย่างต่อเนื่องจะช่วยให้มีทุนชีวิตในช่วงที่เกิดปัญหาทางการเงิน มีทางเลือกในการใช้ชีวิตมากขึ้น ทั้งในด้านปัจจัยสี่ การรักษาพยาบาล การดูแลสุขภาพในครอบครัว และการใช้ชีวิตหลังเกษียณ การออมจึงเป็นพฤติกรรมที่สำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การออมทำให้ผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุมีคุณภาพชีวิตที่ดีเมื่อเข้าสู่วัยผู้สูงอายุและหลังจากเกษียณ มีความมั่นคงในการดำเนินชีวิตในสังคมได้ด้วยตนเอง มีเงินใช้ในยามฉุกเฉินโดยไม่ต้องพึ่งพาเงินค่าใช้จ่ายจากลูกหลาน ในระดับประเทศ การออมช่วยแบ่งเบาภาระรัฐบาลในการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุโดยเฉพาะประเทศไทยที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรไปสู่การเป็นสังคมผู้สูงอายุอย่างรวดเร็ว [3]

การวางแผนการเงินเพื่อเตรียมการเกษียณอายุนั้น [3] ได้มีหลายรูปแบบเพราะเป้าหมายของการออมและความต้องการใช้เงินหลังการเกษียณอายุของแต่ละคนมีความแตกต่างกัน บางรายอาจจะนำเงินไปฝากธนาคาร บางรายนำไปลงทุนในสินทรัพย์ ขึ้นอยู่กับความเสี่ยงและผลตอบแทนที่จะได้รับและความพร้อมส่วนบุคคล การวางแผนการออมที่เหมาะสม ส่งผลให้การออมของบุคคลนั้นแต่ละคนแตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาพฤติกรรมที่มีผลต่อการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุจึงเป็นเรื่องที่ควรให้ความสำคัญ ในทุกภาคส่วน

จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาพฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ เนื่องจาก ในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด ผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุเป็นจำนวนมาก โดยมีกลุ่มผู้กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุที่มีอายุอยู่ในช่วง 40-59 ปี จำนวน 5,392 คน [4] ซึ่งในอนาคตอีก 10-20 ปี ก็จะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ แต่เนื่องจากความหลากหลายทางด้านอาชีพ วิถีชีวิตที่แตกต่าง จึงต้องการทราบความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์ของการออมจะมีผลต่อพฤติกรรมการออมหรือไม่ แล้วจะมีแนวทางในการส่งเสริมการออมให้ประชาชนมีการออมไว้ใช้ในยามเกษียณอย่างไรได้บ้าง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
2. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์ของการออมที่มีผลต่อพฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
3. เพื่อนำเสนอแนวทางในการส่งเสริมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง พฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองฯ จังหวัดนครสวรรค์ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ได้ศึกษากับประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ประชากร ที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ประชากรในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองฯ จังหวัดนครสวรรค์ ที่มีอายุอยู่ในช่วง 40-59 ปี จำนวน 5,392 คน [4]
2. กลุ่มตัวอย่าง ประชากรในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมือง นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ที่มีอายุอยู่ในช่วง 40-59 ปี การกำหนดกลุ่มตัวอย่างจึงกำหนดค่าระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้คือ 5% โดยใช้ตารางกลุ่มตัวอย่างสำเร็จรูปของ ทาโร ยามาเน่ (Yamane) พบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้มีจำนวน 385 ตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นจากการศึกษาเอกสารทางวิชาการ แนวคิดทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) และแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (5 Rating Scales)

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้วยการตรวจสอบความตรง (Validity) ของเครื่องมือโดยนำแบบสอบถามเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ที่จะต้องวัด (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยได้ค่า IOC ระหว่าง 0.60 – 1.00 หลังจากนั้นผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้แก้ไขแล้วไปลองใช้ (Try out) จำนวน 30 ชุด เพื่อคำนวณหาค่าความเที่ยงตรง (Reliability) หรือความเชื่อมั่น ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบอัลฟา (Alphareliability Coefficient) เป็น 0.971

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคำนวณชุดค่าสถิติสำเร็จรูปด้วยคอมพิวเตอร์ (SPSS) สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ จำนวน (Frequency) และร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยอธิบายได้ตามวัตถุประสงค์ที่สำคัญ ดังนี้

1. ผลการศึกษาพฤติกรรมกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

พฤติกรรมการออม	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1. การนำฝากธนาคาร	3.77	0.37	มาก
2. เก็บเงินสดในมือ (หยอดกระปุกออมสิน)	3.14	0.96	ปานกลาง
3. การเล่นแชร์	2.38	0.99	น้อย
4. การซื้อทองคำ	2.09	0.31	น้อย
5. การซื้อหุ้นสหกรณ์	2.19	0.52	น้อย
6. การซื้อสินทรัพย์ถาวร	3.12	0.42	ปานกลาง
7. การซื้อพันธบัตรรัฐบาล/ตัวเงินคลัง	2.88	0.4	ปานกลาง
8. การซื้อกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ RTF	2.04	0.19	น้อย
9. การฝากเข้ากองทุนสำรองเลี้ยงชีพของที่ทำงาน	2.27	0.85	น้อย
10. การนำไปให้กู้ยืม	3.03	0.77	ปานกลาง
รวม	2.691	0.578	ปานกลาง

ความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ โดยภาพรวมมีระดับความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.03$) เมื่อจำแนกเป็นรายข้อพบว่า ผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ มีพฤติกรรมกรรมการออมมากที่สุดเรียงตามลำดับได้แก่ การนำฝากธนาคาร มีระดับความสำคัญอยู่ในระดับ มาก ($\bar{X} = 3.77$) เก็บเงินสดในมือ (หยอดกระปุกออมสิน) มีระดับความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.14$) และการซื้อสินทรัพย์ถาวร มีระดับความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.12$) ตามลำดับ ส่วนข้อที่มีความสำคัญน้อยที่สุดคือ การชื้อกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ RTF ระดับความสำคัญอยู่ในระดับน้อย ($\bar{X} = 2.04$)

2. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์ของการออมที่มีผลต่อพฤติกรรมกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ วัตถุประสงค์ของการออม ที่มีผลต่อพฤติกรรมกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ แสดงผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ กำลังสองของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณกำลังสองของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณที่ปรับแก้ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.231	.053	.051	.25197
2	.288	.083	.078	.24833
3	.325	.105	.098	.24559

จากตารางที่ 2 พบว่า Model ที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่า .231 และกำลังสองของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณมีค่า .053 แสดงว่า ตัวแปรพยากรณ์ทั้งหมด 3 ตัวร่วมกันพยากรณ์ ได้ร้อยละ 5.30 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์มีค่า .251 Model ที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่า .288 และกำลังสองของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณมีค่า .083 แสดงว่า ตัวแปรพยากรณ์ทั้งหมด 3 ตัวร่วมกันพยากรณ์ ได้ร้อยละ 7.80 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์มีค่า .241 Model ที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่า .325 และกำลังสองของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณมีค่า .105 แสดงว่า ตัวแปรพยากรณ์ทั้งหมด 3 ตัวร่วมกันพยากรณ์ ได้ร้อยละ 9.80 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์มีค่า .245

ตารางที่ 3 แสดงความแปรปรวนที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.369	1	1.369	21.561	.000
	Residual	24.253	382	.063		
	Total	25.622	383			
2	Regression	2.126	2	1.063	17.233	.000
	Residual	23.496	381	.062		
	Total	25.622	383			
3	Regression	2.702	3	.901	14.931	.000
	Residual	22.920	380	.060		
	Total	25.622	383			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 แสดงความแปรปรวนที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์และตัวแปรพยากรณ์ทั้ง 3 ตัว มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง ซึ่งสามารถนำไปสร้างเป็นสมการต่อไปได้

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน

ตัวแปร	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1. เพื่อใช้ในการทำเกษตร	-.048	.010	-.231	-4.643	.000*
2. เพื่อเป็นหลักประกันให้ครอบครัว	-.048	.015	-.183	-3.091	.002*
3. ภาพรวมของวัตถุประสงค์การออม	.100	.029	.181	3.503	.001*
R = .325	R ² = .105		F = 14.931		
Se _{est} = .24559	R ² _{adj} = .098		a = 1.174		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ ที่วัตถุประสงค์ของการออม ที่มีผลต่อพฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 3 ตัว คือ 1) เพื่อใช้ในการทำเกษตร 2) เพื่อเป็นหลักประกันให้ครอบครัว และ 3) ภาพรวมของวัตถุประสงค์การออม

สรุปได้ว่าวัตถุประสงค์ของการออมที่มีผลต่อพฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ มีวัตถุประสงค์สำคัญที่ทำให้เกิดการออมคือ เป็นการออมเงินเพื่อใช้ในการทำเกษตร การออมเงินเพื่อเป็นหลักประกันให้ครอบครัว

3. การนำเสนอแนวทางในการส่งเสริมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่ผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์พบว่าแนวทางที่เหมาะสมในการส่งเสริมให้ผู้ที่กำลังเข้าสู่ผู้สูงอายุควรส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่มการออมเงินในชุมชน เช่น การรวมกลุ่มเพื่อจัดตั้งกองทุนการออมเพื่อการเกษตร เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มสามารถกู้เงินจากกองทุนโดยจ่ายดอกเบี้ยเงินกู้ต่ำกว่าที่ท้องตลาดและมี

วัตถุประสงค์การกู้ยืมเพื่อการประกอบอาชีพเท่านั้น นอกจากนี้ควรส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่ม กองทุนเงินออมหมู่บ้าน ให้สมาชิกในกลุ่มมีการถือหุ้น และมีผลตอบแทนอยู่ในรูปเงินปันผล หากสมาชิกมีความประสงค์กู้เงินจากกองทุน ต้องกำหนดวงเงินการกู้ยืมที่ต่ำมีอัตราดอกเบี้ยจะต่ำกว่าท้องตลาด และเหตุผลสำคัญคือเพื่อใช้ในการประกอบอาชีพเท่านั้น เป็นต้น

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย เรื่อง พฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ได้ ดังนี้

1. ด้านพฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ โดยภาพรวมมีระดับความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง โดยส่วนใหญ่เห็นว่าการออมโดย การนำฝากธนาคาร เก็บเงินสดในมือ (หยอดกระปุกออมสิน) และการซื้อสินทรัพย์ถาวรสอดคล้องกับงานวิจัยของกวิสรา จันทร์พันธ์ และพิทักษ์ ศิริวงศ์ [5] พบว่า รูปแบบการออมที่ผู้สูงอายุเลือกมากที่สุดคือรูปแบบการออมแบบฝากธนาคารหรือสถาบันการเงิน มีระยะเวลาในการเก็บออมนานมากกว่า 1 ปี โดยผู้สูงอายุมีระดับความพึงพอใจด้านการออมในระดับมาก โดยให้ความสำคัญกับรูปแบบการออมในรูปแบบการออมในรูปของการฝากธนาคาร และสอดคล้องกับงานวิจัยของจุฬาร ศรีวงศ์ [6] พบว่าพฤติกรรมและรูปแบบการออมภาคสมัครใจ คือ นิยมออมเงินในรูปแบบออมเงินไว้กับธนาคารมากที่สุด นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของฐาปนี จันทร์เพชร [7] พบว่ารูปแบบการออมส่วนใหญ่คือฝากออมทรัพย์ รองลงมาคือ ประกันชีวิต และฝากประจำ ทั้งนี้จากการศึกษาพฤติกรรมการออมของผู้สูงอายุมีการออมในรูปแบบ สินทรัพย์ถาวรและสินทรัพย์ทางการเงินคือ เงินฝากธนาคาร เนื่องจากการออมเงินในรูปแบบการนำเงินฝากธนาคารมีความสะดวกในการออม มีความปลอดภัยและความเสี่ยงน้อยที่สุดที่เงินจะสูญหาย และถูกโจรกรรม

ข้อที่มีพฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุที่ให้ความสำคัญน้อยที่สุดคือ การซื้อกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ RTF สอดคล้องกับงานวิจัยของนเรศ หนองใหญ่ [8] พบว่าพฤติกรรมการออมของประชาชนในเขตพื้นที่เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี ที่มีปัจจัยด้านการออมเงินโดยการนำเงินฝากผ่านกองทุนสำรองเลี้ยงชีพของที่ทำงานมีระดับการออมอยู่ในระดับน้อย เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมมีรายได้น้อย จึงไม่เหมาะกับการลงทุนในลักษณะดังกล่าวที่ต้องมีการศึกษาข้อมูลในรายละเอียดก่อนการลงทุน

2. ด้านวัตถุประสงค์ของการออมมีผลต่อพฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุในเขตพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ มีวัตถุประสงค์สำคัญที่ทำให้เกิดการออมคือ เป็นการออมเงินเพื่อใช้ในการทำเกษตร การออมเงินเพื่อเป็นหลักประกันให้ครอบครัว สอดคล้องกับงานวิจัยของกฤษณะพงษ์ ดวงสุภา และสมัยภู ใสหา [9] พบว่าการมีบ้านและที่ดินเป็นของตัวเองเป็นผลของการสะสมรายได้จากการประกอบอาชีพและทรัพย์สินของครอบครัวเพื่อเป็นหลักประกันในบั้นปลายของชีวิต เนื่องจากความสะดวกสบายในการอยู่อาศัยของคนในครัวเรือน มีรั้วรอบขอบชิดปลอดภัยต่อการอยู่อาศัย และเป็นมรดกให้แก่ลูกหลาน

3. แนวทางในการส่งเสริมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่มการออมเงินในชุมชน อาทิ กองทุนการออมเพื่อการเกษตร สมาชิกในกลุ่ม สามารถกู้เงินจากกองทุนโดยจ่ายดอกเบี้ยเงินกู้ต่ำกว่าท้องตลาด กองทุนเงินออมหมู่บ้าน สมาชิกในกลุ่มมีการถือหุ้น ผลตอบแทนอยู่ในรูปเงินปันผล หากสมาชิกมีความประสงค์กู้เงินจากกองทุนก็ต้องจ่ายดอกเบี้ยแต่อัตราดอกเบี้ยจะต่ำกว่าท้องตลาด เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกนกวรรณ

เรื่องศรี, และคณะ [10] พบว่าการดำเนินงานเตรียมความพร้อมด้านเศรษฐกิจ มีการจัดตั้งกองทุนต่าง ๆ ไว้เป็นแหล่งเงินทุนให้กับผู้สูงอายุ เช่นกองทุนหมู่บ้าน กองทุนสัจจะ มีออมทรัพย์ในหมู่บ้าน มีกองทุนฌาปนกิจ

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย พฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ได้ ดังนี้

1. พฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ โดยภาพรวมมีระดับความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อจำแนกเป็นรายข้อพบว่า พฤติกรรมการออมมากที่สุด ได้แก่ การนำฝากธนาคาร มีระดับความสำคัญอยู่ในระดับ มาก

2. ความคิดเห็นเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการออมมีผลต่อพฤติกรรมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ มีวัตถุประสงค์สำคัญที่ทำให้เกิดการออมคือ เป็นการออมเงินเพื่อใช้ในการทำเกษตร การออมเงินเพื่อเป็นหลักประกันให้ครอบครัว ซึ่งจะสัมพันธ์กับการประกอบอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร การซื้อกองทุนรวมเพื่อการเลี้ยงชีพ RTF ระดับความสำคัญอยู่ในระดับน้อย ซึ่งจะสัมพันธ์กับรายได้ของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้ระหว่าง 5,001- 10,000 บาท ซึ่งถือว่ารายได้น้อยไม่เข้าเกณฑ์ที่ต้องจ่ายชำระภาษี

3. แนวทางในการส่งเสริมการออมของผู้ที่กำลังเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่มการออมเงินในชุมชน อาทิ กองทุนการออมเพื่อการเกษตร สมาชิกในกลุ่ม สามารถกู้เงินจากกองทุนโดยจ่ายดอกเบี้ยเงินกู้ต่ำกว่าท้องตลาด กองทุนเงินออมหมู่บ้าน สมาชิกในกลุ่มมีการถือหุ้น ผลตอบแทนอยู่ในรูปเงินปันผล หากสมาชิกมีความประสงค์กู้เงินจากกองทุนก็ต้องจ่ายดอกเบี้ยแต่อัตราดอกเบี้ยจะต่ำกว่าท้องตลาด เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมกิจการผู้สูงอายุ. (2564). *สังคมผู้สูงอายุในปัจจุบันและเศรษฐกิจในประเทศไทย*. สืบค้นเมื่อ 21 มิถุนายน 2564, จาก <https://www.dop.go.th/th/know/15/926>
- [2] เนตรชนก แก้วจันทา. (2563) *วัยกลางคน (Middle age หรือ Middle adulthood) คือช่วงอายุ 40 – 60 ปี สาขาวิชาการพยาบาลสุขภาพจิตและจิตเวช*. ขอนแก่น: คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [3] วิโรจน์ เจริญลักษณ์, และธนภรณ์ เนื่องพลี. (2561, มกราคม-เมษายน). *พฤติกรรมการออมของผู้สูงอายุในอำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*. 306-3074.
- [4] ระบบสถิติทางการทะเบียน. (2563). *จำนวนประชากรแยกอายุ ตำบลหนองกรด อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์*. ม.ป.ท.
- [5] กวิสรา จันทพันธ์, และพิทักษ์ ศิริวงศ์. (2560). *ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการออมของผู้สูงอายุในอำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์*. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านการบริหารกิจการสาธารณะสุข ครั้งที่ 4 การบริหารกิจการสาธารณะภายใต้ประเทศไทย 4.0*. ขอนแก่น: วิทยาลัยการปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [6] จุฑาพร ศรีวงศ์. (2563). *พฤติกรรมการออมเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตยามชราภาพของพนักงานในสถาบันการเงิน*. เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต. เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- [7] ฐาปนี จันทรเพชร. (2563). ทักษะทางการเงินกับการออมเพื่อเกษียณของประชากรในเขตอำเภอเมือง เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่. เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต. เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [8] นเรศ หนองใหญ่. (2560). พฤติกรรมการออมของประชาชนในเขตพื้นที่เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี. ศีรษะศาสตรมหาบัณฑิต. ชลบุรี: วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [9] กฤษณะพงษ์ ดวงสุภา, และสมัญญา ไสหา. (2564, มกราคม-มิถุนายน). การเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมสูงวัยของประชากรก่อนวัยสูงอายุ อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง. วารสารสาธารณสุขล้านนา. 17(1). สืบค้นจาก <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/LPHJ/article/view/250997>
- [10] กนกวรรณ เรืองศรี, และคณะ. (2564, กรกฎาคม – ธันวาคม). การดำเนินงานของเทศบาลเมืองเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ในการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ. วารสารการบริหารปกครอง. 10(2), 88-111.

RANC15-054 พฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษายุค GenZ ในเขตอำเภอเมือง นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

INTERNET USAGE BEHAVIOR OF GENERATION Z STUDENTS IN MUEANG NAKHON SAWAN DISTRICT NAKHON SAWAN PROVINCE

มัจรี สุพรรณ* จักรพันธ์ จันทร์เขียว

Matjaree Suphan*, Jakaphun Junkhiew

คณะบริหารและการจัดการ มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา

Faculty of Administration and Management, Chaopraya University.

*Corresponding author, E-mail: matjaree.s@cpu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษายุค GenZ ในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 2) เพื่อศึกษาความคิดเห็นที่เกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตที่ส่งผลต่อการเรียนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือนักศึกษาในยุค GenZ ที่เกิด พ.ศ. 2542- พ.ศ. 2545 จำนวน 222 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามประมาณค่า 5 ระดับ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) พฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษายุค GenZ ในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ใช้ช่วงเวลา 20.01 – 22.00 น. เพื่อใช้อินเทอร์เน็ตร้อยละ 45.90 บ่อยที่สุดที่นอกเหนือเวลาเรียนใช้อินเทอร์เน็ตต่อวันมากกว่า 6 ชั่วโมงร้อยละ 61.70 ใช้ Smart phone เป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตร้อยละ 74.80 โดยใช้ระบบ Android มากกว่า ระบบ iOS ร้อยละ 54.50 ในระหว่างอาจารย์สอนนักศึกษาใช้อินเทอร์เน็ตติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่นร้อยละ 67.70 เพื่อใช้งาน Social media ร้อยละ 74.80 ส่วนใหญ่ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อดู YouTube ร้อยละ 76.10 และในด้านการใช้แพลตฟอร์มเพื่อการเรียนออนไลน์ใช้ Google meet ร้อยละ 92.80 วัตถุประสงค์ที่นักศึกษาใช้อินเทอร์เน็ตโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.68$) เมื่อจำแนกแต่ละด้านพบว่าด้านการศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อส่งงานอาจารย์ตามกำหนดค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.44$) ด้านความบันเทิงเพื่อดูหนังฟังเพลงออนไลน์ ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.31$) 2) นักศึกษามีความคิดเห็นเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตที่ส่งผลต่อการเรียนนักศึกษายุค Gen Z คือการใช้อินเทอร์เน็ตทำให้การหาข้อมูลเพื่อการทำรายงานง่ายขึ้นค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (4.47) และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนคือนักศึกษาเข้าเรียนทุกวิชาอย่างสม่ำเสมอ ($\bar{X} = 4.25$) รองลงมาคืออาจารย์ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามและให้คำปรึกษาได้เป็นอย่างดี ($\bar{X} = 4.17$)

คำสำคัญ: พฤติกรรม อินเทอร์เน็ต GenZ

Abstract

The objectives of this study were 1) to study the internet usage behavior of GenZ students in Mueang Nakhon Sawan District. Nakhon Sawan Province 2) to study opinions about the Internet that affect learning the research sample consisted of 222 GenZ students born 1999-2002. Data were collected by using a 5-level questionnaire. The statistics used for data analysis were mean, standard deviation. The results of the research were as follows: 1) Internet use behavior of GenZ students in Mueang Nakhon Sawan District Nakhon Sawan Province uses the time period 20.01 – 22.00 to use the Internet 45.90 percent most often outside of school hours. Using the Internet for more than 6 hours per day, 61.70 % use a smart phone as a device that is connected to the Internet, 74.80 percent use the Android system, and 54.50% use the iOS system. During the teaching period, the students use the Internet to communicate with other people 67.70 percent to 74.80 % use social media, most of them use the internet to view YouTube, 76.10, and online learning platform use Google meet 92.80% The overall objectives for students using the Internet were at a high level ($\bar{X} = 3.68$). Teacher's assignments as scheduled averages were at a high level ($\bar{X} = 4.44$). The average was at a high level ($\bar{X} = 4.31$) 2) The students had opinions about Internet that affects learning for Gen Z students is that using the Internet makes it easier to find information for making reports, the mean is at the highest level (4.47) and the factor affecting learning is that students attend all subjects. Consistently ($\bar{X} = 4.25$) followed by instructors who gave students an opportunity to ask questions and give advice very well ($\bar{X} = 4.17$)

Keywords: Behavior, internet, GenZ

บทนำ

อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่มีการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายหลาย ๆ เครือข่ายทั่วโลก โดยใช้ภาษาที่ใช้สื่อสารกันระหว่างคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่าโพรโทคอล (protocol) ผู้ใช้เครือข่ายนี้สามารถสื่อสารถึงกันได้ในหลาย ๆ ทาง อาทิ อีเมล เว็บบอร์ด และ โซเชียลเน็ตเวิร์ค แนวโน้มล่าสุดของการใช้อินเทอร์เน็ตคือการใช้อินเทอร์เน็ตเป็นแหล่งพบปะสังสรรค์เพื่อสร้างเครือข่ายสังคมซึ่งพบว่าปัจจุบันเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมดังกล่าวกำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เช่น Facebook (เฟซบุ๊ก) Twitter (ทวิตเตอร์) Instagram (อินสตาแกรม) และการใช้เริ่มมีการแพร่ขยายเข้าไปสู่การใช้อินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์มือถือ (Mobile Internet) มากขึ้น เนื่องจากเทคโนโลยีปัจจุบันสนับสนุนให้การเข้าถึงเครือข่ายผ่านโทรศัพท์มือถือทำได้ง่ายขึ้นและเป็นผลสืบเนื่องมาจากเทคโนโลยี 3G และ 4G ปัจจุบันจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตทั่วโลกโดยประมาณ 2.095 พันล้านคน หรือ 30.2% ของประชากรทั่วโลก โดยเมื่อเปรียบเทียบในทวีปต่าง ๆ พบว่าทวีปที่มีผู้ใช้อินเทอร์เน็ตมากที่สุดคือเอเชียโดยคิดเป็น 44.0 % ของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตทั้งหมด และประเทศที่มีประชากรผู้ใช้อินเทอร์เน็ตมากที่สุดคือประเทศจีน คิดเป็นจำนวน 384 ล้านคน หากเปรียบเทียบจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตกับจำนวนประชากรรวม พบว่าทวีปอเมริกาเหนือมีสัดส่วนผู้ใช้ต่อประชากรสูงที่สุดคือ 78.3 % รองลงมาได้แก่ ทวีปออสเตรเลีย 60.1 % และ ทวีปยุโรป คิดเป็น 58.3 % ตามลำดับ [1] สอดคล้องกับผลวิจัยเรื่องพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของนิสิตคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา (อิทธิพัทธ์ โยระพันธ์ และ ชูชาติ ศิริปัญญาณะ, 2560.) พบว่านิสิตใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมากที่สุดคือ การติดต่อสื่อสารออนไลน์ ปริมาณการใช้งานเทคโนโลยี

สารสนเทศมากที่สุดคือ การติดต่อสื่อสารออนไลน์ สถานที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมากที่สุดนอกจากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของตนเองคือห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ การเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมากที่สุดคือ การสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูล และความพึงพอใจต่อการให้บริการระบบเทคโนโลยีสารสนเทศของคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มากที่สุดคือ ความพึงพอใจต่อระบบไวไฟ (Wi-Fi) ที่ให้บริการ [2] หลักในการเลือกใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการเรียนการสอน ส่วนใหญ่เลือกตามเนื้อหาของหน่วยการเรียนการสอน ครูจัดกิจกรรมที่ค้ำประกัน ถึงระยะเวลาที่เหมาะสมกับวัยและสามารถยืดหยุ่นได้ตามความสนใจของเด็ก จัดเตรียมและคัดเลือกสื่อและอุปกรณ์ เทคโนโลยีสารสนเทศที่มีในโรงเรียน โดยเลือกใช้สื่อจากเครื่องเล่นซีดีหรือดีวีดีมากที่สุด การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนระดับอนุบาลโดยรวมอยู่ในระดับมากโดยมีการประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมพัฒนาการของเด็กและการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเมินสภาพและปัญหาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนระดับอนุบาลในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (สายสุตา บันตระกูล, 2557) [3] ปัจจัยด้านเทคโนโลยีที่มีความจำเป็นในการใช้เทคโนโลยีระหว่างผู้สอนและผู้เรียนการเลือกใช้อุปกรณ์ ต่าง ๆ ทำให้ลดเวลาและมุ่งเน้นทำกิจกรรมอื่น ๆ ได้สะดวกมากขึ้น แต่ทั้งนี้จำเป็นต้องพิจารณาเรื่องของการใช้อุปกรณ์และเครือข่ายด้านเทคโนโลยีที่สมบูรณ์ทำให้ง่ายต่อการเรียนการสอนและการติดต่อสื่อสารแบบไม่ประสานเวลาการใช้แอปพลิเคชันไลน์ในการจัดการเรียนการสอนจะเป็นนักศึกษาอายุระหว่าง 19 – 23 ปีที่มีความคุ้นเคยในการใช้อุปกรณ์แล้ว [4] (นิตยา มณีวงศ์, 2564)

จากข้อมูลดังกล่าวมาข้างต้นจึงเป็นที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษายุค GenZ ในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์เพื่อที่จะได้นำผลงานวิจัยมาใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ การจัดการสื่ออินเทอร์เน็ตที่เหมาะสมการเตรียมสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสม เตรียมช่องทางการสื่อสารหรือติดต่อกันอย่างเหมาะสมเพื่อเตรียมรองรับนักเรียนที่จะเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีสายเทคโนโลยีสารสนเทศให้มีเทคโนโลยีที่รองรับต่อพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของนักเรียน GenZ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอน การศึกษาค้นคว้า และสร้างเสริมความคิดสร้างสรรค์และการใช้จ่ายงบประมาณในการลงทุนในระบบเทคโนโลยีสารสนเทศให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษายุค GenZ ในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตที่ส่งผลต่อการเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นลักษณะเชิงพรรณนา (Descriptive Research) ซึ่งเป็นการวิจัยประเภทเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยกำหนดวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยค้นคว้าดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

- 1) ผู้วิจัยนำแบบสอบถามแจกให้กลุ่มตัวอย่างในการตอบแบบสอบถามการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาในยุค Gen z ที่เกิด พ.ศ. 2542- พ.ศ. 2545 ที่ศึกษาในระดับปริญญาตรีในสาขาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี ในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

2) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามส่งกลับมายังผู้วิจัย

3) ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในแบบสอบถาม โดยตรวจสอบความถูกต้อง คิดความถูกต้องของข้อมูลในแบบสอบถามเป็นร้อยละของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด แล้วลงรหัสในแบบสอบถาม และทำการวิเคราะห์ทางสถิติ

ขอบเขตด้านกลุ่มประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาในยุค Gen z ที่เกิด พ.ศ. 2542-พ.ศ. 2545 ที่ศึกษาในระดับปริญญาตรีในสาขาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี ในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ มีจำนวน 500 คน และกลุ่มตัวอย่างจำนวนประชากรที่ศึกษาในระดับปริญญาตรีในสาขาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี ในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างจึงกำหนดค่าระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้คือ 5% โดยใช้ตารางกลุ่มตัวอย่างสำเร็จรูปของ ทาโร ยามาเน่ (Yamane) พบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้มีจำนวน 222 ตัวอย่าง

ขอบเขตด้านเนื้อหา ศึกษาเอกสารแนวคิดทฤษฎี เอกสารทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ต วัตถุประสงค์การใช้อินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นประเด็นหลักในการศึกษาในครั้งนี้ ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดขอบเขตในรูปแบบของแบบสอบถาม (Questionnaire) โดยเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับลักษณะทางประชากร พฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษายุค GenZ ซึ่งเป็นแบบสอบถามชนิดปลายปิด (Close-ended Questions) โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะทางประชากรของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นแบบสอบถามแบบเลือกตอบ (Check list) ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น เพศ อายุ ชั้นปี และใช้อินเทอร์เน็ตมือถือ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ระดับผลการเรียนของนักศึกษา)

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตเป็นแบบสอบถามแบบเลือกตอบ (Check list) ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ระบบปฏิบัติการที่ใช้ การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อการเรียน การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่ออ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ อินเทอร์เน็ตในการติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่น การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อใช้งาน Social media ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อสิ่งใด และใช้แพลตฟอร์มเพื่อการเรียนออนไลน์ด้านห้องเรียนเสมือนจริง และมาตรวัดแบบประมาณค่า(Likert scale) ใช้กับจุดประสงค์ในการใช้งานอินเทอร์เน็ต โดยผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์การให้คะแนนในการวัดตัวแปร ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง มีจุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ตระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีจุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ตระดับมาก

3 หมายถึง มีจุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ตระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีจุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ตระดับน้อย

1 หมายถึง มีจุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ตระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตที่ส่งผลต่อการเรียนใช้มาตรวัดแบบประมาณค่า(Likert scale)

ตอนที่ 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้มาตรวัดแบบประมาณค่า (Likert scale) กำหนดเป็นเกณฑ์ในการแปลผลการวิเคราะห์ 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด). 2545 :102-103 ดังนี้

4.51– 5.00 ระดับความคิดเห็น มากที่สุด

3.51– 4.50 ระดับความคิดเห็น มาก

2.51–3.50 ระดับความคิดเห็น ปานกลาง

- 1.51–2.50 ระดับความคิดเห็น น้อย
- 1.00–1.50 ระดับความคิดเห็น น้อยที่สุด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นจากการศึกษาเอกสารทางวิชาการ แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) และแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (5 Rating Scales) จากนั้นตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) ของเครื่องมือโดยนำแบบสอบถามเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ที่จะต้องวัด (Index of Item Objective Corgruence : IOC) โดยได้ค่า IOC ระหว่าง 0.60 – 1.00 หลังจากนั้นนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.914

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคำนวณชุดค่าสถิติสำเร็จรูปด้วยคอมพิวเตอร์ (SPSS) สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) และการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถดถอยพหุคูณแบบมาตรฐาน (standard multiple regression analysis)

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง“พฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตและผลกระทบทางการเรียนของนักศึกษา GenZ ในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์” เป็นการศึกษาเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ในรูปแบบการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาจำนวน 222 คน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะทางประชากรของผู้ตอบแบบสอบถาม
- ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ระดับผลการเรียนของนักศึกษา)
- ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ต
- ตอนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตที่ส่งผลต่อการเรียน
- ตอนที่ 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียน

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะทางประชากรของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละของลักษณะทั่วไปทางประชากร

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศชาย	68	30.60
เพศหญิง	150	69.40
ช่วงอายุ 18 -19 ปี	56	25.20
ช่วงอายุ 20 - 22 ปี	137	61.70
ช่วงอายุ 23 - 24 ปี	29	13.10
ชั้นปีที่ 1	78	35.10
ชั้นปีที่ 2	55	24.80
ชั้นปีที่ 3	60	27
ชั้นปีที่ 4	29	13.10
ใช้งานอินเทอร์เน็ต	205	90.30
ไม่ใช้งานอินเทอร์เน็ต	17	7.70

จากตารางที่ 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 69.40 เป็นเพศหญิง และร้อยละ 30.60 เป็นเพศชาย ช่วงอายุส่วนใหญ่ร้อยละ 61.70 มีอายุ 20 - 22 ปี รองลงมาร้อยละ 25.20 มีอายุ 18 -19 ปี และร้อยละ 13.10 มีอายุ 23 - 24 ปี ตามลำดับ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 35.10 รองลงมาเป็นชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 27 ชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 24.80 และชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 13.10 ตามลำดับ มีการใช้อินเทอร์เน็ตร้อยละ 90.30 และไม่ใช้อินเทอร์เน็ตร้อยละ 7.70

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละของผลการเรียนสะสม (CGPA) ณ ปัจจุบัน

ผลการเรียนสะสม (CGPA)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
3.51-4.00	32	14.40
3.01-3.50	83	37.40
2.51-3.00	70	31.50
2.00-2.50	35	15.80
ต่ำกว่า 2.00	2	0.90
รวม	222	100

จากตารางที่ 2 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีผลการเรียนอยู่ในช่วง 3.01-3.50 ร้อยละ 37.40 รองลงมาผลการเรียนอยู่ในช่วง 2.51-3.00 ร้อยละ 31.50 ผลการ เรียนอยู่ในช่วง 2.00-2.50 ร้อยละ 15.80 ผลการ เรียนอยู่ในช่วง 3.51- 4.00 ร้อยละ 14.40 และผลการเรียนอยู่ในช่วงต่ำกว่า 2.00 ร้อยละ 0.90 ตามลำดับ

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ต

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนและร้อยละเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ต

พฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ต	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ใช้อินเทอร์เน็ตช่วงเวลา 06.00 – 08.00 น.	3	1.40
ใช้อินเทอร์เน็ตช่วงเวลา 08.01 – 10.00 น.	11	5
ใช้อินเทอร์เน็ตช่วงเวลา 10.01 – 12.00 น.	12	5.4
ใช้อินเทอร์เน็ตช่วงเวลา 12.01 – 14.00 น.	7	3.2
ใช้อินเทอร์เน็ตช่วงเวลา 14.01 – 17.00 น.	9	4.10
ใช้อินเทอร์เน็ตช่วงเวลา 17.01 – 20.00 น.	49	22.10
ใช้อินเทอร์เน็ตช่วงเวลา 20.01 – 22.00 น.	102	45.90
ใช้อินเทอร์เน็ตช่วงเวลา 22.01 – 00.00 น.	29	13.10
ระยะเวลาในการใช้อินเทอร์เน็ต 1 - 3 ชั่วโมง	15	6.80
ระยะเวลาในการใช้อินเทอร์เน็ต 4 - 6 ชั่วโมง	70	31.50
ระยะเวลาในการใช้อินเทอร์เน็ต มากกว่า 6 ชั่วโมง	137	61.70
ใช้ Personal computer เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	5	2.30
ใช้ Note book Computer เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	30	13.50
ใช้ Smart phone เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	166	74.80
ใช้ Tablet เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	3	1.40
ใช้ Ipad เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	11	5
ใช้ระบบปฏิบัติการ Android	121	54.50
ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS	81	36.50
ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows	20	9
เวลาในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อหาความรู้ 30 นาที	48	21.60
เวลาในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อหาความรู้ 45 นาที	56	25.20
เวลาในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อหาความรู้ 60 นาที	32	14.40
เวลาในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อหาความรู้ มากกว่า 60 นาที	86	38.70
ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่ออ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	168	75.70
ไม่ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่ออ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	54	24.30
ใช้อินเทอร์เน็ตระหว่างที่อาจารย์สอนในการติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่น	150	67.60
ไม่ใช้อินเทอร์เน็ตระหว่างที่อาจารย์สอนในการติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่น	72	32.40
ใช้อินเทอร์เน็ตระหว่างที่อาจารย์สอนเพื่อใช้งาน Social media	166	74.80
ไม่ใช้อินเทอร์เน็ตระหว่างที่อาจารย์สอนเพื่อใช้งาน Social media	56	25.20
ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อ Social media	157	70.70
ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อ ดูทีวีออนไลน์	62	27.90
ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อ เปิดเพลงออนไลน์ของ JOOX	33	14.90
ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อ เกมออนไลน์	70	31.50
ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อ ดู YouTube	169	76.10
ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อ Shopping Online	68	30.60

ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อ E-book	16	7.2
ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อ Internet Banking	20	9
ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อ Search Engine (ค้นหาข้อมูล)	69	31.10
ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อ ส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์	17	7.70
ใช้ Google meet เพื่อการเรียนออนไลน์	206	92.80
ใช้ Zoom cloud meeting เพื่อการเรียนออนไลน์	16	7.20
ใช้ Line meeting เพื่อการเรียนออนไลน์	0	0
ใช้ Microsoft teams เพื่อการเรียนออนไลน์	0	0

จากตารางที่ 3 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ช่วงเวลาที่ใช้อินเทอร์เน็ตบ่อยที่สุดที่นอกเหนือเวลาเรียน ช่วงเวลา 20.01 – 22.00 น. ร้อยละ 45.90 รองลงมาคือ ช่วงเวลา 17.01 – 20.00 น. ร้อยละ 22.10 ช่วงเวลา 22.01 – 00.00 น. ร้อยละ 13.10 ช่วงเวลา 10.01 – 12.00 น. ร้อยละ 5.4 ช่วงเวลา 08.01 – 10.00 น. ร้อยละ 5 ช่วงเวลา 14.01 – 17.00 น. ร้อยละ 4.10 ช่วงเวลา 12.01 – 14.00 น. ร้อยละ 3.2 ช่วงเวลา 06.00 – 08.00 น. ร้อยละ 1.40 ระยะเวลาในการใช้อินเทอร์เน็ตต่อวันมากกว่า 6 ชั่วโมงร้อยละ 61.70 รองลงมาระยะเวลา 4 - 6 ชั่วโมง ร้อยละ 31.50 ระยะเวลา 1 - 3 ชั่วโมงร้อยละ 6.80 อุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตใช้ Smart phone ร้อยละ 74.80 รองลงมาใช้ Computer Note book ร้อยละ 13.50 ใช้ iPad ร้อยละ 5 ใช้ Personal computer ร้อยละ 2.30 และใช้ Tablet ร้อยละ 1.40 ตามลำดับ ระบบปฏิบัติการที่ใช้คือระบบ Android ร้อยละ 54.50 รองลงมาคือใช้ระบบ iOS ร้อยละ 36.50 และใช้ระบบ Windows ร้อยละ 9 เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อการหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อการเรียนใช้เวลามากกว่า 60 นาที ร้อยละ 38.70 รองลงมาใช้เวลา 45 นาที ร้อยละ 25.20 เวลา 30 นาที ร้อยละ 21.60 และเวลา 60 นาที ร้อยละ 14.40 ตามลำดับ ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่ออ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 75.70 และไม่ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่ออ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ร้อยละ 24.30 ระหว่างที่อาจารย์สอนใช้อินเทอร์เน็ตในการติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่นใช้อินเทอร์เน็ต 67.60 และไม่ใช้อินเทอร์เน็ตระหว่างที่อาจารย์สอนใช้อินเทอร์เน็ตในการติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่นร้อยละ 32.40 ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อใช้งาน Social Media ร้อยละ 74.80 และไม่ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อใช้งาน Social Media ระหว่างที่อาจารย์สอน ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อดู Youtube ร้อยละ 76.10 รองลงมาเพื่อใช้ Social Media ร้อยละ 70.70 เกมออนไลน์ ร้อยละ 31.50 Search Engine (ค้นหาข้อมูล) ร้อยละ 31.10 Shopping Online ร้อยละ 30.60 ดูทีวีออนไลน์ ร้อยละ 27.90 เปิดเพลงออนไลน์ของ JOOX ร้อยละ 14.90 Internet Banking ร้อยละ 9 จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Email) ร้อยละ 7.70 E-Book ร้อยละ 7.20 ตามลำดับ และใช้แพลตฟอร์มเพื่อการเรียนออนไลน์ด้านห้องเรียนเสมือนจริงของ Google Meet ร้อยละ 92.80 และใช้ Zoom Cloud Meeting ร้อยละ 7.20

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนและร้อยละของจุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ต ด้านการศึกษา ด้านความบันเทิง ด้านการติดต่อสื่อสาร ด้านการหารายได้ออนไลน์

จุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ต	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
ด้านการศึกษา			
ใช้ทำแบบฝึกหัด ใบงาน ทำการบ้าน	4.27	0.681	มาก
ใช้ค้นหาข้อมูลเพื่อประกอบการเรียนและการทำงานส่งอาจารย์	4.41	0.648	มาก
ใช้ส่งงานอาจารย์ตามที่กำหนด	4.44	0.652	มาก
ค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเพื่อเตรียมตัวสอบ	4.24	0.706	มาก
ใช้ตั้งกระทู้ถามในเว็บไซต์ต่าง ๆ เป็นต้น	3.24	1.049	ปานกลาง
รวมรายด้าน	4.12	0.170	มาก
ด้านความบันเทิง			
ดูหนัง ฟังเพลงออนไลน์	4.31	0.756	มาก
เล่นเกมออนไลน์	3.45	1.147	ปานกลาง
ติดตามข่าวสารบันเทิง กีฬา ดารา	3.46	0.928	ปานกลาง
ซื้อของออนไลน์ผ่านช่องทางการถ่ายทอดสด(Live)	3.53	0.996	มาก
ใช้งานโซเชียลเน็ตเวิร์ค	4.15	0.764	มาก
รวมรายด้าน	3.78	0.165	มาก
ด้านการติดต่อสื่อสาร			
ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อส่งงานอาจารย์ผ่าน E-mail	4.12	0.836	มาก
ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อสร้างรายได้ (เช่น ขายของ เล่นหุ้น)	3.21	1.005	ปานกลาง
ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อพูดคุยกับเพื่อน	4.31	0.729	มาก
ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อติดต่อสื่อสารกับบุคคลในครอบครัว	4.20	0.807	มาก
ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อติดต่อสื่อสารในการทำงานกลุ่ม	4.25	0.766	มาก
รวมรายด้าน	4.018	0.107	มาก
ด้านการหารายได้ออนไลน์			
ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อขายสินค้าออนไลน์	3.04	1.026	ปานกลาง
ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อเทรดหุ้น หรือ คริปโตเคอเรนซ์	2.71	0.897	น้อย
ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อสตรีมเกม เล่นเกมเพื่อหารายได้	2.74	1.003	น้อย
ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อรับจ้างพิมพ์งาน จัดทำสื่อ ตัดต่อวิดีโอ	2.84	0.988	น้อย
ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อทำช่องทางโซเชียล (เช่น YouTube)	2.76	1.015	น้อย
รวมรายด้าน	2.818	0.052	น้อย
รวม	3.68	0.153	มาก

จากตารางที่ 4 จุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ตด้านการศึกษา อยู่ในระดับมาก (4.12) ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างมีจุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ตด้านการศึกษาในระดับมากในประเด็นใช้ส่งงานอาจารย์ตามที่กำหนด (4.44) รองลงมาในระดับมากในประเด็นใช้ค้นหาข้อมูลเพื่อประกอบการเรียนและการทำงานส่งอาจารย์ (4.41) ระดับมากในประเด็นใช้ทำแบบฝึกหัด ใบงาน ทำการบ้าน (4.27) ระดับมากในประเด็นค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเพื่อเตรียม

ตัวสอบ (4.24) และระดับปานกลางในประเด็นใช้ตั้งกระทู้ถามในเว็บไซต์ต่าง ๆ (3.24) ตามลำดับมีจุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ตด้านความบันเทิงอยู่ในระดับปานกลาง (3.78) ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างมีจุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ตด้านความบันเทิงระดับมากในประเด็นดูหนัง ฟังเพลงออนไลน์ (4.31) รองลงมาในระดับมากในประเด็นใช้งานสื่อโซเชียลเน็ตเวิร์ค (4.15) ระดับมากในประเด็นซื้อของออนไลน์ผ่านช่องทางการถ่ายทอดสด (Live) (3.53) ระดับมากในประเด็นติดตามข่าวสารระดับบันเทิง กีฬา ดารา (3.46) และระดับมากในประเด็นเล่นเกมออนไลน์ (3.45) ตามลำดับ มีจุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ตด้านการติดต่อสื่อสารอยู่ในระดับมาก (4.02) ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างมีจุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ตด้านการติดต่อสื่อสารระดับมากในประเด็นรองลงมาในระดับมากในประเด็นใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อพูดคุยกับเพื่อน (4.31) ระดับมากในประเด็นใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อติดต่อสื่อสารในการทำงานกลุ่ม (4.25) ระดับมากในประเด็นใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อติดต่อสื่อสารกับบุคคลในครอบครัว (4.20) ระดับมากในประเด็นใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อส่งงานอาจารย์ผ่าน E-mail (4.12) และระดับปานกลางในประเด็นใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อสร้างรายได้ (เช่น ขายของ เล่นหุ้น) (3.21) ตามลำดับ และมีจุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ตด้านการหารายได้ออนไลน์อยู่ในระดับน้อย (2.82) ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างมีจุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ตด้านการหารายได้ออนไลน์ระดับปานกลางในประเด็นใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อขายสินค้าออนไลน์ (3.04) รองลงมาในระดับน้อยในประเด็นใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อรับจ้างพิมพ์งาน จัดทำสื่อ ตัดต่อวิดีโอ (2.84) ระดับน้อยในประเด็นใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อทำช่องทางโซเชียล (เช่น YouTube) (2.76) ระดับน้อยในประเด็นใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อสตรีมเกม เล่นเกมเพื่อหารายได้ (2.74) และระดับน้อยในประเด็นใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อเทรดหุ้น หรือ คริปโตเคอเรนซี (2.71) ตามลำดับ

ตอนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตที่ส่งผลต่อการเรียน

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การใช้อินเทอร์เน็ตที่ส่งผลต่อการเรียน

การใช้อินเทอร์เน็ตที่ส่งผลต่อการเรียน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
การใช้อินเทอร์เน็ตทำให้การหาข้อมูลเพื่อการทำรายงาน ง่ายขึ้น	4.47	0.593	มาก
การใช้อินเทอร์เน็ตทำให้มีความรู้รอบตัวที่สามารถใช้ประกอบการเรียนได้ดีขึ้น	4.39	0.692	มาก
การใช้งานอินเทอร์เน็ตทำให้มีผลการเรียนดีขึ้น	4.09	0.776	มาก
การใช้งานอินเทอร์เน็ตทำให้เกิดความสะดวกในการเรียน	4.33	0.787	มาก
การใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อการอ่านข้อมูลทำให้จำข้อมูลได้ดีกว่าอ่านหนังสือ	3.94	0.863	มาก
การใช้งานอินเทอร์เน็ตทำให้ส่งงานอาจารย์ได้สะดวก และทันเวลา	4.30	0.744	มาก
การใช้งานอินเทอร์เน็ตช่วยลดเวลาในการทำบ้าน	4.03	0.871	มาก
การใช้อินเทอร์เน็ตในด้านการศึกษาจะทำให้ผลการเรียนดีขึ้นมากน้อยเพียงใด	3.93	0.826	มาก
รวม	4.19	0.199	มาก

จากตารางที่ 5 โดยรวมกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตที่ส่งผลต่อการเรียนอยู่ในระดับมาก (4.19) ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตที่ส่งผลต่อการเรียนระดับมากในประเด็นการใช้อินเทอร์เน็ตทำให้การหาข้อมูลเพื่อการทำรายงาน ง่ายขึ้น (4.47) รองลงมาในระดับมากในประเด็นการใช้อินเทอร์เน็ตทำให้มีความรู้รอบตัวที่สามารถใช้ประกอบการเรียนได้ดีขึ้น (4.39) ระดับมากในประเด็นการใช้งานอินเทอร์เน็ตทำให้เกิดความสะดวกในการเรียน (4.33) ระดับมากในประเด็นการใช้งานอินเทอร์เน็ตทำให้ส่งงานอาจารย์ได้สะดวก และทันเวลา (4.30) ระดับมากในประเด็นการใช้งานอินเทอร์เน็ตทำให้มีผลการเรียนดีขึ้น (4.09)

ระดับมากในประเด็นการใช้งานอินเทอร์เน็ตช่วยลดเวลาในการทำงาน (4.03) ระดับมากในประเด็นการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อการอ่านข้อมูลทำให้จำข้อมูลได้ดีกว่าอ่านหนังสือ (3.94) และระดับมากในประเด็นการใช้งานอินเทอร์เน็ตในด้านการศึกษจะทำให้ผลการเรียนดีขึ้นมากน้อยเพียงใด (3.93) ตามลำดับ

ตอนที่ 5 ปัจจัยที่ส่งผลทางการเรียน

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
นักศึกษามีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อำนวยความสะดวกต่อการเรียน	3.96	0.870	มาก
นักศึกษาทัศนคติที่ดีต่ออาจารย์ผู้สอน	4.11	0.753	มาก
นักศึกษามีสมาธิในขณะที่เรียนในห้องเรียน หรือห้องเรียนออนไลน์	3.70	0.884	มาก
นักศึกษาเข้าเรียนทุกวิชาอย่างสม่ำเสมอ	4.25	0.742	มาก
นักศึกษาชอบค้นคว้าหาความรู้ตลอดเวลา	3.83	0.775	มาก
ผู้ปกครองให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายและอุปกรณ์การเรียนอย่างสม่ำเสมอ และสนับสนุนค่าใช้จ่ายด้านอินเทอร์เน็ต	3.75	0.921	มาก
สาขาวิชามีสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่สะดวกต่อการเรียนการสอน	3.72	0.863	มาก
สาขาวิชามีสื่อการสอนช่วยให้ศึกษาย้อนหลังได้	3.80	0.883	มาก
อาจารย์ผู้สอนมีความสามารถในการสอน และสร้างบรรยากาศที่เหมาะสมแก่การเรียนรู้ของนักศึกษา	3.92	0.835	มาก
อาจารย์ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามและให้ คำปรึกษาได้เป็นอย่างดี	4.17	0.789	มาก
รวม	3.92	0.187	มาก

จากตารางที่ 6 โดยรวมกลุ่มตัวอย่างมีปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับมาก(3.92) ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างมีปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับมากในประเด็นนักศึกษาเข้าเรียนทุกวิชาอย่างสม่ำเสมอ (4.25) รองลงมาในระดับมากในประเด็น อาจารย์ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามและให้ คำปรึกษาได้เป็นอย่างดี (4.17)ระดับมากในประเด็น นักศึกษามีทัศนคติที่ดีต่ออาจารย์ผู้สอน (4.11)ระดับมากในประเด็น นักศึกษามีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อำนวยความสะดวกต่อการเรียน (3.96) ระดับมากในประเด็น อาจารย์ผู้สอนมีความสามารถในการสอน และสร้างบรรยากาศที่เหมาะสมแก่การเรียนรู้ของนักศึกษา (3.92) ระดับมากในประเด็น นักศึกษาชอบค้นคว้าหาความรู้ตลอดเวลา (3.83) ระดับมากในประเด็น สาขาวิชามีสื่อการสอนช่วยให้ศึกษาย้อนหลังได้ (3.80) ระดับมากในประเด็น ผู้ปกครองให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายและอุปกรณ์การเรียนอย่างสม่ำเสมอ และสนับสนุนค่าใช้จ่ายด้านอินเทอร์เน็ต (3.75) ระดับมากในประเด็น สาขาวิชามีสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่สะดวกต่อการเรียนการสอน (3.72) และระดับมากในประเด็น นักศึกษามีสมาธิในขณะที่เรียนในห้องเรียน หรือห้องเรียนออนไลน์ (3.70) ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาพฤติกรรมกรการใช้อินเทอร์เน็ตและผลกระทบทางการเรียนของนักศึกษายุค GenZ ในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์" ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางประชากรของผู้ตอบแบบสอบถาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ระดับผลการเรียนของนักศึกษา) พฤติกรรมกรการใช้อินเทอร์เน็ต ความคิดเห็นเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตที่ส่งผลต่อการเรียน และปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. จากการศึกษาพบว่านักศึกษายุค GenZ มีพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตร้อยละ 90.30 มีอายุอยู่ในช่วงอายุ 20 - 22 ปี เป็นเพศหญิงร้อยละ 69.40 และช่วงเวลาที่ใช้อินเทอร์เน็ตบ่อยที่สุดคือเวลา 20.01 – 22.00 น. โดยใช้เวลาในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อวันมากกว่า 6 ชั่วโมงถึงร้อยละ 61.70 และอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อเป็นประเภท Smart Phone ผ่านระบบปฏิบัติการ Android กิจกรรมที่ทำเมื่อใช้งานอินเทอร์เน็ตคือเพื่อดูคลิปวิดีโอผ่าน YouTube ร้อยละ 76.10 อันดับถัดมาคือใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อ Social media ร้อยละ 70.70 และในด้านของการใช้งานแพลตฟอร์มเพื่อการเรียนออนไลน์ใช้ Google meet ร้อยละ 92.80 สอดคล้องกับผลการวิจัยของปิยวัฒน์ เกตุวงศา และศุทธิดา ชวนวัน พบว่า กลุ่มประชากรที่ใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ส่วนใหญ่ยังคงเป็นกลุ่มเยาวชนช่วงอายุ 15–24 ปี สำหรับกิจกรรมที่เป็นที่นิยมมากที่สุดในการใช้อินเทอร์เน็ตคือการใช้สื่อสังคมออนไลน์เป็นกิจกรรมยอดนิยมของทุกเพศทุกวัยไม่ว่าจะเป็นการใช้เพื่อพูดคุยออนไลน์แบบเห็นหน้าหรือไม่เห็นหน้า การแชร์ภาพถ่าย การดูคลิปวิดีโอ การดูละครหรือรายการโปรดย้อนหลัง เป็นต้นกิจกรรมเหล่านี้ล้วนเป็นกิจกรรมที่พบเห็นได้ในสถานที่ต่าง ๆ โดยมีผู้ใช้อินเทอร์เน็ตสูงถึงร้อยละ 96.10 ใช้ในการพูดคุยผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ไม่ว่าจะเป็นเฟซบุ๊ก ไลน์ อิน스타그램 เป็นต้น และมีผู้ใช้อินเทอร์เน็ตร้อยละ 88.1 ในการดูคลิปวิดีโอผ่านยูทูปอันดับถัดมาเป็นการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อค้นหาข้อมูลร้อยละ 79.71 และสอดคล้องกับงานวิจัยของหยาดพิรุณ ศุภราการสกุล พบว่านักเรียนที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ใช้งาน Facebook คิดเป็นร้อยละ 97.10 มีวัตถุประสงค์ในการอินเทอร์เน็ตใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social Media) เพื่อติดต่อเพื่อนเวลาเฉลี่ยในการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social Media) เท่ากับ 5.59 ชั่วโมงต่อวันมีค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่าย 416.77 บาทต่อเดือน [5] และสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยวัฒน์ เกตุวงศา และศุทธิดา ชวนวัน พบว่า กลุ่มประชากรที่ใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ส่วนใหญ่ยังคงเป็นกลุ่มเยาวชนช่วงอายุ 15–24 ปี และมีการขยายตัวของจำนวนผู้ใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ไปกลุ่มอื่น ๆ อีกด้วย โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กและผู้สูงอายุ สำหรับกิจกรรมที่เป็นที่นิยมมากที่สุดในการใช้อินเทอร์เน็ต คือ การใช้สื่อสังคมออนไลน์ เป็นกิจกรรมยอดนิยมของทุกเพศทุกวัยไม่ว่าจะเป็นการใช้เพื่อพูดคุยออนไลน์แบบเห็นหน้าหรือไม่เห็นหน้า การแชร์ภาพถ่าย การดูคลิปวิดีโอ การดูละครหรือรายการโปรดย้อนหลัง เป็นต้น [6] จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เห็นตรงกันกับงานวิจัยที่ศึกษาในด้านพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตว่ามีพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตในการดูคลิปวิดีโอผ่าน YouTube และพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อใช้งาน Social media และมีจำนวนชั่วโมงในการใช้งานต่อวันมากกว่า 6 ชั่วโมง

2. จากการศึกษาพบว่านักศึกษายุค GenZ มีจุดประสงค์ในการใช้อินเทอร์เน็ตแต่ละด้านเป็นดังนี้ ด้านการศึกษา ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อใช้ส่งงานอาจารย์ตามที่กำหนด ($\bar{X} = 4.44$) อันดับถัดมากรองลงมาใช้ค้นหาข้อมูลเพื่อประกอบการเรียนและการทำงานส่งอาจารย์ ($\bar{X} = 4.41$) ด้านความบันเทิงใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อดูหนัง ฟังเพลงออนไลน์ ($\bar{X} = 4.31$) อันดับถัดมาเพื่อใช้งานโซเชียลเน็ตเวิร์ค ($\bar{X} = 4.15$) ด้านการติดต่อสื่อสารใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อพูดคุยกับเพื่อน ($\bar{X} = 4.31$) และด้านการหารายได้ออนไลน์ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อขายสินค้าออนไลน์ ($\bar{X} = 3.04$) สอดคล้องกับผลการวิจัยของอิทธิพัทธ์ โยระพันธ์ และชูชาติ ศิริปัญญาจะ [2] พบว่านิสิตใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมากที่สุดคือการติดต่อสื่อสารออนไลน์ ปริมาณการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศมากที่สุดคือการติดต่อสื่อสารออนไลน์ สถานที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมากที่สุดนอกจากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของตนเองคือห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ การเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมากที่สุดคือการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลและความพึงพอใจต่อการให้บริการระบบเทคโนโลยีสารสนเทศของคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มากที่สุดคือความพึงพอใจต่อระบบไวไฟ (Wi-Fi) ที่ให้บริการ และสอดคล้องกับงานวิจัยของชเนตตี สยนานนท์ พบว่า

พฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสมเด็จพระเจ้าพระยา โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก จากการศึกษางานวิจัยครั้งนี้เห็นตรงกันกับงานวิจัยที่ศึกษาว่านักศึกษาจะใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อด้านการศึกษา ด้านการสื่อสารซึ่งโดยการใช้งานอินเทอร์เน็ตเป็นหลัก [8]

3. จากการศึกษาพบว่านักศึกษา Gen Z มีผลการเรียนอยู่ 3.01- 3.50 ร้อยละ 37.40 มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานอินเทอร์เน็ตที่ส่งผลต่อการเรียนระดับมากในประเด็นการใช้อินเทอร์เน็ตทำให้การหาข้อมูลเพื่อการทำรายงาน ง่ายขึ้น ร้อยละ 4.47 และปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือนักศึกษาเข้าเรียนทุกวิชาอย่างสม่ำเสมอร้อยละ 4.25 อันดับรองลงมาคืออาจารย์ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามและให้ คำปรึกษาได้เป็นอย่างดีร้อยละ 4.17

สรุปผลการวิจัย

1. ผลจากการตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง เพศหญิงช่วงอายุ 20 - 22 ปี กำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 1 และใช้อินเทอร์เน็ต

2. ผลจากการตอบแบบสอบถามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผลการเรียนอยู่ในระดับเกรด 3.01- 3.50

3. ผลจากการตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตช่วงเวลาที่อินเทอร์เน็ตบ่อบยที่สุดที่นอกเหนือเวลาเรียนคือเวลา 20.01 – 22.00 น. ใช้อินเทอร์เน็ตต่อวันมากกว่า 6 ชั่วโมง ใช้ Smart phone เป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตระบบปฏิบัติการที่ใช้เป็นระบบ Android ใช้เวลามากกว่า 60 นาทีในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อการหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อการเรียนเพื่ออ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในระหว่างอาจารย์สอนใช้อินเทอร์เน็ตการติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่น และใช้งาน Social media ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเพื่อดู YouTube แพลตฟอร์มเพื่อการเรียนออนไลน์คือ Google meet วัตถุประสงค์ที่นักศึกษาใช้อินเทอร์เน็ตด้านการศึกษาเพื่อส่งงานอาจารย์ตามกำหนด ด้านความบันเทิงเพื่อดูหนังฟังเพลงออนไลน์ ด้านการติดต่อสื่อสารเพื่อพูดคุยกับเพื่อน และด้านการหารายได้ออนไลน์เพื่อขายสินค้าออนไลน์

4. ผลจากการตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตที่ส่งผลต่อการเรียนนักศึกษาส่วนใหญ่มีความเห็นว่าการใช้อินเทอร์เน็ตทำให้การหาข้อมูลเพื่อการทำรายงานง่ายขึ้น

5. ผลจากการตอบแบบสอบถามด้านปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักศึกษาส่วนใหญ่คิดว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือนักศึกษาเข้าเรียนทุกวิชาอย่างสม่ำเสมอ และอาจารย์ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามและให้ คำปรึกษาได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] คลังความรู้สังคมไทย. (2554). *อินเทอร์เน็ตคืออะไร*. สืบค้นเมื่อ 6 มีนาคม 2565, จาก <https://www.ar.co.th/kp/th/127>
- [2] อธิพัทธ์ โยระพันธ์, และชชชาติ ศิริปัญญาณะ. (2560,มกราคม - มิถุนายน). พฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของนิสิตคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. *วารสารเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มทร.พระนคร*. 2(1), 14 - 22.
- [3] สายสุดา บันตระกูล. (2557,พฤษภาคม – สิงหาคม). การศึกษาสภาพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนระดับอนุบาล ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร. *วารสารสมาคมนักวิจัย*. 9(2), 81-91.
- [4] นิตยา มณีวงศ์. (2564, มกราคม-มิถุนายน). ศึกษาพฤติกรรมและปัจจัยความสำเร็จการเรียนออนไลน์ แอปพลิเคชันไลน์ ในช่วงวิกฤต COVID19. *ครุศาสตร์สาร*. 15(1), 161-173.

- [5] หยาดพิรุณ ศุภรากรสกุล. (2560, กรกฎาคม – ธันวาคม). พฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์และผลกระทบต่อนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดเพชรบูรณ์. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. 8(2), 53-71.
- [6] ปิยวัฒน์ เกตุวงศา, และศุทธิดา ชนวนัน. (2558). ใครเป็นใครบนเครือข่ายสังคมออนไลน์: ความหลากหลายทางคุณลักษณะและพฤติกรรม. สืบค้นจาก http://www.ms.ipsr.mahidol.ac.th/ConferenceXI/article2558_detail.php?article_id
- [7] บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- [8] ชเนตตี สยนานนท์. (2555). *พฤติกรรมและปัญหาการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสมเด็จพระเจ้าพระยา*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

**RANC15-055 แนวทางการพัฒนาหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงอายุ 6-9 ปี
ที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม**

**DEVELOPMENT OF GUIDELINES FOR THAI CHILDREN PICTURE BOOKS (6-9
YEARS OLD): THE CASE OF PROMOTING CO-EXISTENCE SKILLS IN SOCIETY**

อนุสรา ดีไหว*

*Anusara Deewai**

สาขาวิชาวรรณกรรมสำหรับเด็ก ศูนย์การศึกษาปริญญาตรี คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
*Bachelor of Arts Program in Children's Literature, Centre for Undergraduate Studies,
Faculty of Humanities, Srinakharinwirot University*

**Corresponding author, E-mail: anusarade@g.swu.ac.th*

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาหนังสือภาพสำหรับเด็กช่วงอายุ 6-9 ปี ที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม โดยพิจารณาจากกลวิธีการนำเสนอหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงอายุ 6-9 ปี ที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมระหว่างปี พ.ศ. 2553-2563 จำนวน 46 เรื่อง ทั้งด้านเนื้อหา ภาษา และภาพประกอบ รวมทั้งการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ที่เกี่ยวข้องกับเด็กช่วงวัยดังกล่าวในด้านต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่ามีแนวทางการพัฒนาทั้งหมด 6 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหา ควรส่งเสริมให้มีการสร้างสรรค์หนังสือภาพที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการรับรู้อารมณ์และการเห็นคุณค่าในตัวเองมากขึ้น 2) ด้านกลวิธีการนำเสนอเนื้อหา ควรใช้กลวิธีการนำเสนอที่มีชั้นเชิง เพิ่มความสนุกในการวางโครงเรื่องและการเล่าเรื่อง เปิดโอกาสให้ผู้อ่านได้จินตนาการและขบคิด ปิดเรื่องโดยไม่สอนสั่งอย่างตรงไปตรงมา และสร้างตัวละครตามธรรมชาติของเด็ก 3) ด้านการใช้ภาษา ทั้งการตั้งชื่อเรื่องและการดำเนินเรื่องไม่ควรใช้ภาษาในลักษณะที่ชี้แนะหรือสอนสั่งเกินไป 4) ด้านภาพประกอบ ควรเพิ่มรายละเอียดให้ภาพมีส่วนช่วยในการเล่าเรื่องมากขึ้นและใช้เทคนิคภาพที่หลากหลาย 5) ด้านรูปแบบ ควรพัฒนาหนังสือภาพให้มีความร่วมสมัย โดยพัฒนาเป็นสื่ออื่น เช่น คลิปวิดีโอ แอนิเมชัน บทเพลง และบอร์ดเกมหรือการ์ดเกมต่าง ๆ 6) ข้อเสนอแนะในการพัฒนาผู้สร้างสรรค์หนังสือภาพ คือ ผู้ผลิตควรเข้าใจธรรมชาติความเป็นเด็กด้วยการเข้าไปใกล้ชิดและใช้เวลาอยู่กับเด็กเพื่อสร้างสรรค์เรื่องราวที่เข้าถึงเด็กอย่างแท้จริงได้มากขึ้น

คำสำคัญ: หนังสือภาพสำหรับเด็ก ทักษะทางสังคม การอยู่ร่วมกันในสังคม เด็กอายุ 6-9 ปี

Abstract

This research paper aims to study the guidelines for developing picture books for children of the ages 6–9 years old that promotes social coexistence skills. Considering the strategies during 2010-2020 of a total of 46 stories, in terms of content, language, and illustrations, including in-depth interviews with people related to children in various fields. The results showed that there were 6 developmental guidelines, as the following: 1) Content, the creation of picture books should promote more on emotion perception and self-esteem; 2) Content Presentation, should be tactical by adding fun plots and storytelling to give readers an opportunity to imagine and ponder without a direct conclusion to create the children's natural character; 3) Usage of Language, both the title and story should not use language that is too suggestive or instructive; 4) Illustrations, pictures should add more details to help the stories use a variety of visual techniques; 5) Style, picture books should develop to become more contemporary by developing into other media, such as video clips, animations, music, board or card games; 6) Creators Developing Picture Books, creators should understand the nature of children by getting close and spending time with them in order to create stories that genuinely reach more children.

Keywords: Children's Picture Books, Social Skills, Co-Existence in Society, Children Aged 6-9 Years

บทนำ

ทักษะทางสังคมจัดเป็นพื้นฐานสำคัญที่มนุษย์พึงเรียนรู้และควรปลูกฝังตั้งแต่ยังเป็นเด็กเพื่อการใช้ชีวิตร่วมกับบุคคลอื่น ๆ ในสังคมได้อย่างมีความสุข แต่ด้วยวิถีชีวิตสมัยใหม่ในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงไป ทำให้การเรียนรู้เรื่องทักษะทางสังคมย่อมแปรเปลี่ยนไปตามยุคสมัย จากการเรียนรู้ทักษะทางสังคมของเด็กผ่านการเล่นและการสังเกต โดยเฉพาะการเล่นกับเพื่อน เปลี่ยนเป็นการใช้ชีวิตในโลกดิจิทัลโดยเรียนรู้สิ่งต่างๆ ผ่านสื่อออนไลน์หรือการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ และการเรียนพิเศษตามสถาบันกวดวิชา เด็กจึงมีโอกาสรู้ทักษะทางสังคมตามธรรมชาติลดน้อยลง

การสร้างสื่อเพื่อปลูกฝังทัศนคติทางสังคมที่ถูกต้องดีงามแก่เด็กตั้งแต่ยังเล็กเพื่อความเข้าใจในเบื้องต้นและพร้อมนำไปใช้เมื่อพวกเขาเติบโตขึ้นนั้นจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะสื่อคือปัจจัยหลักที่อยู่ในวิถีชีวิตของเด็กในปัจจุบันที่ส่งผลต่อความคิดและพฤติกรรมอย่างแท้จริง แม้จะไม่สามารถป้องกันสื่อที่ส่งผลกระทบต่อด้านลบกับชีวิตของเด็กได้ แต่สื่อก็เป็นเครื่องมือในการเปิดโลกทัศน์ เข้าถึงข้อมูลและให้การรับรู้ถึงสิ่งต่าง ๆ ในโลกใบนี้ได้เช่นกัน [1] ซึ่งหนังสือภาพสำหรับเด็กจัดเป็นสื่อการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับเด็กมากที่สุด ดังที่ รัชนีพร คงสมบูรณ์ [2] ได้กล่าวโดยสรุปว่า การพัฒนาประเทศต้องเริ่มจากพัฒนาคน และต้องเริ่มพัฒนาตั้งแต่ยังเป็นเด็กและเยาวชนก่อนที่จะสายเกินไป หนังสือเป็นปัจจัยและเครื่องมือที่สำคัญในการอบรมเลี้ยงดูเด็กให้เจริญเติบโตและมีพัฒนาการที่ดี ทั้งทางกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา เด็กเรียนรู้ภาษา ศิลปะ การสื่อสารความหมาย ความรู้ ประสบการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนค่านิยมและศีลธรรมอันดีงามจากหนังสือ นอกจากนี้จินตนาการอันบรรเจิดไร้ขอบเขตที่มีชีวิตชีวาในหนังสือ ยังช่วยกล่อมเกลาจิตใจให้ละเอียดละไม ละเอียดอ่อนและมีอิทธิพลต่อทัศนคติอีกด้วย

ตลอด 10 ปีที่ผ่านมา สังคมไทยเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วรอบด้านและยังปรากฏความขัดแย้งทางสังคมในประเด็นต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ประกอบกับวัฒนธรรมการสื่อสารที่ปรับเปลี่ยนอย่างฉับไวด้วยเทคโนโลยีสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาทางสังคมของเด็กที่ส่งผลกระทบต่ออย่างชัดเจน ซึ่งส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิต ทศนคติ และการปรับตัวให้เข้ากับสังคมของเด็ก ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาแนวทางการพัฒนาหนังสือภาพสำหรับเด็กไทย ช่วงอายุ 6-9 ปี ที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2553-2563 โดยพิจารณาจากกลวิธีการนำเสนอเนื้อหา การใช้ภาษา และภาพประกอบ รวมถึงสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องกับแวดวงวรรณกรรมสำหรับเด็กและเยาวชน เพื่อจะได้พบแนวทางในการพัฒนาหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมที่เหมาะสมกับเด็กไทยช่วงวัย 6-9 ปี ซึ่งนับเป็นวัยแห่งการเริ่มต้นเรียนรู้ทักษะชีวิตจากสังคมในปัจจุบันอย่างแท้จริง ทั้งยังเป็นแนวทางให้ผู้สร้างสรรค์หนังสือและสื่อสำหรับเด็กและเยาวชนนำไปพัฒนาสื่อต่อยอดเพื่อประโยชน์อย่างยั่งยืนแก่สังคมไทยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงอายุ 6-9 ปี ที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม อันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างถูกต้องและเหมาะสมสำหรับเด็กไทยในยุคปัจจุบัน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การคัดเลือกและรวบรวมข้อมูล

1.1 คัดเลือกหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงอายุ 6-9 ปี ที่มีเนื้อหาส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมระหว่างปี พ.ศ. 2553-2563 ได้ทั้งหมด 46 เรื่อง โดยกำหนดขอบเขตในการคัดเลือก ดังนี้

1) คัดเลือกเฉพาะหนังสือภาพสำหรับเด็กช่วงอายุ 6-9 ปี ที่สร้างสรรค์โดยนักเขียนและนักวาดภาพประกอบของไทย และจัดพิมพ์โดยสำนักพิมพ์ที่ผลิตหนังสือและสื่อสำหรับเด็กอย่างมีคุณภาพมาเป็นระยะเวลากว่า 10 ปี จนได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2563

2) คัดเลือกเฉพาะหนังสือภาพสำหรับเด็กประเภทบันเทิงคดีที่มีเนื้อหามุ่งเน้นเกี่ยวกับการส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม โดยใช้แนวคิดทักษะทางสังคมที่เด็กต้องเรียนรู้ในเบื้องต้นของสุพันธ์วีดี ไวยรูป [3] ได้แก่ 1. การเรียนรู้เกี่ยวกับการติดต่อและการเล่นกับเพื่อน 2. การเรียนรู้เกี่ยวกับการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนทั้งในด้านการรับและการให้ 3. การเรียนรู้ที่จะเข้ากับเพื่อน ๆ ได้ดี 4. การเรียนรู้ที่จะเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่น 5. การเรียนรู้เกี่ยวกับการผลัดกันทำกิจกรรมและรอคอยให้ถึงรอบของตนเอง 6. การเรียนรู้ในการแบ่งปันกับผู้อื่น 7. การเรียนรู้ที่จะเคารพสิทธิของผู้อื่น และ 8. การเรียนรู้ในการแก้ปัญหาความขัดแย้ง ประกอบกับแนวคิดองค์ประกอบของทักษะทางสังคม 6 ด้านของสุขุมล เกษมสุข [4] ได้แก่ 1. การแสดงออกทางอารมณ์ 2. ความไวในการรับรู้อารมณ์ของผู้อื่น 3. การควบคุมอารมณ์ของตนเอง 4. การแสดงออกทางสังคม 5. ความไวในการรับรู้สังคม และ 6. การควบคุมทางสังคม รวมถึงทฤษฎีทางสังคมอื่น ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์กลวิธีการนำเสนอตามองค์ประกอบการสร้างสรรค์หนังสือภาพสำหรับเด็ก ได้แก่ เนื้อหา การใช้ภาษา และภาพประกอบ

1.2 คัดเลือกกรณีศึกษาหนังสือภาพสำหรับเด็กที่มีเนื้อหาส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2563 เล่มตัวอย่างจำนวน 9 เรื่อง จากทั้งหมด 46 เรื่อง ตามเกณฑ์ข้างต้น โดยคัดเลือกตัวอย่างที่มีการนำเสนอเนื้อหาและรูปแบบที่หลากหลาย เพื่อนำไปเป็นเครื่องมือประกอบการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างในการแสดงความคิดเห็นต่อหนังสือภาพสำหรับเด็กดังกล่าว

1.3 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อสัมภาษณ์ความคิดเห็นที่มีต่อหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงอายุ 6-9 ปี ที่มีเนื้อหาส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2563 โดยใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามสะดวก (Convenience Sampling) แล้วจึงเลือกพิจารณาตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการศึกษา ซึ่งแบ่งตัวแทนผู้ให้สัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล (Individual In-depth Interview) เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มนักวิชาการ ได้แก่ นักวิชาการด้านการประถมศึกษา นักวิชาการด้านการผลิตสื่อสำหรับเด็กและเยาวชน นักการศึกษาทางการศึกษาเพื่อสร้างความเป็นพลเมือง

2) กลุ่มผู้ใช้หนังสือภาพสำหรับเด็ก ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา ครูระดับประถมศึกษาตอนต้น ทั้งโรงเรียนรัฐบาลและเอกชน ตัวแทนห้องสมุดสำหรับเด็ก นักจัดกิจกรรมสำหรับเด็ก ผู้ปกครองและเด็กช่วงวัย 6-9 ปี (ซึ่งคัดเลือกจากการสอบถามคุณครูหรือผู้ปกครองของเด็กที่มีความสนใจในการอ่าน)

3) กลุ่มผู้ผลิตหนังสือภาพสำหรับเด็ก ได้แก่ สำนักพิมพ์ผู้ผลิตหนังสือและสื่อสำหรับเด็กและเยาวชน รวมถึงนักเขียนและนักวาดภาพประกอบหนังสือสำหรับเด็ก รวมกลุ่มตัวอย่างเพื่อสัมภาษณ์ความคิดเห็นทั้งหมดจำนวน 23 คน เพื่อจะได้ข้อมูลในมุมมองที่หลากหลายและครอบคลุมในทุกบริบท

2. การสร้างเครื่องมือ

2.1 สร้างตารางเก็บข้อมูลกลวิธีการนำเสนอในหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม ทั้งด้านเนื้อหา การใช้ภาษา และภาพประกอบ เพื่อจะได้นำรายละเอียดไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2.2 สร้างแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นเชิงลึกรายบุคคลที่มีต่อหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงอายุ 6-9 ปี ที่มีเนื้อหาส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2563

3. การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เก็บข้อมูลและวิเคราะห์กลวิธีการนำเสนอตามองค์ประกอบการสร้างสรรค์หนังสือภาพสำหรับเด็ก ได้แก่ เนื้อหา การใช้ภาษา และภาพประกอบ จากหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงอายุ 6-9 ปี ที่มีเนื้อหาส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2563 โดยอ้างอิงแนวคิดกลวิธีการนำเสนอหนังสือสำหรับเด็กของวิริยะ สิริสิงห ประกอบกับทฤษฎีการวิเคราะห์วรรณกรรมอื่นๆ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการนำเสนอเนื้อหาแก่เด็กและเยาวชนกลุ่มผู้อ่าน

3.2 เก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล โดยศึกษาความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องกับเด็กและเยาวชนต่อหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม 3 กลุ่ม คือ กลุ่มนักวิชาการ กลุ่มผู้ใช้หนังสือภาพสำหรับเด็ก และกลุ่มผู้ผลิตหนังสือภาพสำหรับเด็ก ทั้งนี้การสัมภาษณ์จะใช้คำถามหลัก (Main Questions) ในการสร้างบทสนทนา และใช้คำถามเจาะลึก (Probing Questions) เพิ่มเติม ซึ่งสร้างขึ้นมาจากรายละเอียดของแต่ละประเด็นที่ได้มาจากการสืบค้นวรรณกรรมและระหว่งการสัมภาษณ์

3.3 วิเคราะห์ข้อมูลผลการศึกษาจากกลวิธีการนำเสนอและความคิดเห็นจากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลที่มีต่อหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงวัย 6-9 ปี ที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม เพื่อจะได้พบแนวทางในการพัฒนาหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมที่เหมาะสมกับเด็กไทยช่วงอายุ 6-9 ปี ในปัจจุบันอย่างแท้จริง

ทั้งนี้กรอบการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ใช้ฐานการวิเคราะห์ด้านเนื้อหาจากแนวคิดทักษะทางสังคมที่เด็กต้องเรียนรู้ในเบื้องต้นของสุพันธุวีดี ไวยรูป และแนวคิดองค์ประกอบของทักษะทางสังคม 6 ด้านของสุขุมล เกษมสุข ด้านการวิเคราะห์กลวิธีการนำเสนอเนื้อหาและภาษาจากแนวคิดการสร้างสรรคหนังสือสำหรับเด็กของวิริยะ สิริสิงห ประกอบกับทฤษฎีองค์ประกอบวรรณกรรมของยูวพาส์ (ประทีปะเสน) ชัยศิลป์วัฒนา และด้านการ

วิเคราะห์ภาพประกอบจากแนวคิดองค์ประกอบและหน้าที่ของภาพประกอบในหนังสือภาพสำหรับเด็กของปรีดา ปัญญาจันทร์ และสุดีไพท เมืองไทย รวมถึงทฤษฎีองค์ประกอบในหนังสือภาพสำหรับเด็กของ David L. Russell

4. การสรุปผล

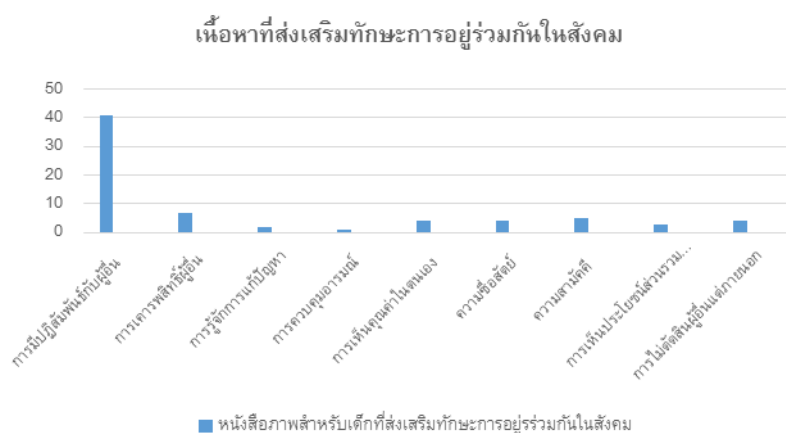
สรุปผลการวิเคราะห์แล้วนำเสนอแบบพรรณนาวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยรวมถึงสื่อสำหรับเด็กและเยาวชนอื่นๆ ที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างถูกต้องเหมาะสม และยั่งยืนสำหรับเด็กไทยในยุคปัจจุบันต่อไป

ผลการวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีการนำเสนอหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงอายุ 6-9 ปี ที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2563 ทั้งด้านเนื้อหา การใช้ภาษา และภาพประกอบตามหลักองค์ประกอบของหนังสือภาพสำหรับเด็ก รวมถึงการศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อหนังสือภาพสำหรับเด็กดังกล่าวจากบุคคลที่เกี่ยวข้องกับเด็กและเยาวชน ทำให้ได้ข้อมูลในมุมมองที่หลากหลายและครอบคลุมในทุกบริบทมากยิ่งขึ้น จึงสามารถวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงอายุ 6-9 ปี ที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม โดยสรุปได้ 6 ด้าน ดังนี้

1. แนวทางการพัฒนาด้านเนื้อหา

เนื้อหาจัดเป็นองค์ประกอบหลักของหนังสือภาพสำหรับเด็ก จากการศึกษาหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมระหว่างปี พ.ศ. 2553-2563 พบว่า มีการนำเสนอเนื้อหาหลัก 9 ประเด็น ดังนี้



ภาพที่ 1 สรุปเนื้อหาที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมหนังสือภาพสำหรับเด็ก

ผู้แตงนำเสนอประเด็นเรื่องการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นมากที่สุด ซึ่งเนื้อหาในประเด็นนี้มีหลายแง่มุม โดยในแต่ละเรื่องไม่ได้มีการนำเสนอทักษะทางสังคมเพียงด้านเดียว แต่มักมีการผสมผสานเชื่อมโยงหลายทักษะเข้าด้วยกันให้เด็กได้เรียนรู้ อาทิ การรู้จักเป็นทั้งผู้ให้และผู้รับ การแบ่งปัน การช่วยเหลือเกื้อกูล ความมีน้ำใจ การรู้จักขอโทษและขอบคุณ การเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่น การเห็นอกเห็นใจผู้อื่น และการเสียสละ ส่วนประเด็นที่มีการนำเสนอน้อยที่สุดคือการควบคุมอารมณ์ แต่จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านทักษะทางสังคมประกอบกับความเห็นของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับเด็กและเยาวชนพบว่า การเข้าใจอารมณ์และเห็นคุณค่าของตนเองเป็นเนื้อหาที่ควรพัฒนาและส่งเสริมให้กับเด็กเป็นอันดับแรก เนื่องจากการเข้าใจตัวเองเป็นพื้นฐานสำคัญในการเข้าใจผู้อื่น ซึ่งจะไปสู่ทักษะต่าง ๆ ที่จะทำให้เด็กอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างสงบสุข

2. แนวทางการพัฒนาวิธีการนำเสนอเนื้อหา

จากการศึกษาหนังสือภาพสำหรับเด็กที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมช่วง 10 ปีที่ผ่านมาพบว่า มีกลวิธีการนำเสนอที่ค่อนข้างหลากหลาย ดังนี้

ตารางที่ 1 กลวิธีการนำเสนอเนื้อหาในหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคม

การวางโครงเรื่อง	การเล่าเรื่อง	การสร้างตัวละคร
1. การเปิดเรื่อง 1) เปิดเรื่องด้วยการบรรยาย 2) เปิดเรื่องด้วยบทสนทนา	1. ตามลำดับเวลาที่เกิด	1. สร้างให้สมจริง (Realist)
2. การดำเนินเรื่อง 1) ตามลำดับปฏิทิน 2) ตั้งคำถาม 3) ผู้เขียนเล่าเรื่องเอง 4) นิทานไม่รู้จบหรือนิทานลูกโซ่ 5) การยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงประกอบ	2. การตัดแปลงเนื้อหาจากวรรณกรรมที่เด็กรู้จักอยู่แล้ว	2. สร้างตามอุดมคติ (Idealist)
3. การปิดเรื่อง 1) สุขนาฏกรรม 2) ให้แง่คิด 3) ปลายเปิด	3. เน้นการสอนอย่างตรงไปตรงมา	3. สร้างโดยใช้ตัวละครแบบฉบับ (Type)
4. การคลี่คลายปมของเรื่อง 1) การให้ตัวละครที่เป็นผู้ใหญ่มาเป็นผู้ชี้แนะหรือแก้ปัญหาของเรื่อง 2) การให้ตัวละครที่เป็นเด็กเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาด้วยตัวเอง		

แม้จะมีกลวิธีการนำเสนอที่หลากหลาย ทว่าผู้แต่งมักนำเสนอในลักษณะรูปแบบที่ตายตัวและซ้ำกันอย่างตรงไปตรงมาเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้แนวทางการพัฒนาวิธีการนำเสนอเนื้อหาที่น่าจะช่วยเพิ่มความสนุกและความน่าสนใจ ได้แก่ การสร้างสรรค์เรื่องราวที่ดึงดูดใจสำหรับเด็ก โดยวางโครงเรื่องและคลี่คลายเรื่องด้วยวิธีการที่หลากหลาย รวมถึงสร้างตัวละครอย่างมีชั้นเชิงหรือมีความเป็นเด็กและซุกซนตามธรรมชาติของเด็ก พฤติกรรมควรมีความสมจริง และควรได้รับบทเรียนที่เหมาะสมซึ่งจะทำให้ผู้อ่านเกิดการเรียนรู้และคิดต่อได้ นอกจากนี้หนังสือภาพที่ดีควรมีเนื้อเรื่องที่เปิดโอกาสให้เด็กได้คิดในระหว่างที่เหตุการณ์ดำเนินไป และไม่สรุปจบแบบตายตัวเพื่อให้เด็กเกิดความสงสัยและตั้งคำถามหลังการอ่าน ดังตัวอย่างหนังสือภาพสำหรับเด็กที่นำเสนอด้วยกลวิธีที่น่าสนใจ ได้แก่

จากเรื่อง “เจ้าสิงโตโมโหโทโส” เรื่องและภาพโดย ยุติ สุวรรณศักดิ์ชัย [5] ที่ใช้การดำเนินเรื่องด้วยการยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงประกอบ เป็นเรื่องราวของสิงโตชื่อโมโหตัวหนึ่ง ที่มีความขัดแย้งใน

ตัวเองโดยมักมีอารมณ์ขุ่นมัวจนทำให้ขัดแย้งกับตัวละครอื่น ๆ ในเรื่อง เหล่าเพื่อนสัตว์จึงช่วยกันแนะนำวิธีระงับความโกรธให้เจ้าสิงโตจนมันหัวเราะอารมณ์ดี และได้ชื่อใหม่ว่า 'สิงโตอารมณ์ดี' ซึ่งผู้แต่งได้ใช้กลวิธีการยกตัวอย่างสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงประกอบการที่เหล่าสัตว์หาวิธีช่วยเจ้าสิงโต ดังนี้

หนูน้อยยกม้อยกขา	เอ่ยปากบอกว่า "โยคะ" ช่วยได้
สุดลมหายใจผ่อนคลาย	ความโกรธนั้นหาย มลายทันที
.....	

ตัวอย่างข้างต้นเป็นตอนที่เจ้าหนูแนะนำวิธีการลดอารมณ์โกรธให้เจ้าสิงโตด้วยการใช้ "โยคะ" ทำทางต่าง ๆ เข้าช่วย ซึ่งจัดเป็นการยกตัวอย่างสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในสถานการณ์ปัจจุบันมาประกอบการเล่าเรื่องให้ผู้อ่านเข้าใจได้ชัดเจนและเห็นภาพยิ่งขึ้น รวมถึงเกิดอารมณ์ขันเมื่อผู้อ่านเชื่อมโยงเรื่องราวจากนิทานสู่ชีวิตจริงในปัจจุบัน

หรืออีกตัวอย่างจากเรื่อง "ไมโลกับฉันทน์" เรื่องและภาพโดย นันทวัน วาตะ [6] ที่นำเสนอการปิดเรื่องแบบปลายเปิด กล่าวคือ การจบแบบเปิดโอกาสให้ผู้อ่านได้คิดต่อถึงแง่คิดหรือสาระที่ผู้แต่งต้องการนำเสนอเพิ่มเติมระหว่างการดำเนินเรื่อง ซึ่งเรื่องนี้กล่าวถึงเจ้าหมาไมโลกับเด็กหญิงเล่นปาลูกบอลกัน แต่ลูกบอลลอยไปไกลจึงออกตามหา เรื่องคลี่คลายลงเมื่อพวกเขาพบลูกบอล แต่การปิดเรื่องมีการหักมุม เมื่อผู้อ่านคิดว่าเรื่องกำลังจะจบเพราะตัวละครกำลังจะได้ลูกบอลสีแดงคืน แต่ในหน้าปิดเรื่องลูกบอลสีแดงกลับถูกลมพัดปลิวลอยไปอีกครั้ง จึงเป็นการจบเรื่องแบบปลายเปิดและปล่อยให้ผู้อ่านคิดต่อว่าเรื่องราวจะเป็นอย่างไรต่อไป

จากตัวอย่างหนังสือภาพสำหรับเด็กที่กล่าวมาข้างต้นคือตัวอย่างการใช้กลวิธีวิธีการนำเสนอเนื้อหาที่สามารถนำมาพัฒนาหนังสือภาพสำหรับเด็กที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมในสังคมให้ดึงดูดใจมากขึ้นเชิงแก่ผู้อ่านที่เป็นเด็กมากขึ้นได้ อีกทั้งยังสามารถสร้างความสนุกสนาน รวมถึงอาจทำให้เกิดการเรียนรู้แง่คิดต่าง ๆ นอกเหนือจากเนื้อหาสาระที่ผู้แต่งนำเสนอ อันมาจากกระบวนการคิดที่เปิดกว้างและส่งเสริมให้เด็กได้ใช้จินตนาการต่อเรื่องราวนั้น ๆ ได้ด้วยตัวเอง

3. แนวทางการพัฒนาด้านการใช้ภาษา

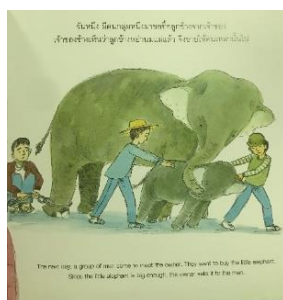
จากการศึกษาหนังสือภาพสำหรับเด็กส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันสังคมตลอดช่วง 10 ปีที่ผ่านมาพบว่ามีกรนำเสนอด้วยภาษาร้อยแก้ว 36 เรื่อง และภาษาร้อยกรอง 10 เรื่อง ทั้งนี้ภาษาในหนังสือภาพจัดเป็นองค์ประกอบสำคัญอีกประการในการเล่าเรื่อง นอกจากการใช้ภาษาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย และตรงกับช่วงวัยของกลุ่มเป้าหมายจะเป็นสิ่งสำคัญแล้ว การใช้ภาษาเพื่อปลูกฝังทัศนคติเชิงบวกและเชิงลบให้กับเด็กผ่านการตั้งชื่อเรื่องและการดำเนินเรื่องก็เป็นสิ่งที่ผู้แต่งควรคำนึงถึงเช่นกัน ทั้งนี้ไม่ควรนำแก่นหรือเรื่องคุณลักษณะอันดีงามที่ต้องการปลูกฝังมาตั้งเป็นชื่อเรื่องโดยตรงไปตรงมาเกินไป เช่น ความซื่อสัตย์ การให้ เป็นต้น เนื่องจากจะทำให้ขาดความน่าสนใจ การตั้งชื่อเรื่องที่ดีจึงควรเป็นไปในลักษณะที่ไม่บอกไปหรือชี้หน้าจนเกินไป เช่นตัวอย่างการตั้งชื่อตามลักษณะดังต่อไปนี้

การตั้งชื่อเรื่องที่สัมพันธ์กับตัวละครในเรื่อง ได้แก่ ลูกแมวชื่อมันแกว ดินคือ ระยะเวลาของกระต่ายกับเต่า โกอ้อิปโปธรรมดา กระต่ายขายแคร่รอด เจ้าสิงโตโมโหโทโส แพนเค้กของบูนูนิมิ เจ้าถ่านกับการให้ไม่รู้จบ บาบ่า งานฉลองของไส้เดือน เหมียวสามขา และสี่สหายกับต้นไม้ 100 ต้น

การตั้งชื่อเรื่องโดยใช้คำถาม ได้แก่ มีใครอยู่มีัย สตางค์ของใครครับ และบนต้นไม้มีใครอยู่นะ

การตั้งชื่อเรื่องตามเหตุการณ์สำคัญในเรื่อง ได้แก่ ขอโทษนะไม่ได้ตั้งใจ มาช่วยกันนะ คาถาแปลงกาย และสุขใจในวันน้ำท่วม

จากการตั้งชื่อตามลักษณะดังกล่าวจะทำให้เด็กสนใจใคร่รู้ที่จะหาคำตอบและติดตามเนื้อเรื่อง ทั้งนี้ภาษาที่ใช้ในการเล่าเรื่องก็ไม่ควรเป็นไปเชิงลบหรือขี้นามากเกินไปเช่นกัน และควรใช้ตัวอักษรหรือการสื่อสารโดยไม่ใช้ถ้อยคำมาช่วยในการถ่ายทอดเนื้อเรื่อง ได้แก่ ภาพ สี รวมถึงลักษณะและขนาดของตัวอักษร จะทำให้เรื่องมีมิติมากขึ้น ดังเช่นตัวอย่างจากเรื่อง “ลูกช้างไม่ยอมเดิน” เรื่องและภาพโดยปริดา ปัญญาจันทร์ มีการใช้ภาพที่จัดเป็นอวัจนภาษาที่สื่อความหมายได้ดีกว่าตัวอักษรหรือคำพูด ซึ่งการรับรู้ความหมายจากภาพจำเป็นต้องอาศัยการตีความที่หลากหลายตามบริบทและของเรื่องและประสบการณ์ของผู้รับสาร [7] โดยเรื่อง “ลูกช้างไม่ยอมเดิน” ใช้การบรรยายบอกว่า “วันหนึ่ง มีคนกลุ่มหนึ่งมาขอซื้อลูกช้างจากเจ้าของ เจ้าของช้างเห็นว่าลูกช้างหย่านมแม่แล้วจึงขายให้คนเหล่านั้นไป” [8] แต่ภาพสื่อความหมายยิ่งกว่าถ้อยคำที่บรรยายออกมาทำให้รับรู้ได้ถึงความกลัว การขัดขืนและการไม่ยินยอม จากวงของลูกช้างที่ยังเกาะเกี่ยววงของแม่ไว้ รวมถึงการขึ้นตัวของลูกช้าง ดังภาพ



ภาพที่ 2 หนังสือภาพสำหรับเด็กเรื่อง “ลูกช้างไม่ยอมเดิน”

ที่มา: ปริดา ปัญญาจันทร์; และสุตไผท เมืองไทย. (2559). *ลูกช้างไม่ยอมเดิน*. กรุงเทพฯ: คิดบวก. [8]

ตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ภาษาภาพ (Visual Language) จัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งของอวัจนภาษาที่สำคัญต่อสร้างสรรค์หนังสือภาพสำหรับเด็ก เนื่องจากสัดส่วนการนำเสนอภาพในหนังสือสำหรับเด็กอาจมีมากถึงร้อยละ 70 ดังนั้นภาพคือส่วนสำคัญในการสื่อความหมายเพิ่มเติมนอกเหนือจากภาษาถ้อยคำที่บรรยายไว้ในเรื่อง ทำให้ผู้อ่านเข้าใจเรื่องได้ชัดเจนมากขึ้น รวมถึงเปิดโอกาสให้ผู้แต่งได้แฝงนัยยะต่าง ๆ เป็นสัญลักษณ์ในภาพเพื่อให้ความรู้และได้รับสาระแฝงเพิ่มเติมจากเรื่องได้อีกด้วย

หรือจากเรื่อง “ดินดื้อ” เรื่องและภาพโดยนภัสสร ไชยมโนวงศ์ [9] ที่ใช้ลักษณะและขนาดของตัวอักษรทำให้เรื่องมีมิติมากขึ้น ดังภาพ



ภาพที่ 3 หนังสือภาพสำหรับเด็กเรื่อง “ดินดื้อ”

ที่มา: นภัสสร ไชยมโนวงศ์. (2561). *ดินดื้อ*. กรุงเทพฯ: นานามีบุ๊กส์คิดดี. [9]

ตัวอย่างข้างต้นเป็นตอนที่เจ้าดินดื้อกำลังเถียงกับสัตว์ต่าง ๆ เพราะไม่ต้องการเป็นเพื่อนกับใคร ผู้แต่งจึงเลือกใช้ตัวอักษรที่มีทั้งลักษณะและขนาดที่หลากหลายประกอบข้อความบรรยายและบทสนทนา เพื่อให้เห็นความ

แตกต่างของคำพูดของแต่ละตัวละครและคำบรรยาย ทว่าตัวอักษรที่เป็นตัวพิมพ์อย่างเป็นทางการจะเป็นการนำเสนอข้อความบรรยาย ส่วนคำว่า “แบร์” ขยายใหญ่เป็นคำแสดงอารมณ์ของเจ้าดินตื้อเพื่อเน้นอารมณ์ของตัวละครให้เด่นชัดขึ้น

จากตัวอย่างหนังสือภาพข้างต้นมีการใช้ภาษาเชิงบวกและไม่ขึ้นงานเกินไป รวมถึงมีการใช้ວັນภาษา มาช่วยในการถ่ายทอดเนื้อเรื่องไม่ว่าจะเป็นการใช้ภาพหรือลักษณะและขนาดตัวอักษร การนำเสนอด้านภาษาลักษณะนี้จัดเป็นการใช้ภาษาเพื่อเพิ่มศักยภาพของหนังสือภาพสำหรับเด็กและเปิดโอกาสให้เด็กผู้อ่านได้คิดและจินตนาการนอกเหนือจากถ้อยคำที่นำเสนอเรื่องราวอย่างตรงไปตรงมา

4. แนวทางการพัฒนาด้านภาพประกอบ

ภาพจัดเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ขาดไม่ได้ของหนังสือภาพสำหรับเด็ก จากการศึกษาพบว่า การให้ภาพประกอบทำหน้าที่มากกว่าเรื่องหรือมีอัตราส่วนในการเล่าเรื่องมากกว่าถ้อยคำ ซึ่งทำได้ด้วยการวาดภาพที่เล่าเรื่องมากกว่าสิ่งที่เขียนไว้ หรือเว้นการบรรยายเพื่อให้เด็กได้สังเกตและจินตนาการเรื่องราวที่แอบซ่อนในรายละเอียดต่าง ๆ ของภาพเป็นสิ่งที่ช่วยดึงดูดความสนใจของผู้อ่านและสร้างความสนุกเพิ่มมากขึ้นได้ ดังตัวอย่างเรื่อง “ลูกแมวชื่อมันแกว” เรื่องและภาพโดยชิววัน วิสาสะ [10] ผู้วาดภาพประกอบใส่รายละเอียดเพิ่มเติมในภาพนอกเหนือจากคำที่บรรยายไว้ให้เด็กผู้อ่านได้ฝึกสังเกตและค้นหาสิ่งต่าง ๆ ในเรื่องเพิ่มเติมจากภาพได้อย่างน่าสนใจและสนุกสนานตลอดทั้งเรื่อง ดังภาพ



ภาพที่ 4 หนังสือภาพสำหรับเด็กเรื่อง “ลูกแมวชื่อมันแกว”

ที่มา: ชิววัน วิสาสะ. (2557). *ลูกแมวชื่อมันแกว*. กรุงเทพฯ: มุลนิธิเอสซีจี. [10]

จากตัวอย่างการบรรยายและภาพประกอบ จะเห็นได้ว่าภาพประกอบทำหน้าที่ตามบทบรรยายอย่างครบถ้วนและได้ทำหน้าที่มากกว่าเรื่องด้วยการวาดสิ่งที่มากกว่าบทบรรยาย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าภาพประกอบที่ทำหน้าที่มากกว่าเรื่องสามารถปล่อยให้ภาพสร้างจินตนาการและดึงดูดความสนใจแก่เด็ก เพราะสามารถชวนเด็กเล่นและกระตุ้นความสนใจได้ รวมถึงเสริมสร้างจินตนาการของเด็กได้อีกด้วย

นอกจากนี้แนวทางการพัฒนาด้านภาพประกอบอีกประการที่สำคัญ คือ การใช้เทคนิคภาพที่หลากหลาย เพื่อโอกาสให้เด็กได้เสพงานศิลปะหลายรูปแบบ อันจะช่วยกระตุ้นความสนใจในการตีความภาษาภาพของเด็กด้วย

การใช้เทคนิคภาพที่หลากหลายจึงเป็นสิ่งที่ผู้สร้างสรรค์หนังสือภาพควรให้ความสำคัญ แต่จากการศึกษาพบว่า หนังสือภาพสำหรับเด็กไทยยังใช้เทคนิคภาพเพียงไม่กี่รูปแบบ ได้แก่ ภาพเขียนหรือภาพวาด ภาพเทคนิคผสม และภาพจากคอมพิวเตอร์ โดยมักเป็นภาพลักษณะกึ่งเหมือนจริงและการ์ตูนเป็นส่วนใหญ่ แต่เทคนิคในการสร้างสรรค์ภาพประกอบหนังสือเด็กนั้นยังมีอีกหลายประเภท ได้แก่ ภาพถ่าย ภาพสามมิติหรือป๊อปอัพ และภาพพิมพ์ [11] ทั้งยังมีภาพในลักษณะอื่น ๆ เช่น ภาพเหมือนจริง และภาพลดทอนหรือภาพสัญลักษณ์ [12] ซึ่งการมีหนังสือภาพที่ใช้เทคนิคที่ต่างกัันจะช่วยเสริมสร้างรสนิยมทางศิลปะเพิ่มเติมให้แก่เด็ก ทั้งยังช่วยให้เด็กเห็นมุมมองและมิติที่หลากหลายของงานศิลปะที่สะท้อนผ่านการเล่าเรื่องราวได้มากขึ้น

5. แนวทางการพัฒนาการด้านรูปแบบ

แม้ในยุคปัจจุบันจะมีสื่อทันสมัยต่าง ๆ ให้เลือกมากมาย แต่หนังสือภาพสำหรับเด็กยังคงจัดเป็นสื่อที่มีประโยชน์และเหมาะสมสำหรับใช้ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมของเด็ก ซึ่งควรมีการพัฒนาในด้านเนื้อหา กลวิธีการนำเสนอ และเทคนิคพิเศษต่าง ๆ ให้ร่วมสมัย จะช่วยให้หนังสือภาพเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทักษะสำหรับเด็กเป็นอย่างมาก

ทั้งนี้ยังมีสื่อประเภทอื่นที่เหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหาด้านทักษะทางสังคมสำหรับเด็ก ได้แก่ บอร์ดเกม และการ์ดเกม เนื่องจากเป็นสื่อที่สามารถใช้ร่วมกันได้ ส่งเสริมให้เด็กมีปฏิสัมพันธ์และรู้จักสื่อสารกับผู้เล่นคนอื่น ๆ เป็นการใช้เวลาว่างโดยไม่พึ่งพาสื่อออนไลน์อีกรูปแบบหนึ่ง อย่างไรก็ตาม สื่อสมัยใหม่ เช่น คลิปวิดีโอ แอนิเมชันสั้น ๆ หรือเพลงก็จัดเป็นสื่อที่ควรมีการพัฒนาเนื้อหาสำหรับเด็กโดยเฉพาะเช่นกัน เนื่องจากเด็กในยุคปัจจุบันสามารถเข้าถึงสื่อออนไลน์ต่าง ๆ ได้ด้วยตัวเองและมักมีพฤติกรรมเลียนแบบสื่อ ดังนั้นการผลิตเนื้อหาที่เหมาะสมจึงเป็นหนทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะให้กับเด็ก ซึ่งเพลงก็นับเป็นสื่ออีกประเภทที่เข้าถึงเด็กได้ง่าย เพราะเด็กเรียนรู้ได้เร็วจากการฟังท่วงทำนองและร้องตาม ซึ่งจะช่วยให้เด็กซึมซับสาระที่สอดแทรกไปในเพลงและนำไปปฏิบัติหรือปรับใช้ในชีวิตได้ต่อไป

6. แนวทางหรือข้อเสนอแนะในการพัฒนาผู้สร้างสรรค์หนังสือภาพสำหรับเด็ก

ผู้สร้างสรรค์หนังสือภาพสำหรับเด็ก คือ บุคคลสำคัญในการผลิตงานซึ่งมีผลต่อการปลูกฝังค่านิยมบางประการให้กับเด็ก ทั้งนักเขียน นักวาด และสำนักพิมพ์จึงควรใส่ใจที่จะทำความเข้าใจแก่นแท้ของความเป็นเด็ก ด้วยการเข้าไปใกล้ชิด สังเกต รับรู้พฤติกรรมและความต้องการเรียนรู้ที่แท้จริงของเด็ก เนื่องจากหนังสือภาพที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมส่วนใหญ่มักกว่าร้อยละ 80 เขียนขึ้นเพื่อปลูกฝังให้เด็กทำตามเป้าหมายหรือความคาดหวังของสังคมที่ต้องการคนเก่งและคนดี ทำให้ทั้งเนื้อหาและกลวิธีการนำเสนอยังขาดความสนุกสนานสร้างสรรค์ และเป็นไปในเชิงสั่งสอนเสียมากกว่า หนังสือภาพในลักษณะดังกล่าวจะมีความสมบูรณ์แบบและนำเสนออุดมคติเพียงด้านเดียว ไม่ค่อยเปิดโอกาสให้เด็กได้คิด พิจารณา หาทางแก้ปัญหา และเรียนรู้ว่าการแก้ปัญหาต่าง ๆ ควรเริ่มต้นที่การเข้าใจตนเองก่อนเป็นอันดับแรก

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยพบข้อสังเกตที่น่าสนใจเกี่ยวกับหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องกลวิธีการนำเสนอทั้งจากการวิเคราะห์หนังสือภาพและการสอบถามความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องกับเด็กและเยาวชนในแง่มุมต่าง ๆ จะพบแนวความคิดที่ใกล้เคียงกัน คือ หนังสือภาพสำหรับเด็กไทยที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมระหว่าง พ.ศ. 2553-2563 ยังขาดชั้นเชิงและความหลากหลายในการนำเสนอทั้งด้านเนื้อหา ภาษา และภาพประกอบ โดยเนื้อหาหมักมุ่นเน้นไปที่เรื่องของการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เช่น ความมีน้ำใจ การรู้จักแบ่งปัน หรือการเสียสละ และมักใช้กลวิธีการนำเสนอในลักษณะชี้แนะสั่งสอนอย่างตรงไปตรงมาโดยให้ตัวละครที่เป็นผู้ใหญ่เป็นผู้บอกกล่าวหรือชี้ทางแก้ปัญหาอย่างเบ็ดเสร็จแก่ตัวละคร ทำให้ไม่เห็นพัฒนาการของกลวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากสังคมไทยรวมถึงพ่อแม่ผู้ปกครอง และคุณครูที่ยังมีกรอบความคิดตายตัวเกี่ยวกับเนื้อหาที่ควรนำเสนอแก่เด็ก ทำให้ผู้สร้างสรรค์หนังสือภาพสำหรับเด็กทั้งผู้แต่ง ผู้วาด และสำนักพิมพ์ถูกจำกัดขอบเขตในการผลิต โดยทัศนะของตัวแทนผู้ผลิตหนังสือและสื่อสำหรับเด็กและเยาวชนที่ใกล้ชิดกับกลุ่มเป้าหมาย คือ พ่อแม่ผู้ปกครองและคุณครูมากกว่า 10 ปี สนับสนุนให้ผู้แต่งหรือสำนักพิมพ์ต้องสร้างสรรค์หนังสือภาพสำหรับเด็กที่มีการนำเสนออย่างชัดเจนด้วย เพราะยังมีพ่อแม่ผู้ปกครองหรือคุณครูอีกส่วนหนึ่งที่ยังต้องการหนังสือภาพที่นำไปปรับใช้กับเด็ก ๆ ได้ในทันทีทันใด

นอกจากนี้ก็ยังมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับเด็กและเยาวชนหลายกลุ่มที่ต้องการหนังสือหรือสื่อที่เปิดโอกาสให้เด็กได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านกลวิธีการนำเสนอที่มีชั้นเชิง ไม่ใช่แบบบอกกล่าวอย่างตรงไปตรงมา ซึ่งผู้ผลิต ทั้งผู้แต่ง ผู้วาด หรือสำนักพิมพ์ควรเลือกเป็นอีกแนวทางในการสร้างสรรค์หนังสือภาพสำหรับเด็กด้วยเช่นเดียวกัน เนื่องจากการสร้างสรรค์หนังสือภาพสำหรับเด็กที่นำเสนอเรื่องราวเชิงนามธรรมผ่านกลวิธีการเล่าเรื่องด้วยภาษาถ้อยคำที่เหมาะสมและภาษาภาพที่น่าติดตามจัดเป็นสื่อที่สำคัญต่อการกระบวนกรเรียนรู้ด้วยตนเองของเด็กอย่างมีประสิทธิภาพได้ แต่การนำเสนอเรื่องราวลักษณะนี้พบไม่มากนักในวงการหนังสือสำหรับเด็กของไทย เพราะผู้สร้างสรรค์หรือผู้ใหญ่มักสอนตรงและปรารถนาดีกับเด็กในมุมมองของผู้ใหญ่ แต่อาจลืมไปว่าในบางครั้งเด็กก็ช่างคิด ช่างสังเกต เรียนรู้ได้รวดเร็วและลึกซึ้งกว่าที่คิด

แต่ถึงอย่างไรก็ไม่อาจสรุปได้ว่ารูปแบบการนำเสนอแบบใดเหมาะสมหรือเป็นที่ชื่นชอบสำหรับเด็กที่สุด เพราะไม่ว่าจะนำเสนอแบบใดจุดมุ่งหมายสำคัญของผู้ผลิตก็คือเพื่อพัฒนาเด็กผู้อ่านเช่นเดียวกัน สิ่งที่เด็กได้รับจากหนังสือแต่ละเล่มจึงเป็นสิ่งที่ผู้ผลิตควรคำนึงมากกว่าว่า เด็กจะได้อะไรจากหนังสือที่เลือกอ่านและได้รับจากกระบวนการใด เช่น ได้รับสาระแง่คิดอันดีงามในทางตรง หรือความสนุกสนานเพลิดเพลินสอดแทรกสาระในทางอ้อม เป็นต้น

ข้อสังเกตที่น่าสนใจอีกประการ คือ เนื้อหาที่พบมักเกี่ยวกับทักษะทางสังคมเรื่องของการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เช่น ความมีน้ำใจ การเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ หรือความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น แต่จากการศึกษาพบว่า ประเด็นเกี่ยวกับทักษะด้านการจัดการกับอารมณ์ที่นำเสนอเป็นประเด็นหลักมีไม่มากนัก ทั้งที่ทักษะดังกล่าวจัดเป็นพื้นฐานสำคัญให้เด็กเรียนรู้อารมณ์เพื่อเข้าใจตัวเองและเข้าใจผู้อื่นในสังคม ดังตัวอย่างข้อมูลจากโครงการวิจัย “สถานการณ์ปัญหาภาวะสุขภาพ พัฒนาการ และพื้นฐานอารมณ์ของเด็กปฐมวัย” ของชิตกมล สังข์ทอง [13] โดยสรุปว่าปัจจุบันมีการศึกษายืนยันว่าคุณค่าจะประสบความสำเร็จได้นั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความเฉลียวฉลาดของสติปัญญาเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับความสามารถทางอารมณ์ อันเป็นความสามารถของบุคคลที่จะตระหนักถึงความรู้สึก ความคิด และอารมณ์ของตนเองและผู้อื่น สามารถควบคุมอารมณ์และแรงกระตุ้นภายใน จากตัวอย่างข้อมูลดังกล่าวสนับสนุนให้เห็นถึงความสำคัญของความสามารถทางอารมณ์เพื่อเชื่อมโยงไปสู่ทักษะการเข้าสังคมของเด็ก ทว่าเรื่องของการเรียนรู้หรือการจัดการกับอารมณ์กลับไม่ได้เป็นประเด็นสำคัญที่ผู้แต่งส่วนใหญ่ยกมานำเสนอ หนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงวัย 6-9 ปี ที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีการนำเสนอเรื่องของการควบคุมอารมณ์เป็นประเด็นหลักเพียง 1 เรื่อง คือ “เจ้าสิงโตโมโหโทโส” เท่านั้น จากทั้งหมด 46 เรื่อง ซึ่งเป็นที่น่าศึกษาต่อไปว่าเพราะเหตุใดนักเขียนไทยจึงไม่ค่อยนำเสนอประเด็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้านอารมณ์ของเด็กช่วงวัย 6-9 ปีที่กำลังอยู่ในช่วงการเข้าสังคมในวัยเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างเต็มรูปแบบ

สิ่งที่น่าสนใจประการสุดท้าย กล่าวคือ จากคำกล่าวของตัวแทนสำนักพิมพ์ผู้ผลิตหนังสือและสื่อสำหรับเด็กและเยาวชนที่ว่า “หนังสือภาพสำหรับเด็กจะใช้ได้ผลหากเด็กได้อ่าน ก็จะได้เรียนรู้ทักษะทางสังคมจากหนังสือได้ ดังนั้นควรส่งหนังสือให้ถึงมือเด็กมากที่สุดก็จะเกิดประโยชน์” [14] คำกล่าวข้างต้นเน้นย้ำให้เห็นว่า หนังสือจะมีคุณค่าเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับว่าเด็กได้อ่านหนังสือหรือไม่ สิ่งสำคัญที่สุดคือการกระจายหนังสือให้ถึงมือเด็ก เพราะหากเด็กไม่มีโอกาสได้อ่านหนังสือ ทักษะที่ต้องการปลูกฝังผ่านหนังสือภาพทั้งหลายก็ไม่เกิดประโยชน์ ดังนั้นภาครัฐและเอกชนจึงควรมีนโยบายในการช่วยเหลือและผลักดันให้เด็กทุกคนได้มีโอกาสในการอ่านหนังสืออย่างทั่วถึงเท่าเทียมกัน การสร้างสรรค์หนังสือภาพสำหรับเด็กของไทยจึงจะเกิดประโยชน์สูงสุดแก่กลุ่มเป้าหมายอย่างแท้จริง

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพฤติกรรมการนำเสนอและความคิดเห็นที่มีต่อหนังสือภาพสามารถสรุปแนวทางการพัฒนาหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงอายุ 6-9 ปี ที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมได้ 6 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหา ควรส่งเสริมให้มีการสร้างสรรค์หนังสือภาพที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการรับรู้อารมณ์และการเห็นคุณค่าในตัวเองมากขึ้น 2) ด้านกลวิธีการนำเสนอเนื้อหา ควรใช้กลวิธีการนำเสนอที่มีชั้นเชิงในการวางโครงเรื่องและการเล่าเรื่องมากขึ้น โดยเพิ่มความสนุก เปิดโอกาสให้ผู้อ่านได้จินตนาการและขบคิด ปิดเรื่องโดยไม่สอนสั่งโดยตรงไปตรงมา และสร้างตัวละครที่มีความซุกซนตามธรรมชาติที่แท้จริงของเด็ก 3) ด้านการใช้ภาษา ทั้งการตั้งชื่อเรื่องและการดำเนินเรื่องไม่ควรใช้ภาษาในลักษณะที่ชี้แนะหรือสอนสั่งเกินไป สามารถนำวจนภาษามาใช้ในการเล่าเรื่องเพื่อช่วยให้เรื่องราวมีความน่าสนใจยิ่งขึ้นได้ 4) ด้านภาพประกอบ ควรให้ภาพได้มีส่วนช่วยในการเล่าเรื่องมากขึ้น และควรใช้เทคนิคภาพที่หลากหลายเพื่อให้เกิดมิติในผลงานและสร้างรสนิยมทางศิลปะเพิ่มเติมให้กับผู้อ่าน 5) ด้านรูปแบบ ควรพัฒนาหนังสือภาพให้มีความร่วมสมัยหรือพัฒนาเป็นสื่ออื่น เช่น คลิปวิดีโอ แอนิเมชัน บทเพลง และบอร์ดเกมหรือการ์ดเกมต่าง ๆ 6) ข้อเสนอแนะในการพัฒนาผู้สร้างสรรค์หนังสือภาพ นักวาด นักเขียน และสำนักพิมพ์ผู้ผลิตหนังสือภาพสำหรับเด็กควรเข้าใจธรรมชาติความเป็นเด็กที่แท้จริงด้วยการเข้าไปใกล้ชิดและใช้เวลาอยู่กับเด็กเพื่อสร้างสรรค์เรื่องราวที่เข้าถึงเด็กอย่างแท้จริงมากขึ้น

ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่า การสร้างสรรค์หนังสือภาพสำหรับเด็กเป็นศาสตร์และศิลป์อีกแขนงหนึ่งที่ต้องมีความละเอียดอ่อนและความประณีตในการจัดทำทั้งเนื้อหา ภาษา และภาพประกอบ โดยเกิดจากความคิดและจินตนาการของผู้สร้างสรรค์เป็นสำคัญ บางครั้งทฤษฎีหรือกรอบแนวคิดต่างๆ อาจส่งผลให้เกิดข้อจำกัดทางความคิดและจินตนาการในสร้างสรรค์ผลงาน แต่ในทางกลับกันก็มีส่วนช่วยให้ผลงานมีความน่าสนใจเชื่อถือเป็นไปตามหลักเกณฑ์และความเหมาะสมของผู้อ่านกลุ่มเป้าหมายยิ่งขึ้นได้ ดังนั้นแนวทางการพัฒนาหนังสือภาพสำหรับเด็กไทยช่วงอายุ 6-9 ปี ที่ส่งเสริมทักษะการอยู่ร่วมกันในสังคมข้างต้น จึงเป็นเพียงข้อสรุปและข้อเสนอแนะที่เกิดจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวอย่างหนังสือภาพสำหรับเด็กและความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องกับเด็กและเยาวชนในแง่มุมต่างๆ เท่านั้น ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการสร้างสรรค์หนังสือภาพสำหรับเด็กให้เหมาะสมกับบริบทของสังคมปัจจุบันและเด็กไทยผู้อ่านกลุ่มเป้าหมายมากยิ่งขึ้นได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักประชาสัมพันธ์เขตหนึ่งขอนแก่น. (2558). *สื่อที่มีอิทธิพลของเด็กและเยาวชน*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2563, จาก https://region1.prd.go.th/ewt_news.php?nid=17953
- [2] รพินทร์ คงสมบูรณ์. (2555). *หนังสือดีเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทย*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2563, จาก <http://www.qlf.or.th/Home/Contents/523>
- [3] สุพันธ์วี ไวยรูป. (2540). *การพัฒนาบุคลิกภาพของเด็กก่อนประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- [4] สุขุมล เกษมสุข. (2548). *การปลูกฝังจริยธรรมแก่เด็ก*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนประถมสาธิต มศว ประสานมิตร ภาคหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [5] ยวดี สุวรรณศักดิ์ชัย. (2560). *เจ้าสิงโตโมโหโตโส*. กรุงเทพฯ: นานามีบุ๊คส์คิดดี.

- [6] นันทน วาตะ. (2561). *ไมโลกับฉัน*. กรุงเทพฯ: แพรวเพื่อนเด็ก.
- [7] ภิมลพรรณ อุ่นแก้ว. (2563). *หลักพื้นฐานบรรณาธิการหนังสือเด็ก*. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสร้างเสริมวัฒนธรรมการอ่าน.
- [8] ปรีดา ปัญญาจันทร์, และสุตไพท เมืองไทย. (2559). *ลูกช่างไม่ยอมเดิน*. กรุงเทพฯ: คิดบวก.
- [9] นภัสสร ไชยมโนวงศ์. (2561). *ดินดื้อ*. กรุงเทพฯ: นานามีบุ๊กส์คิดดี.
- [10] ชีวัน วิสาสะ. (2557). *ลูกแมวซื่อมันแกว*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิเอสซีจี.
- [11] ภัทรขวัญ ลาสงยาง. (2561). *คิด เขียน สร้างนิทานและหนังสือสำหรับเด็ก*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [12] ปรีดา ปัญญาจันทร์. (2557). *การเขียนภาพประกอบหนังสือสำหรับเด็ก*. กรุงเทพฯ : แพรวเพื่อนเด็ก.
- [13] ชิดกมล สังข์ทอง. (2564). *โครงการวิจัย “สถานการณ์ปัญหาสภาวะสุขภาพ พัฒนาการ และพื้นฐานอารมณ์ของเด็กปฐมวัย”*. สืบค้นเมื่อ 2 มิถุนายน 2564 จาก <https://researchcafe.org/development-and-temperament-of-early-childhood>
- [14] อาจารย์ สุทธิโรจน์. (2564, 24 มีนาคม). สัมภาษณ์โดย อนุสรรา ดีใจ, ที่ สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์.

**RANC15-056 การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์
ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็น
และไก่แช่เยือกแข็ง: กรณีศึกษา บริษัท ตาดตง นครสวรรค์ จำกัด**

**DEVELOPMENT OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM ORDER PROCESSING
AND CUSTOMER DEMAND FORECASTING FOR THE BUSINESS OF TRANSPORTING
FRESH CHILLED CHICKEN AND FROZEN CHICKEN PRODUCTS CASE STUDY
TATONG NAKORNSAWAN CO.,LTD.**

วิรัช กาฬภักดี^{1*}, ศุภกิจ กมลนาวิณ², พศิน พรหมใจ

Wiruch karapukdee^{1}, Supakit Kamonnawin², Pasin Promjai*

¹คณะบริหารและการจัดการ มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา

Faculty of Business Administration and Management, Chaopraya University

²มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา

Chaopraya University

**Corresponding author, E-mail: wiruch.k@cpu.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ 1) เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง : กรณีศึกษา บริษัท ตาดตง นครสวรรค์ จำกัด และ 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพระบบสารสนเทศ ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้กระบวนการวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC : System Development Life Cycle) แบบ Adaptive Waterfall Model ซึ่งภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ คือ ภาษา Visual Basic .Net และใช้ Microsoft Access 2010 สำหรับจัดการฐานข้อมูล ประชากรที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ผู้บริหารและพนักงานสำนักงาน บริษัท ตาดตง นครสวรรค์ จำกัด จำนวน 10 คน ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วยระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง : กรณีศึกษา บริษัท ตาดตง นครสวรรค์ จำกัด และแบบสอบถามความพึงพอใจของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง : กรณีศึกษา บริษัท ตาดตง นครสวรรค์ จำกัด สถิติที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และใช้หลักการวัดแบบลิเคิร์ต (Likert scale) ซึ่งแยกประเด็นในการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศออกเป็น 5 ด้าน และประเมินโดยผู้ใช้งานระบบสารสนเทศ

ผลการวิจัยพบว่า (1) สามารถพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง และสามารถประมวลผลข้อมูลออกมาเป็นสารสนเทศในรูปแบบของรายงานต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และสามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจ และการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าได้ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบสารสนเทศฯ ที่พัฒนาขึ้นกับระบบงานเดิมพบว่าสามารถลดการใช้ทรัพยากรกระดาษได้ 50% ใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่า 4 เท่าของระบบงานเดิม (2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.26$) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ การจัดการคำสั่งซื้อ การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

Abstract

The purpose of this research was twofold: Firstly, to develop the Management Information System Order Processing and Customer Demand Forecasting (MISOCDF) for the Business of Transporting Fresh Chilled Chicken and Frozen Chicken Products (BTFCCFCP) Case Study Tatong Nakornsawan Co.,Ltd. and Secondly, to study the efficiency of MISOCDF for the BTFCCFCP by using the system development cycle (SDLC: System Development Life Cycle), Adaptive Waterfall Model. The language used in system development is Visual Basic .Net language and database used is Microsoft Access 2010. The populations used in this study were the executives and officer of Tatong Nakornsawan Co.,Ltd. The sample selected by purposive sampling method consisted of 10 people. Tools used in research includes: The MISOCDF for the BTFCCFCP Case Study Tatong Nakornsawan Co.,Ltd, the questionnaire about the satisfaction of the user towards MISOCDF for the BTFCCFCP Case Study Tatong Nakornsawan Co.,Ltd. The statistics used to study the efficiency of the system are arithmetic mean (\bar{X}), standard deviation (S.D.) and using the likert scale principle. The researcher separated the issues for evaluating the system performance into 5 areas and evaluated by the user. Research findings were as follows: (1) The MISOCDF for the BTFCCFCP was completely created. Could be analyzed data as information forms of variety with the established objective and can be used to make decisions and forecasting the needs of customers when comparing the performance of the information system Developed with the original work system, it was found that it could reduce paper usage by 50%, using 4 times less time than the old system. (2) The efficiency of overall information system performance is good level ($\bar{X} = 4.26$) when comparing with the established criteria.

Keywords: Information System, Order Processing, Customer Demand Forecasting

บทนำ

การดำเนินธุรกิจไม่ว่าจะเป็นธุรกิจประเภทใด การจัดการคำสั่งซื้อ (Order Processing) และการคาดการณ์ความต้องการ (Demand forecasting) ของลูกค้าถือเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญ เพราะการจัดการคำสั่งซื้อเป็นกิจกรรมที่จะต้องพยายามดำเนินการให้รวดเร็วที่สุดเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับคำสั่งซื้อจากลูกค้า โดยในการสอบถามและคำสั่งซื้อของลูกค้านั้นอาจทำโดยใช้โทรศัพท์ อีเมล โทรสาร หรือการส่งเอกสารผ่านระบบ EDI (Electronic Data Interchange : EDI) กิจกรรมการจัดการคำสั่งซื้อเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญต่อโลจิสติกส์ เพราะการดำเนินการสั่งซื้อมีผลต่อรอบเวลาในการสั่งซื้อ (Lead Time) จนถึงการจัดส่งสินค้า โดยเริ่มจากวันที่รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าจนถึงวันที่สามารถส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้า จึงควรดำเนินการให้รวดเร็วที่สุด เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า [1] และการคาดการณ์ความต้องการ (Demand Forecasting) เป็นการประมาณการเกี่ยวกับความต้องการของลูกค้าในอนาคต โดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับประวัติ และข้อมูลอื่น ๆ การพยากรณ์ความต้องการที่เหมาะสมจะช่วยให้ธุรกิจนั้น ๆ มีข้อมูลที่สำคัญและทราบถึงประสิทธิภาพและความเป็นไปได้ทางธุรกิจของตัวเองในตลาด นอกเหนือจากนั้นการพยากรณ์ความต้องการยังให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการลงทุนและการตัดสินใจขยายกิจการอีกด้วย [2]

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นสิ่งทีหน่วยงานต่าง ๆ เห็นความสำคัญและนำไปใช้ในการดำเนินงานต่าง ๆ ในหน่วยงาน เช่น การบริหารงานและการตัดสินใจ ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน หรือทั้งในวงการธุรกิจรูปแบบต่าง ๆ จำเป็นต้องมีข้อมูลสารสนเทศที่ดีเพื่อสนับสนุนการทำงานให้มีประสิทธิภาพ โดยมีกระบวนการจัดการข้อมูลผ่านระบบคอมพิวเตอร์ เช่น การจัดเก็บ การประมวลผล การเรียกใช้ และการสื่อสารสารสนเทศ การจัดทำรายงาน การสรุปข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งการแลกเปลี่ยนและการใช้ทรัพยากรสารสนเทศร่วมกันให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่แก่หน่วยงาน ดังนั้นเทคโนโลยีสารสนเทศจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการบริหารจัดการข้อมูล เพื่อให้การดำเนินงานของหน่วยงานมีประสิทธิภาพและได้รับความสะดวกมากยิ่งขึ้น ในแง่ของภาคธุรกิจปัจจุบันได้มีการศึกษา วิจัย และเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศที่มีคุณภาพ และเหมาะสมกับการดำเนินงานของแต่ละธุรกิจ ซึ่งมีรูปแบบ และลักษณะการดำเนินงานที่แตกต่างกันไป เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการเพิ่มประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการดำเนินงาน เช่น ระบบสารสนเทศธุรกิจอาหาร [3] ระบบสารสนเทศทางการบัญชีเพื่อการบริหารจัดการและสนับสนุนการตัดสินใจของกลุ่มผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารจากเนื้อสัตว์ [4] ระบบสารสนเทศเพื่อส่งเสริมผลิตภัณฑ์ [5] เป็นต้น แต่จากการศึกษายังไม่พบว่ามีการศึกษา วิจัยเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่แช่เย็น แช่แข็ง และแปรรูป โดยตรง ซึ่งเป็นธุรกิจที่มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง และคาดว่าในปี 2564-2566 จะมีแนวโน้มเติบโตเฉลี่ย 3-5% ต่อปี ตามกำลังซื้อที่ฟื้นตัวอย่างค่อยเป็นค่อยไป ปัจจัยหนุนจากความต้องการบริโภคเนื้อไก่ในประเทศที่เพิ่มขึ้น ส่วนหนึ่งเป็นผลจากเนื้อไก่มีไขมันต่ำและราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์ประเภทอื่น [6] ซึ่งนั่นก็คาดว่าธุรกิจการขนส่งไก่แช่เย็น แช่แข็ง และแปรรูปก็มีแนวโน้มที่จะเติบโตอย่างต่อเนื่องเช่นกัน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง โดยมีบริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ให้บริการทางด้านบริการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็งภายใต้สภาวะการควบคุมอุณหภูมิ

ให้กับ บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด (มหาชน) และบริษัท ยัม เรสเทอรองตส์ อินเตอร์เนชั่นแนล(ประเทศไทย) จำกัด บริษัท เซ็นทรัล เรสตอรองส์ กรุ๊ป จำกัด บริษัท เดอะ คิวเอสอาร์ ออฟ เอเชีย จำกัด บริษัท ฮาวี ลอจิสติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด โดยการดำเนินงานบริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด ในเขตภาคกลางและภาคเหนือ เป็นกรณีศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง : กรณีศึกษา บริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง : กรณีศึกษา บริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด

วิธีการดำเนินวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยประยุกต์ (Applied research) เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง บริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด โดยใช้กระบวนการวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC : System Development Life Cycle) แบบ Adaptive Waterfall Model [7] ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ขั้นตอนการสื่อสาร

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Non-Structure Interview or Unstructured Interview) กับผู้ที่เกี่ยวข้องทุกระดับซึ่งได้แก่ ผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ฝ่ายวางแผน เจ้าหน้าที่ฝ่ายบัญชี และเจ้าหน้าที่ฝ่ายพัฒนาธุรกิจ และการสังเกต (Observation) การทำงานในพื้นที่จริง เพื่อศึกษาข้อมูลการดำเนินการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า และขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ รวมถึงสภาพแวดล้อม อุปสรรค และปัญหาในการดำเนินงาน พบว่า ในการดำเนินงานจะรับยอดสั่งซื้อจากลูกค้าทางโทรศัพท์ และตรวจสอบข้อมูลสินค้า ราคาสินค้า จากสาขาผู้จำหน่ายเพื่อเปรียบเทียบราคาสินค้า เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาจัดทำใบสั่งซื้อสินค้า (PO) จากนั้นจะนำไปวางแผนการขนส่งสินค้าให้ลูกค้า และบริษัทจะมีการทำรายงานสรุปยอดขายสินค้า และยอดสินค้ารายสัปดาห์ รายเดือน และรายปี เสนอผู้บริหารเพื่อใช้ในการวางแผน และตัดสินใจในการดำเนินงาน นอกจากนี้ยังได้รวบรวมความต้องการต่างๆ ของระบบสารสนเทศที่จะพัฒนาขึ้น พบว่าบริษัทฯ ต้องการระบบที่สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ สามารถจัดการข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและเรียกใช้ข้อมูลในรูปแบบที่ต้องการได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ลดเวลาในการทำงาน และลดการใช้ทรัพยากรกระดาษ

2. ขั้นตอนการวางแผน

ผู้วิจัยได้วางแผนค่าใช้จ่ายและทรัพยากรที่ใช้ รวมถึงกำหนดตารางเวลาการทำงานสำหรับการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง บริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด

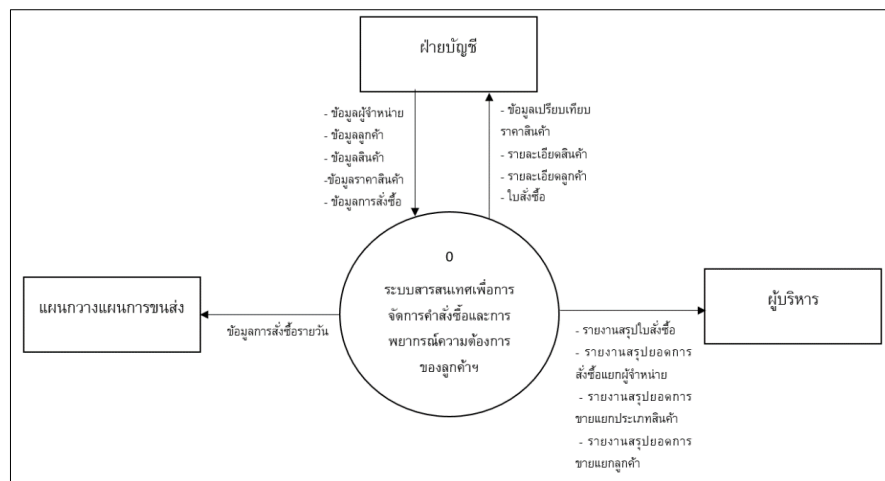
3. ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการสื่อสารมาทำการวิเคราะห์และออกแบบระบบตามความต้องการของบริษัท โดยกำหนดขอบเขตการพัฒนาระบบ รวมถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลดังนี้

3.1 ขอบเขตการพัฒนาระบบสารสนเทศ

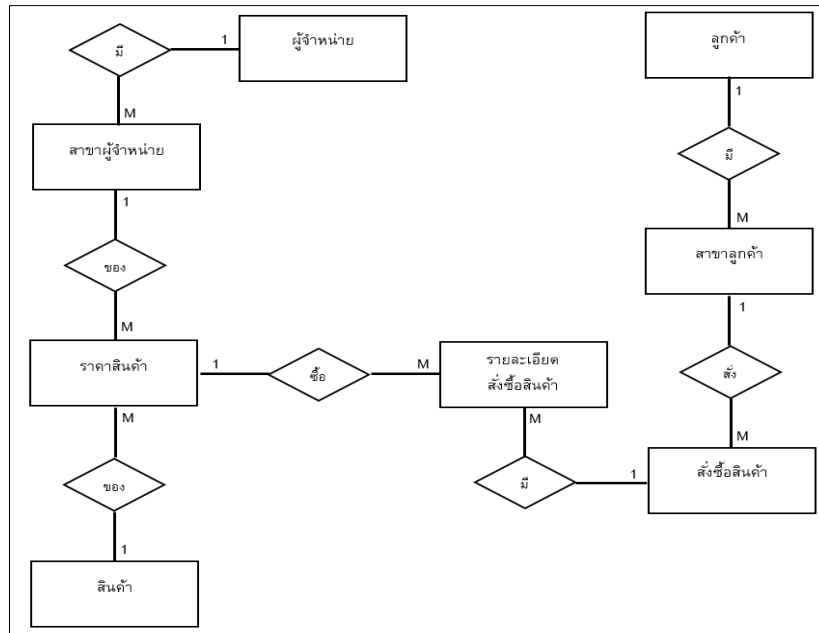
- จัดการข้อมูลผู้จำหน่าย
- จัดการข้อมูลสาขาผู้จำหน่าย
- จัดการข้อมูลลูกค้า
- จัดการข้อมูลสาขาลูกค้า
- จัดการข้อมูลสินค้า
- เปรียบเทียบราคาสินค้า
- จัดการข้อมูลสั่งซื้อสินค้า
- ออกใบสั่งซื้อตามช่วงเวลา
- ออกรายงานยอดการสั่งซื้อแยกผู้จำหน่ายตามช่วงเวลา
- ออกรายงานยอดการขายแยกประเภทสินค้าตามช่วงเวลา
- ออกรายงานยอดการขายแยกลูกค้าตามช่วงเวลา

3.2 แผนภาพบริบท (Context Diagram)



ภาพที่ 1 แผนภาพกระแสข้อมูล

3.3 แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล (E-R Diagram)



ภาพที่ 2 แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล

4. ขั้นตอนการสร้างซอฟต์แวร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง ตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง โดยใช้ Visual Basic .Net พัฒนาโปรแกรม ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ และในส่วนที่ติดต่อกับฐานข้อมูล และใช้ Microsoft Access 2010 สำหรับจัดการฐานข้อมูล สำหรับการทดสอบระบบสารสนเทศแบ่งเป็น 2 ส่วน คือทดสอบแบบ White Box Testing ในระหว่างที่พัฒนาระบบเพื่อการทำ Unit Test และ Component Test โดยผู้วิจัย เป็นผู้ทดสอบ และทดสอบแบบ Black Box Testing หลังจากพัฒนาระบบเสร็จแล้วซึ่งเป็นการทดสอบการทำงาน ของระบบสารสนเทศตามความต้องการ (Requirements) ที่มี โดยดูผลลัพธ์ที่แสดงออกมา (Output) จากข้อมูลนำเข้า (Input) ที่ให้กับระบบสารสนเทศว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ ซึ่งทดสอบกับข้อมูลจริงโดยผู้ใช้งาน

5. ขั้นตอนการใช้งานซอฟต์แวร์

เมื่อผู้วิจัยทำการพัฒนาระบบและทดสอบระบบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงได้นำระบบไปติดตั้งเพื่อนำไปใช้งานจริง และทำการฝึกอบรมการใช้งานระบบสารสนเทศแก่พนักงานและผู้บริหารที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งมอบคู่มือการใช้งานระบบให้กับผู้ใช้งาน และให้ผู้ใช้งานระบบสารสนเทศทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศโดยแบบประเมินประสิทธิภาพที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือ ผู้บริหารและพนักงานสำนักงาน บริษัท ดาตง นครสวรรค์ จำกัด จำนวน 16 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้คือ ผู้บริหารและพนักงานสำนักงาน บริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด จำนวน 10 คน ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ซึ่งผู้วิจัยพิจารณาจากระดับของความเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศและระดับความสำคัญต่อระบบสารสนเทศ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ด้านการออกแบบและพัฒนาระบบ

1.1 แบบสัมภาษณ์ ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลการดำเนินงาน และสภาพแวดล้อม อุปสรรค และปัญหาของการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าของระบบเดิมเพื่อนำไปวิเคราะห์ปัญหา และศึกษาความเป็นไปได้ของระบบสารสนเทศ รวมถึงใช้สำหรับรวบรวมความต้องการของระบบสารสนเทศที่บริษัท ต้องการ เพื่อนำไปออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศต่อไป

1.2 Visual Basic .Net ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมและส่วนติดต่อกับผู้ใช้

1.3 Microsoft Access 2010 ใช้สำหรับจัดการฐานข้อมูล

2. ด้านการศึกษาประสิทธิภาพของระบบ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือ ได้แก่ แบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานจากระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง บริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า บริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด โดยแยกประเด็นการประเมินประสิทธิภาพระบบสารสนเทศ ออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Function Test) ด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability Test) ด้านการประมวลผลของระบบ (Performance Test) และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) โดยใช้หลักการวัด 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert scale)

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดำเนินการดังนี้

1. ด้านการพัฒนาระบบ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างกับผู้ที่เกี่ยวข้องกับทุกระดับซึ่งได้แก่ ผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ฝ่ายวางแผน เจ้าหน้าที่ฝ่ายบัญชี และเจ้าหน้าที่ฝ่ายพัฒนาธุรกิจ และการสังเกต (Observation) การทำงานในพื้นที่จริง

2. ด้านการศึกษาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาตอบประเมินประสิทธิภาพการทำงานจากระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า บริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และสรุปผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นสถิติพื้นฐานได้แก่

1. ค่าเฉลี่ย ใช้สำหรับหาค่าเฉลี่ยของระดับประสิทธิภาพการทำงานจากระบบสารสนเทศในแต่ละด้าน รวมถึงประสิทธิภาพโดยรวมของระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นด้วย

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สำหรับวัดค่าการกระจายของข้อมูลที่กลุ่มตัวอย่างทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบตามแบบประเมินประสิทธิภาพ

ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศ

สามารถพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า บริษัท ดาตง นครสวรรค์ จำกัด ตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบไว้ ดังนี้

- สามารถจัดการข้อมูลผู้เข้าถึงระบบได้โดยผู้บริหารเท่านั้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้ทำให้สามารถระบุตัวตนของพนักงานก่อนเข้าใช้งานระบบได้

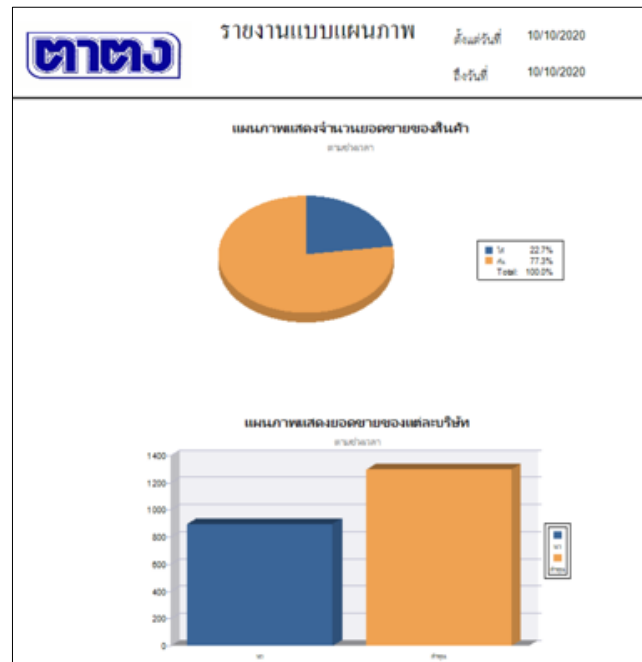
- สามารถจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่างๆ ได้ เช่น ข้อมูลผู้จำหน่าย ข้อมูลสาขาผู้จำหน่าย ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลสาขาลูกค้า ข้อมูลสินค้า เป็นต้น ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

- สามารถเปรียบเทียบราคาสินค้า จัดการคำสั่งซื้อจากลูกค้าแต่ละวัน และจัดการข้อมูลการรับส่งสินค้าได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

- สามารถประมวลผลข้อมูล และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น รายงานข้อมูลใบสั่งซื้อตามช่วงเวลา รายงานยอดขายสินค้าทั้งหมดตามช่วงเวลา รายงานยอดการขายแยกประเภทสินค้าตามช่วงเวลา รายงานยอดการขายแยกลูกค้าตามช่วงเวลา เป็นต้น เพื่อใช้ในตัดสินใจ และการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าได้ ดังภาพที่ 3 - 4

สาขา		รายงานใบสั่งซื้อสินค้า							ระหว่างวันที่ 1-10-2020
รายการ	แหมะ	แมริม	นา	ผล1	ผล2	คำป๋ม	คำมุน	Total	
ไข่	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	500.00	500.00	
ก๊น	800.00	0.00	900.00	0.00	0.00	0.00	2,400.00	4,100.00	
คินโก	0.00	250.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	250.00	
คิกมม	0.00	0.00	0.00	0.00	200.00	0.00	0.00	200.00	
คิกฉง	0.00	0.00	300.00	0.00	0.00	0.00	0.00	300.00	
สะโงก	0.00	0.00	0.00	230.00	0.00	0.00	0.00	230.00	
หลอง	0.00	98.00	0.00	400.00	0.00	300.00	0.00	798.00	
สกิดA	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	200.00	
รวมยอดทั้งหมด	1,000.00	348.00	1,200.00	630.00	200.00	300.00	2,900.00	6,578.00	

ภาพที่ 3 รายงานข้อมูลใบสั่งซื้อตามช่วงเวลา



ภาพที่ 4 รายงานยอดการขายแยกลูกค้าตามช่วงเวลา

ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบสารสนเทศ

เมื่อผู้วิจัยได้พัฒนาระบบสารสนเทศเสร็จสิ้นแล้ว ได้ทำการติดตั้งระบบเพื่อใช้งานจริง และได้ทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า บริษัท ตาดง นครสวรรค์ จำกัด โดยแยกประเด็นในการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้ ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้งาน ด้านการประมวลผลของระบบ และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ โดยให้ผู้ใช้งานระบบสารสนเทศเป็นผู้ประเมินได้ผลแสดงดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า บริษัท ตาดง นครสวรรค์ จำกัด

ลำดับ	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ				
1	ความสามารถของระบบในด้านการล็อกอินเข้าสู่ระบบ	4.40	0.51	มาก
2	ความสามารถของระบบในด้านการจัดการข้อมูลผู้จำหน่าย	4.20	0.42	มาก
3	ความสามารถของระบบในด้านการจัดการข้อมูลสาขาผู้จำหน่าย	4.20	0.42	มาก
4	ความสามารถของระบบในด้านการจัดการข้อมูลลูกค้า	4.00	0.00	มาก

5	ความสามารถของระบบในด้านการจัดการข้อมูลสาขา ลูกค้า	4.10	0.31	มาก
6	ความสามารถของระบบในด้านการจัดการข้อมูลสินค้า	4.20	0.42	มาก
7	ความสามารถของระบบในด้านการจัดการข้อมูลราคา สินค้า	3.90	0.31	มาก
8	ความสามารถของระบบในด้านการจัดการข้อมูลส่ง สินค้า	4.00	0.47	มาก
9	ความสามารถของระบบในการออกรายงาน	4.00	0.47	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมแต่ละด้าน		4.11	-	มาก
ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ				
1	ความถูกต้องในการจัดการจัดเก็บข้อมูล	4.30	0.48	มาก
2	ความถูกต้องในการค้นหาข้อมูล	4.30	0.48	มาก
3	ความถูกต้องในการปรับปรุงข้อมูล	4.30	0.48	มาก
4	ความถูกต้องในการลบข้อมูล	4.50	0.52	มากที่สุด
5	ความถูกต้องในการประมวลผลข้อมูล	4.40	0.51	มาก
6	ความถูกต้องในการออกรายงาน	4.70	0.48	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมแต่ละด้าน		4.42	-	มาก
ด้านความง่ายต่อการใช้งาน				
1	ความง่ายในการใช้งานระบบ	4.20	0.42	มาก
2	ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดตัวอักษรบนจอภาพ	4.30	0.48	มาก
3	ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของตัวอักษรบน จอภาพ	4.30	0.48	มาก
4	ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ	4.40	0.51	มาก
5	ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อ ความหมาย	4.20	0.42	มาก
6	ความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการ สื่อความหมาย	4.30	0.48	มาก
7	ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบ หน้าจอภาพ	4.30	0.48	มาก
8	ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบน จอภาพ	4.30	0.48	มาก
9	คำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตาม ได้โดยง่าย	4.00	0.66	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมแต่ละด้าน		4.26	-	มาก

ด้านการประมวลผลของระบบ				
1	ความเร็วในการติดต่อระบบฐานข้อมูล	4.30	0.48	มาก
2	ความเร็วในการประมวลผลข้อมูล	4.30	0.48	มาก
3	ความเร็วในการนำเสนอข้อมูล	4.40	0.51	มาก
4	ความเร็วในการออกรายงาน	4.10	0.31	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมแต่ละด้าน		4.28	-	มาก
ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ				
1	การยืนยันตัวตนเข้าสู่ระบบ	4.40	0.51	มาก
2	การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง	4.40	0.51	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมแต่ละด้าน		4.40	-	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน		4.26	-	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศจากผู้ใช้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 26$) ซึ่งสามารถแยกพิจารณาเป็นรายด้าน จะพบว่าประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.40$) ด้านการประมวลผลของระบบ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$) ด้านความง่ายต่อการใช้งาน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.26$) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.42$) และด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.11$) ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง : กรณีศึกษา บริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง บริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัดจากผู้ใช้งานพบว่าประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.26$) ซึ่งเมื่อแยกพิจารณาเป็นรายด้าน จะพบว่าประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.40$) ด้านการประมวลผลของระบบ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$) ด้านความง่ายต่อการใช้งาน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.26$) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.42$) และด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.11$) ตามลำดับ ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของชลิตา จันทจิระโกวิท และศรีนวล ฟองมณี (2561) [8] ที่ศึกษาการพัฒนาาระบบสารสนเทศเพื่อขายสินค้าหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ในเขตเทศบาลตำบลแม่สรวย อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย พบว่าผลทดสอบการใช้งานต้นแบบระบบสารสนเทศเพื่อขายสินค้าหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ เทศบาลตำบลแม่สรวย อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย ในภาพรวมระบบสามารถใช้งานได้ในระดับดี ความพึงพอใจของผู้ใช้ ที่มีต่อระบบสารสนเทศเพื่อขายสินค้า หนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ เทศบาลตำบลแม่สรวย อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย ในภาพรวม อยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของรรุณันท์

พงศ์วิริทธิ์ธร (2561) [9] ที่ศึกษาการพัฒนากระบวนการสารสนเทศเพื่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในเขตภาคเหนือของประเทศไทย พบว่าความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อระบบสารสนเทศฯ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.89, S.D.= 0.85) โดยในรายด้านทุกด้านมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้านการใช้ประโยชน์ (ค่าเฉลี่ย 4.65, S.D.= 0.73) ด้านประสิทธิภาพของระบบ (ค่าเฉลี่ย 4.92, S.D.= 0.32) และด้านความเป็นไปได้ (ค่าเฉลี่ย 4.83, S.D.= 1.52)

สรุปผลการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง : กรณีศึกษา บริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด สรุปได้ดังนี้

ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง : กรณีศึกษา บริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด ตามกระบวนการวงจรการพัฒนา (SDLC : System Development Life Cycle) แบบ Adaptive Waterfall Model โดยใช้ Visual Basic .Net พัฒนาโปรแกรมและส่วนติดต่อกับผู้ใช้และในส่วนที่ติดต่อกับฐานข้อมูล และใช้ Microsoft Access 2010 สำหรับจัดการฐานข้อมูล พบว่าระบบสารสนเทศสามารถจัดการข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคำสั่งซื้อของลูกค้า เช่น ข้อมูลผู้จำหน่ายสินค้า ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลสินค้า ข้อมูลคำสั่งซื้อสินค้า ข้อมูลการส่งสินค้า เป็นต้น สามารถเปรียบเทียบราคาสินค้าของผู้จำหน่ายแต่ละบริษัทได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และสามารถประมวลผลข้อมูลดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ รวมถึงสามารถนำเสนอสารสนเทศในรูปแบบต่างๆ เช่น ใบสั่งซื้อตามช่วงเวลา รายงานยอดการสั่งซื้อแยกผู้จำหน่ายตามช่วงเวลา รายงานยอดการขายแยกประเภทสินค้าตามช่วงเวลา รายงานยอดการขายแยกลูกค้าตามช่วงเวลา เป็นต้น ได้อย่างรวดเร็ว และสามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจ และการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าได้ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบสารสนเทศฯ ที่พัฒนาขึ้นมาใช้งานกับระบบงานเดิม กับ พบว่า สามารถลดการใช้ทรัพยากรกระดาษได้ 50% ใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่า 4 เท่าของระบบงานเดิม

ผลการศึกษาประสิทธิภาพระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการคำสั่งซื้อและการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า สำหรับธุรกิจการขนส่งผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่เย็นและไก่แช่เยือกแข็ง : กรณีศึกษา บริษัท ตาตง นครสวรรค์ จำกัด จากผู้ใช้งานระบบสารสนเทศประเมินประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

- เพื่อให้ระบบสารสนเทศทำงานได้อย่างถูกต้อง ผู้ใช้ต้องศึกษาขั้นตอนการใช้งาน ฟังก์ชันการทำงานของระบบสารสนเทศ รวมถึงรายละเอียดของข้อมูลนำเข้าให้เข้าใจอย่างชัดเจนก่อนการใช้งาน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- ควรมีการขยายขอบเขตและความสามารถของระบบสารสนเทศนี้ให้ครอบคลุมกิจกรรมหลักด้านโลจิสติกส์ที่เกี่ยวข้องเช่น กิจกรรมการขนส่ง (Transportation) การจัดซื้อ (Purchasing) เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] surasaklogistics. (2013). กิจกรรมโลจิสติกส์แบบบูรณาการ (Logistics Activity Of Integration). สืบค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2564 จาก <http://surasaklogistics.blogspot.com/2013/05/>
- [2] Juthaporn Vipatpakpaiboon. (2019). Demand Forecasting การคาดการณ์ความต้องการของลูกค้า. สืบค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2564 จาก <http://bigdataexperience.org/demand-forecasting/>
- [3] อติศักดิ์ กิณา และคณะ. (2564). ระบบสารสนเทศธุรกิจอาหาร กรณีศึกษาร้านจำหน่ายจุ่ม 2 จังหวัดนครสวรรค์. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ สำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 1. หน้า 723-735. กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- [4] ฤติมา มุ่งหมาย, วรณช กุอุทา. (2564, มกราคม – มิถุนายน). การพัฒนาระบบสารสนเทศทางการบัญชีเพื่อการบริหารจัดการและสนับสนุนการตัดสินใจของกลุ่มผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารจากเนื้อสัตว์จังหวัดอุบลราชธานี. วารสารวิทยาการจัดการปริทัศน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. 23(1): 43-55.
- [5] นางสาวกิตติยา ปัญญาเยาว์ และคณะ. (2563). ระบบสารสนเทศเพื่อส่งเสริมผลิตภัณฑ์ กรณีศึกษาชุมชนบ้านสร้าง อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. พระนครศรีอยุธยา: คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ.
- [6] Chaiwat Sowcharoensuk. (2020). แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2563-2565: ไก่แช่เย็น แช่แข็ง และแปรรูป. สืบค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2564 จาก <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Food-Beverage/Frozen-Processed-Chicken/IO/io-frozen-processed-chicken>
- [7] นำฝน อัครเมฆิน. (2560). หลักการพื้นฐานของวิศวกรรมซอฟต์แวร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- [8] ชลิดา จันทจิราภิวิท, ศรีนวล ฟองมณี. (2561). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อขายสินค้า หนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ในเขตเทศบาลตำบลแม่สรวย อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย. ใน การประชุมมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9. หน้า 1632-1642. สงขลา: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.
- [9] รัฐนันท์ พงศ์วิริทธิ์ร. (2561). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในเขตภาคเหนือของประเทศไทย. WMS Journal of Management Walailak University. 7(2): 47-63.

RANC15-057 ความสัมพันธ์ของอาการปากแห้งและอัตราการหลั่งน้ำลาย ในผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก

ASSOCIATION BETWEEN ORAL DRYNESS AND SALIVARY FLOW RATE IN ORAL LICHEN PLANUS PATIENTS

วริศา อัสภักทรพันธุ์ สินีภัทร์ ตลิ่งจิตร์ พิมพ์พร จิรวะชวงศ์สกุล ภัทรายุ แท้บรรพกุล*

Varisa Assapattarapun, Sineepat Talungchit, Pimporn Jirawechwongsakul, Patrayu Taebunpakul*

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University

*Corresponding author, E-mail: pathraya@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

ไลเคนแพลนัสในช่องปาก (Oral lichen planus) เป็นโรคที่มีการอักเสบเรื้อรังของเยื่อเมือกที่เกี่ยวข้องกับภูมิคุ้มกันตนเอง ผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมักพบอาการปากแห้ง แต่ยังไม่ชัดเจนถึงความสัมพันธ์ของอาการปากแห้งและอัตราการหลั่งน้ำลายที่ลดลงในผู้ป่วยกลุ่มนี้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอาการปากแห้ง อัตราการหลั่งน้ำลาย รวมทั้งความสัมพันธ์ของอาการปากแห้งและอัตราการหลั่งน้ำลายในกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก กลุ่มประชากรที่ศึกษา ประกอบด้วย ผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากและกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นประชากรปกติ กลุ่มละ 15 ราย การเก็บข้อมูลทำโดยให้อาสาสมัครตอบแบบสอบถาม Xerostomia inventory (XI) และวัดอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้น ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลระหว่าง 2 กลุ่มด้วยสถิติ Mann-Whitney U test รวมทั้งวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอาการปากแห้งและอัตราการหลั่งน้ำลายในกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก ด้วยสถิติ Spearman's rank correlation coefficient ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมี XI score สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นในกลุ่มผู้ป่วยมีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) นอกจากนี้อาการปากแห้งกับอัตราการหลั่งของน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นไม่มีความสัมพันธ์กัน ($p > 0.05$) สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากสามารถพบอาการปากแห้งได้มากกว่ากลุ่มควบคุม แต่อัตราการหลั่งน้ำลายไม่มีความแตกต่างไปจากกลุ่มควบคุม

คำสำคัญ: ไลเคนแพลนัสในช่องปาก ภาวะปากแห้ง อาการปากแห้ง อัตราการหลั่งน้ำลาย

Abstract

Oral lichen planus (OLP) is a chronic inflammatory mucocutaneous immune-related disease. Oral dryness is common complaint in OLP patients. However, there is no definite conclusion about the association between oral dryness and decreased salivary flow rate in these patients. This study investigated oral dryness, salivary flow rate and the correlation between oral dryness and salivary flow rate in OLP group. Fifteen OLP patients and 15 normal controls were included. The data was collected by using

Xerostomia inventory (XI). Additionally, unstimulated salivary flow rate was measured. The differences between two groups were analyzed using Mann-Whitney U test. The correlation between oral dryness and salivary flow rate in OLP patients were analyzed by Spearman's rank correlation coefficient. The results showed that in OLP group, XI score was significantly higher than the control group ($p < 0.05$). Besides, unstimulated salivary flow rate was lower in OLP patients compare to the controls but the difference was not statistically significant ($p > 0.05$). There was no correlation between oral dryness and salivary flow rate in OLP patients ($p > 0.05$). In conclusion, oral dryness in OLP patients was greater than the controls. However, salivary flow rate was not different from the control group.

Keywords: Oral lichen planus, xerostomia, oral dryness, salivary flow rate

บทนำ

ไลเคนแพลันัสในช่องปาก (Oral lichen planus) เป็นโรคที่มีการอักเสบเรื้อรังของเยื่อเมือกภายในช่องปาก ที่พบได้บ่อย ปัจจุบันยังไม่ทราบสาเหตุการเกิดโรคที่แน่ชัด แต่พบว่ามี ความเกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันชนิดที่ เซลล์ทีเป็นสื่อ (T-cell mediated immune system) [1-4] ความชุกของการเกิดโรคร้อยที่ 0.5% ถึง 2% [1, 3] มักพบ ในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ในช่วงอายุ 30-60 ปี ลักษณะทางคลินิกจะพบเป็นรอยขาว รอยแดงหรือแผล [1-3] โดยชนิดที่เป็นแผล/รอยถลอกจะมีความรุนแรงของโรคมากที่สุด [5] ผู้ป่วยบางรายอาจไม่มีอาการ แต่อาการที่ สามารถพบได้บ่อย คือ อาการแสบในช่องปากเมื่อรับประทานอาหารเผ็ดหรือร้อน หรือเจ็บจากแผลในช่องปาก [1, 3, 4, 6] ซึ่งส่งผลกระทบต่อ การดำรงชีวิตและคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย

อาการปากแห้งเป็นภาวะที่ผู้ป่วยมีความรู้สึกถึงความแห้งเกิดขึ้นภายในช่องปาก ซึ่งอาจพบว่ามี ความเกี่ยวข้องกับการทำงานของต่อมน้ำลายที่ลดลงหรือไม่ก็ได้ [7] โดยหากพบว่ามี การทำงานที่ลดลงของต่อมน้ำลาย ร่วมกับ อาจทำให้เกิดปัญหาในช่องปากต่าง ๆ ตามมา เช่น เคี้ยวหรือกลืนอาหารลำบาก, แสบในช่องปาก, การ รับรสเปลี่ยนไป, ติดเชื้อราภายในช่องปาก และการเกิดฟันผุ [8, 9] จากการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางคลินิกและ อาการแสดงของผู้ป่วยไลเคนแพลันัสในช่องปากจำนวน 533 รายโดย Thongprasom และคณะ พบว่าอาการปาก แห้งเป็นอาการหนึ่งที่สามารถพบได้ [6] นอกจากนี้ Torrente-Castells และคณะ รายงานว่าอาการปากแห้ง สามารถพบในผู้ป่วยไลเคนแพลันัสในช่องปากได้ 4.6% [10] โดยมีการศึกษาที่สนับสนุนถึงสาเหตุที่อาจเกี่ยวข้อง ในการเกิดอาการปากแห้งในผู้ป่วยกลุ่มนี้ โดย Lundstrom และคณะ ได้ศึกษาลักษณะทางพยาธิวิทยาของต่อม น้ำลายขนาดเล็กบริเวณริมฝีปากในผู้ป่วยไลเคนแพลันัสในช่องปากจำนวน 15 ราย พบการฝ่อลีบของเซลล์ต่อม น้ำลายจำนวน 14 ราย (93%) และพบการสะสมของเซลล์ลิมโฟไซต์จำนวน 12 ราย (80%) [11] รวมทั้ง Agha-Hosseini และคณะ ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับตัวรับมัสคารินิก เอ็ม3 (M3 muscarinic receptor (M3R)) ซึ่งทำหน้าที่เป็น ตัวรับหลักในต่อมน้ำลายในการกระตุ้นให้เกิดการสร้างน้ำลาย พบว่าปริมาณของ M3R ในน้ำลายชนิดถูกกระตุ้น และไม่ถูกกระตุ้นของผู้ป่วยไลเคนแพลันัสในช่องปากต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [12]

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาเกี่ยวกับอาการปากแห้งและอัตราการหลั่งน้ำลายในผู้ป่วยไลเคนแพลันัสใน ช่องปากยังมีความขัดแย้ง โดยมีการศึกษาหลายการศึกษา พบว่ามีอาการปากแห้งและพบอัตราการหลั่งน้ำลาย ลดลงในผู้ป่วยกลุ่มนี้ [11-13] แต่การศึกษาของ Larsen และคณะ พบเฉพาะความรุนแรงของอาการปากแห้งที่สูง กว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อัตราการหลั่งน้ำลายไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม [14] นอกจากนี้ การศึกษาของ Artico และคณะ ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลันัสในช่องปาก กลุ่มผู้ป่วยที่มีรอยโรค อื่น ๆ ในช่องปาก ได้แก่ ดิสคอยด์ลูปัสอีริทีมาโตซัส (discoid lupus erythematosus), ทอมาติกเคอราโตซิส

(traumatic keratosis) และลิวโคเพลเคีย (leukoplakia) กับกลุ่มควบคุม พบว่า อาการปากแห้งและอัตรการหลังน้ำลายในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [15]

จากรายงานการศึกษาที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า ยังไม่มีข้อสรุปแน่ชัดเกี่ยวกับการพบอาการปากแห้งและการหลังน้ำลายที่ลดลงในผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก จึงนำมาสู่การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบ อาการปากแห้งและอัตรการหลังน้ำลายระหว่างกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากกับกลุ่มควบคุม รวมทั้งหาความสัมพันธ์ระหว่างอาการปากแห้งกับอัตรการหลังน้ำลายในกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก โดยประเมินจากการตอบแบบสอบถามและการวัดอัตรการหลังน้ำลาย ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะนำมาสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับอาการปากแห้งและการหลังน้ำลายที่ลดลงในผู้ป่วยกลุ่มนี้ ซึ่งจะนำไปสู่การวางแผนการรักษาที่เหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบอาการปากแห้งและอัตรการหลังน้ำลายระหว่างกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากกับกลุ่มควบคุม
2. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอาการปากแห้งกับอัตรการหลังน้ำลายในกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบภาพตัดขวาง (Cross-sectional study) กลุ่มประชากรที่ศึกษา แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก และกลุ่มควบคุม จำนวนกลุ่มละ 15 ราย ซึ่งเป็นผู้ที่มารับการรักษาที่คลินิกเวชศาสตร์ช่องปากและตรวจพิเศษโรคริดในช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง เดือนธันวาคม 2564 โดยมีเกณฑ์คัดเข้าของกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก ได้แก่ อาสาสมัครมีอายุ 20 ปีขึ้นไป และเป็นผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นไลเคนแพลนัสในช่องปากจากลักษณะทางคลินิกและผลทางจุลพยาธิวิทยา โดยต้องไม่มีประวัติใช้ยากุ่มคอร์ติโคสเตียรอยด์ (corticosteroid) อยู่ หากกำลังใช้ยากุ่มคอร์ติโคสเตียรอยด์ชนิดรับประทาน จะต้องงดใช้ยาก่อนเข้าร่วมการศึกษาน้อย 4 สัปดาห์ และหากกำลังใช้ยากุ่มคอร์ติโคสเตียรอยด์ชนิดทาเฉพาะที่ จะต้องงดใช้ยาก่อนเข้าร่วมการศึกษาน้อย 2 สัปดาห์ รวมทั้งไม่มีประวัติรับประทานยาที่มีรายงานว่ามีความเกี่ยวข้องกับการเกิดรอยโรคไลเคนแพลนัสในช่องปาก และมีเกณฑ์ในการคัดออก ได้แก่ มีโรคประจำตัวที่ส่งผลต่อการหลังของน้ำลาย, รับประทานยาที่ส่งผลทำให้การหลังของน้ำลายลดลง, ได้รับการฉายรังสีใบหน้าและลำคอ, สูบบุหรี่ และติดเชื้ราในช่องปาก สำหรับเกณฑ์ในการคัดเข้าของกลุ่มควบคุม ได้แก่ อาสาสมัครที่ไม่มีรอยโรคในช่องปากและอายุ 20 ปีขึ้นไป และมีเกณฑ์ในการคัดออกเหมือนกับกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก โดยการศึกษาครั้งนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ หมายเลขรับรอง SWUEC/E-464/2563

การเก็บข้อมูล

การศึกษาในครั้งนี้ จะทำการเก็บข้อมูล ดังนี้

1. เก็บข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ, อายุ, โรคประจำตัว และยาที่รับประทาน ร่วมกับการตรวจภายในช่องปาก โดยในกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากจะมีการตรวจเพื่อประเมินลักษณะทางคลินิกของรอยโรคในช่องปาก และจะทำการประเมินระดับความรุนแรงของรอยโรคตาม Thongprasom score [5] ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้ 0 คะแนน คือ เนื้อเยื่ออ่อนที่มีลักษณะปกติ, 1 คะแนน คือ รอยโรคมีเฉพาะสีขาวเท่านั้น, 2 คะแนน คือ รอยโรคสีขาวร่วมกับสีแดงที่มีขนาดน้อยกว่า 1 ตารางเซนติเมตร, 3 คะแนน คือ รอยโรคสีขาวร่วมกับสีแดงที่มีขนาดมากกว่า 1 ตาราง

เซนติเมตร, 4 คะแนน คือ รอยโรคมีลักษณะเป็นแผลหรือรอยถลอกที่มีขนาดน้อยกว่า 1 ตารางเซนติเมตร, 5 คะแนน คือ รอยโรคมีลักษณะเป็นแผลหรือรอยถลอกที่มีขนาดมากกว่า 1 ตารางเซนติเมตร

2. เก็บตัวอย่างน้ำลายเพื่อประเมินอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้น ด้วยวิธี spitting method โดยทำการเก็บที่ช่วงเวลา 9.00-12.00 น. และให้อาสาสมัครงดการรับประทานอาหาร, ดื่มน้ำ, แปรงฟัน และบ้วนน้ำยาบ้วนปากก่อนการเก็บตัวอย่างน้ำลายอย่างน้อย 60 นาที โดยก่อนทำการเก็บตัวอย่างน้ำลาย ให้อาสาสมัครบ้วนปากด้วยน้ำสะอาดและไม่อนุญาตให้กลืนน้ำลายตลอดระยะเวลาที่เก็บน้ำลาย ระหว่างเก็บน้ำลาย ให้อาสาสมัครนั่งตัวตรง ศีรษะเอนไปด้านหลังเล็กน้อย [16,17] บ้วนน้ำลายลงในหลอดเก็บตัวอย่างที่ถูกซังน้ำหนักไว้ก่อนแล้ว จนได้ปริมาณน้ำลาย 2 มิลลิลิตร บันทึกเวลาที่ใช้ จากนั้นนำตัวอย่างที่เก็บไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำมาคำนวณปริมาณน้ำลายที่แท้จริง โดยนำค่าที่ได้ไปลบกับน้ำหนักของหลอดเก็บตัวอย่าง ซึ่งประมาณให้น้ำลาย 1 กรัม เท่ากับ 1 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาคำนวณอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้น เป็นหน่วย มิลลิลิตรต่อนาที [16] ซึ่งอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นมีค่าปกติเท่ากับ 0.4 มิลลิลิตรต่อนาที และจะมีภาวะหลั่งน้ำลายน้อยเมื่ออัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นมีค่าน้อยกว่า 0.1 มิลลิลิตรต่อนาที [9]

3. ให้อาสาสมัครตอบแบบสอบถาม Xerostomia inventory (XI) ซึ่งเป็นคำถามจำนวน 11 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ฉันจิบของเหลวเพื่อช่วยในการกลืนอาหาร
- 2) ช่องปากของฉันรู้สึกแห้งเมื่อรับประทานอาหาร
- 3) ฉันต้องลุกขึ้นมาดื่มน้ำตอนกลางคืน
- 4) ฉันรู้สึกแห้งภายในช่องปาก
- 5) ฉันมีปัญหาในการรับประทานอาหารที่มีลักษณะแห้ง
- 6) ฉันอมลูกอมหรือยาอมแก้ไอเพื่อช่วยบรรเทาอาการปากแห้ง
- 7) ฉันมีปัญหาในการกลืนอาหารบางชนิด
- 8) ผิวบริเวณใบหน้าของฉันแห้ง
- 9) ฉันรู้สึกว่าตาแห้ง
- 10) ฉันรู้สึกว่าริมฝีปากของฉันแห้ง
- 11) ฉันรู้สึกว่าภายในจมูกของฉันแห้ง

อาสาสมัครจะตอบคำถามแต่ละข้อ โดยให้ประเมินค่าเป็นลำดับคะแนน ได้แก่ ไม่เคย (1 คะแนน), แทบจะไม่เคย (2 คะแนน), บางครั้ง (3 คะแนน), ค่อนข้างบ่อย (4 คะแนน) และบ่อยมาก (5 คะแนน) จากนั้นคิดคะแนนแต่ละข้อรวมกัน จะได้คะแนนรวมเป็น Xerostomia inventory score (XI score) ซึ่งอยู่ในช่วง 11-55 คะแนน โดย 11 คะแนน หมายถึง ไม่มีอาการปากแห้ง และ 55 คะแนน หมายถึง อาการปากแห้งมีความรุนแรงมาก [18]

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบข้อมูลเพศ, อายุ, อัตราการหลั่งน้ำลาย และ XI score ระหว่างกลุ่มประชากรที่ศึกษาด้วย Independent t- test หรือ Mann-Whitney U test และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอาการปากแห้งและอัตราการหลั่งของน้ำลายด้วย Spearman's rank correlation coefficient โดยใช้โปรแกรม SPSS version 25.0 (Statistical Package for Social Sciences; SPSS Inc.; Chicago, Illinois, USA) ซึ่งกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ($p < 0.05$)

ผลการวิจัย/Results

ข้อมูลทั่วไปและลักษณะทางคลินิกของประชากรที่ศึกษา

จากการศึกษานี้ กลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากและกลุ่มควบคุมมีจำนวนกลุ่มละ 15 ราย แบ่งเป็นเพศชายจำนวน 3 ราย และเพศหญิงจำนวน 12 ราย โดยมีจำนวนเท่ากันทั้ง 2 กลุ่ม อายุของกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากอยู่ในช่วง 23-76 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53.67 ± 13.12 ปี และอายุของกลุ่มควบคุมอยู่ในช่วง 22-77 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53.26 ± 14.11 ปี ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอายุของทั้ง 2 กลุ่ม ($p > 0.05$) (ตารางที่ 1)

ทั้ง 2 กลุ่ม มีจำนวนคนที่ไม่มีโรคประจำตัวและมีโรคประจำตัวเท่ากัน คือ 12 ราย (80%) และ 3 ราย (20%) ตามลำดับ โดยโรคประจำตัวของประชากรในกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก ได้แก่ กรดไหลย้อน (1 ราย), ต่อมลูกหมากโต (1 ราย) และธาลัสซีเมีย (1 ราย) โดยมีเพียงผู้ป่วยธาลัสซีเมียที่รับประทานกรดโฟลิก (Folic acid) เป็นประจำ ผู้ป่วยที่เหลือรับประทานยาเฉพาะเวลามีอาการ ส่วนกลุ่มควบคุมมีโรคประจำตัว คือ ไขมันในเลือดสูง (1 ราย), หัวใจเต้นผิดจังหวะ (1 ราย) และไทรอยด์เป็นพิษ (1 ราย) ซึ่งยาที่ผู้ป่วยกลุ่มนี้รับประทานเป็นประจำ ได้แก่ ยาลดไขมัน และโพรพิลไทโอยูราซิล (Propylthiouracil) ส่วนผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะนั้นได้รับการผ่าตัดใส่เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าหัวใจ ไม่ได้รับประทานยาใด ๆ

ลักษณะทางคลินิกของรอยโรคไลเคนแพลนัสในช่องปากในกลุ่มผู้ป่วย มีระดับความรุนแรงของรอยโรคตาม Thongprasom score อยู่ในช่วง 2-5 คะแนน โดยมีจำนวนประชากรมากที่สุดที่ระดับ 3 คะแนน จำนวน 9 ราย (60%) รองลงมา คือ 2 คะแนน, 4 คะแนน และ 5 คะแนน ซึ่งมีจำนวน 3 ราย, 2 ราย และ 1 รายตามลำดับ (ตารางที่ 1) รวมทั้งจำนวนตำแหน่งของรอยโรคส่วนใหญ่พบมากกว่า 2 ตำแหน่งขึ้นไป พบจำนวน 10 ราย รองลงมาคือมีรอยโรค 2 ตำแหน่ง จำนวน 4 ราย อีก 1 รายพบรอยโรคเพียงตำแหน่งเดียว ส่วนในกลุ่มควบคุมไม่มีรอยโรคในช่องปาก

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะทางคลินิกของรอยโรคในช่องปากของประชากรที่ศึกษา

ตัวแปร	กลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก (n=15)	กลุ่มควบคุม (n=15)	P-value
เพศ (ราย, %)			
เพศชาย	3 (20%)	3 (20%)	
เพศหญิง	12 (80%)	12 (80%)	
อายุ (ปี)	53.67 ± 13.12	53.26 ± 14.11	0.968
Thongprasom score (ราย, %)			
1 คะแนน	0 (0%)	-	
2 คะแนน	3 (20%)	-	
3 คะแนน	9 (60%)	-	
4 คะแนน	2 (13.3%)	-	
5 คะแนน	1 (6.7%)	-	

ค่าแสดงเป็นจำนวน (%) หรือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์: Independent t-test

อาการปากแห้งและอัตราการหลั่งน้ำลายของประชากรที่ศึกษา

จากการประเมินอาการปากแห้งด้วยการใช้แบบสอบถาม XI พบว่า XI score ในกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมีค่าเฉลี่ย 21.67 ± 7.88 คะแนน ส่วนในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย 16.00 ± 5.15 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่ากลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมี XI score สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 2)

กลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมีค่าเฉลี่ยของอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นเท่ากับ 0.51 ± 0.36 มิลลิลิตรต่อนาที ส่วนในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย 0.75 ± 0.65 มิลลิลิตรต่อนาที เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่ากลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมีอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นต่ำกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 XI score และอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นของประชากรที่ศึกษา

ตัวแปร	กลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก	กลุ่มควบคุม	P-value
Xerostomia inventory score (คะแนน)	21.67 ± 7.88	16.00 ± 5.15	0.031
อัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้น (มิลลิลิตรต่อนาที)	0.51 ± 0.36	0.75 ± 0.65	0.272

ค่าแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์: Mann-Whitney U test

ความสัมพันธ์ระหว่างอาการปากแห้งกับอัตราการหลั่งน้ำลายของกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอาการปากแห้งโดยประเมินจากแบบสอบถาม XI กับอัตราการหลั่งน้ำลายของกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก พบว่า XI score กับอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นของกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากไม่มีความสัมพันธ์กัน ($r_s = -0.431$, $p = 0.109$)

อภิปรายผลการวิจัย

ไลเคนแพลนัสในช่องปากเป็นโรคที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน แต่ยังไม่ทราบสาเหตุการเกิดโรคที่แน่ชัด โดยผู้ป่วยมักพบอาการแสบหรือเจ็บภายในช่องปาก ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานประจำวัน มีรายงานการเกิดโรคในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย คิดเป็นอัตราส่วน 4 ต่อ 1 ในช่วงอายุ 30-60 ปี [1-4] โดยการศึกษาในครั้งนี้ กลุ่มประชากรไลเคนแพลนัสในช่องปาก พบประชากรเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย คิดเป็นอัตราส่วน 4 ต่อ 1 และมีอายุเฉลี่ยของผู้ป่วยเท่ากับ 53.67 ± 13.12 ปี ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานการศึกษาที่ผ่านมา [1-4] ส่วนในกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นประชากรปกติ มีอายุเฉลี่ย 53.26 ± 14.11 ปี และมีอัตราส่วนของเพศหญิงต่อเพศชายเป็น 4 ต่อ 1 โดยจากการวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอายุและเพศของประชากรทั้ง 2 กลุ่มที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบกัน

อาการปากแห้งเป็นอาการที่พบได้ในผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก [6, 10] แต่จากการศึกษาที่ผ่านมา ยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัดถึงความสัมพันธ์ระหว่างอาการปากแห้งและอัตราการหลั่งน้ำลายที่ลดลงในผู้ป่วยกลุ่มนี้ [11-15] การศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการประเมินอาการปากแห้งจากแบบสอบถาม XI ซึ่งแบบสอบถาม XI เป็นแบบสอบถามที่มีความเที่ยงตรงและเป็นแบบสอบถามที่นิยมใช้ในการประเมินอาการปากแห้ง [18-20] โดยผล

การศึกษาพบว่าในผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมี XI score สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งอาจบ่งชี้ว่าในผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมีความรุนแรงของอาการปากแห้งมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยผลของการศึกษาครั้งนี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาส่วนใหญ่ [12-14] ซึ่งพบว่าผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมีอาการปากแห้งมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจากการศึกษาของ Agha-Hosseini และคณะ ซึ่งใช้แบบสอบถาม XI เช่นเดียวกัน พบว่า ผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมีค่าเฉลี่ยของ XI score เท่ากับ 23.9 ± 1.21 คะแนน [12] ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาครั้งนี้ (21.67 ± 7.88) นอกจากนี้ยังพบรายงานการศึกษาอื่น ๆ ซึ่งทำการประเมินอาการปากแห้งในกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมแต่ใช้แบบสอบถามคนละชนิด ได้แก่ Modified XI และ Beck's inventory scale พบว่าผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมีอาการปากแห้งมากกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งผลการศึกษาที่ได้มีความสอดคล้องกันกับการศึกษาในครั้งนี้นั้นเช่นกัน [13, 14]

ในการศึกษานี้ทำการวัดอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้น เนื่องจากการหลั่งน้ำลายในภาวะพัก ซึ่งเป็นช่วงเวลาส่วนใหญ่ในชีวิตประจำวันของผู้ป่วย ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้อัตราการหลั่งน้ำลายชนิดนี้เป็นตัวแทนในการประเมินความสัมพันธ์ของอัตราการหลั่งน้ำลายกับอาการปากแห้ง รวมทั้งในภาวะพัก น้ำลายปริมาณ 2 ใน 3 ผลิตจากต่อมน้ำลายใต้ขากรรไกร (submandibular) ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นมิวซิน (mucin) ที่เป็นเมือกผสมกับซีรัส (serous) ซึ่งมีลักษณะใส แต่ในการหลั่งน้ำลายชนิดถูกกระตุ้น ต่อมน้ำลายที่ทำหน้าที่หลัก คือ ต่อมน้ำลายหน้าหู (parotid) ซึ่งหลั่งน้ำลายที่มีลักษณะใสเป็นหลัก โดยมิวซินที่เป็นเมือกจะมีหน้าที่หลักในการหล่อลื่นภายในช่องปาก และช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นภายในช่องปาก [21,22] ดังนั้นสารดังกล่าวจึงน่าจะมีความสัมพันธ์กับอาการปากแห้ง

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นของกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากและกลุ่มควบคุมมีค่า 0.51 ± 0.36 และ 0.75 ± 0.65 มิลลิลิตรต่อหน้าที่ตามลำดับ โดยมีรายงานว่าอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นในประชากรทั่วไป มีค่าปกติอยู่ที่ 0.4 มิลลิลิตรต่อหน้าที่ และอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นเมื่อเกิดภาวะการหลั่งน้ำลายน้อย มีค่าน้อยกว่า 0.1 มิลลิลิตรต่อหน้าที่ [9, 22] เมื่อเปรียบเทียบอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นทั้งของกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากและกลุ่มควบคุมจากการศึกษาในครั้งนี้นี้กับเกณฑ์ดังกล่าว พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นในกลุ่มประชากรที่ศึกษามีค่าสูงกว่าเกณฑ์ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากเกณฑ์ดังกล่าวเป็นค่าเฉลี่ยที่ศึกษาในกลุ่มประชากรจำนวนมากโดยมีเพศและช่วงอายุที่หลากหลาย ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่ามีปัจจัยหลายปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการหลั่งน้ำลาย เช่น เพศ, อายุ, วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำลาย, ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างน้ำลาย เป็นต้น [8, 9, 22] จึงอาจส่งผลให้มีความแตกต่างกันระหว่างค่าเฉลี่ยของอัตราการหลั่งน้ำลายของประชากรในการศึกษาในครั้งนี้นี้กับเกณฑ์ดังกล่าว

นอกจากนั้น ผลจากการศึกษาพบว่าอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นของกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม แต่อย่างไรก็ตามไม่พบว่ามีค่าแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Artico และคณะ และ Larsen และคณะ [14, 15] โดยจากการศึกษาของ Larsen และคณะ ค่าเฉลี่ยของอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นในกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมีค่าเท่ากับ 0.33 ± 0.21 มิลลิลิตรต่อหน้าที่ [14] ซึ่งต่ำกว่าในการศึกษาครั้งนี้ (0.51 ± 0.36 มิลลิลิตรต่อหน้าที่) แต่ในการศึกษาดังกล่าว ไม่ได้คัดผู้ป่วยที่รับประทานยาที่ส่งผลต่อการหลั่งของน้ำลายออก จึงอาจส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของอัตราการหลั่งน้ำลายมีค่าต่ำกว่าการศึกษาในครั้งนี้อย่างไรก็ตามผลของการศึกษาในครั้งนี้นี้ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Lundstrom และคณะ ซึ่งพบว่าผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมีอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่กระตุ้นอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมาก [11] อาจเนื่องมาจากในการศึกษาดังกล่าวผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากส่วนใหญ่มีโรคในกลุ่มภูมิคุ้มกันต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเองร่วมด้วย เช่น โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ (Rheumatoid arthritis) และมีอาการตาแห้ง (Keratoconjunctivitis sicca) ซึ่งเป็นหนึ่งในอาการของกลุ่มอาการโจเกรน

(Sjogren's syndrome) โดยมีรายงานพบความสัมพันธ์ของอาการปากแห้งและอัตราการหลั่งน้ำลายที่ลดลงในผู้ป่วยที่มีโรคในกลุ่มภูมิคุ้มกันต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง รวมถึงกลุ่มอาการโจเกรน [8, 9]

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าอาการปากแห้งและอัตราการหลั่งน้ำลายในกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากไม่มีความสัมพันธ์กัน ($p > 0.05$) โดยพบอาการปากแห้งที่เพิ่มขึ้นในผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่อัตราการหลั่งน้ำลายไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อาจเนื่องมาจากรอยโรคไลเคนแพลนัสในช่องปาก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเยื่อผิวภายในช่องปาก ส่งผลต่อการรับรู้สีกภายในช่องปากที่เปลี่ยนไป [7] โดยไม่ได้เกี่ยวข้องกับการพบอัตราการหลั่งน้ำลายที่ลดลง รวมทั้งการศึกษาของ Kaplan และคณะ พบว่าในผู้ที่มีการเปลี่ยนแปลงของเยื่อผิวภายในช่องปากจะมีอาการปากแห้งมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [23] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่า แม้อัตราการหลั่งน้ำลายไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีหรือลักษณะทางกายภาพของน้ำลายอาจส่งผลต่อการรับรู้สีกภายในช่องปาก รวมถึงความรู้สึกร้าง [23] ซึ่งจากการศึกษาของ Souza และคณะ พบว่าน้ำลายของผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมีปริมาณของโปรตีนบางชนิดแตกต่างจากกลุ่มควบคุม ได้แก่ Mucin 5B, Mucin7 และ Proline-rich proteins โดยสารต่าง ๆ เหล่านี้มีหน้าที่ช่วยหล่อลื่นภายในช่องปากและควบคุมความชื้นของน้ำลาย ส่งผลต่อความชุ่มชื้นภายในช่องปาก [24] รวมทั้งมีรายงานพบว่า Mucin 5B ในน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นของผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมีปริมาณน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [25] ซึ่งอาจช่วยอธิบายได้ว่าทำไมการศึกษานี้จึงพบว่าผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากมีอาการปากแห้งมากกว่ากลุ่มควบคุม แต่อัตราการหลั่งน้ำลายไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

สุดท้ายนี้ การศึกษานี้ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากเป็นการศึกษาเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนประชากรน้อย หากทำการศึกษาในประชากรที่มีจำนวนเพิ่มขึ้น อาจทำให้ข้อมูลที่ได้อาจมีความชัดเจนมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ได้คำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่ออาการปากแห้งและอัตราการหลั่งน้ำลาย ซึ่งมีหลายปัจจัย เช่น เพศ, อายุ, โรคประจำตัว และยาที่รับประทาน โดยกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกประชากรทั้งกลุ่มผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากและกลุ่มควบคุมให้มีอายุและเพศที่ไม่แตกต่างกัน รวมทั้งตัดโรคประจำตัวและยาที่ส่งผลต่อการหลั่งของน้ำลายออก เพื่อลดปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการปากแห้งและอัตราการหลั่งน้ำลาย เพื่อให้ผลที่ได้บ่งบอกถึงอาการปากแห้งและอัตราการหลั่งน้ำลายที่ใกล้เคียงความเป็นจริง โดยไม่มีปัจจัยดังกล่าวมารบกวน โดยผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ อาจช่วยเป็นข้อมูลให้แก่ทันตแพทย์ที่ให้การรักษาผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากคำนึงถึงอาการปากแห้ง ซึ่งเป็นอาการที่พบได้บ่อยได้ในผู้ป่วยกลุ่มนี้ ซึ่งจะนำไปสู่การพิจารณาวางแผนการรักษาที่เหมาะสมในผู้ป่วยกลุ่มนี้ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

ผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปากพบอาการปากแห้งมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่อัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างอาการปากแห้งกับอัตราการหลั่งน้ำลายชนิดไม่ถูกกระตุ้นในผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก ดังนั้นในการวางแผนการรักษาผู้ป่วยไลเคนแพลนัสในช่องปาก ควรคำนึงถึงอาการปากแห้งที่สามารถพบได้ร่วมด้วย และควรให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติตัวโดยการจิบน้ำบ่อย ๆ หรือการใช้น้ำลายเทียม เพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นภายในช่องปากและลดอาการปากแห้งที่เกิดขึ้น เพื่อให้การจัดการรักษาผู้ป่วยกลุ่มนี้ประสบผลสำเร็จ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ทุนวิจัยเลขที่ 292/2564

เอกสารอ้างอิง

- [1] MS Alrashdan, N Cirillo, M McCullough. (2016, June). Oral lichen planus: a literature review and update. *Arch Dermatol Res.* 8(308): 539-551.
- [2] CP Chiang, J YF Chang, YP Wang, YH Wu, Lu SY, A Sun. (2018, January). Oral lichen planus—differential diagnoses, serum autoantibodies, hematinic deficiencies, and management. *Journal of the Formosan Medical Association.* 117(9): 756-765.
- [3] S Gupta, MK Jawanda. (2015, May-June). Oral Lichen Planus: An Update on Etiology, Pathogenesis, Clinical Presentation, Diagnosis and Management. *Indian J Dermatol.* 60(3): 222-229.
- [4] K Thongprasom. (2018). Oral lichen planus: Challenge and management. *Oral Dis.* 24(1-2): 172-173.
- [5] K Thongprasom, L Luangjarmekorn, T Sererat, W Taweasap. (1992). Relative efficacy of fluocinolone acetonide compared with triamcinolone acetonide in treatment of oral lichen planus. *J Oral Pathol Med.* 21(10): 456-458.
- [6] K Thongprasom, P Youngnak-Piboonratanakit, S Pongsiriwet, T Laothumthut, P Kanjanabud, L Rutchakitprakarn. (2010). A multicenter study of oral lichen planus in Thai patients. *J Investig ClinDent.* 1(1): 29-36.
- [7] PC Fox, KA Busch, BJ Baum. (1987). Subjective reports of xerostomia and objective measures of salivary gland performance. *Journal of the American Dental Association.* 115(4), 581-584.
- [8] S Zunt. (2007). Evaluation of the dry mouth patient. *Alpha Omegan.* 100(4): 203-209.
- [9] JW Millsop, EA Wang, N Fazel. (2017). Etiology, evaluation, and management of xerostomia. *Clin Dermatol.* 35(5): 468-476.
- [10] E Torrente-Castells, R Figueiredo, L Berini-Aytes, C Gay-Escoda. (2010, September). Clinical features of oral lichen planus. A retrospective study of 65 cases. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 15(5): e685-690.
- [11] IM Lundstrom, KG Anneroth, HF Bergstedt. (1982). Salivary gland function and changes in patients with oral lichen planus. *Scand J Dent Res.* 90(6): 443-458.
- [12] F Agha-Hosseini, I Mirzaei-Dizgah, N Mohammadpour. (2016, July). Muscarinic cholinergic receptors (MR3) in saliva of patients with oral lichen planus. *Arch Dermatol Res.* 308(7): 481-486.
- [13] AN Colquhoun, MM Ferguson. (2004). An association between oral lichen planus and a persistently dry mouth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 98(1): 60- 8.
- [14] KR Larsen, JD Johansen, J Reibel, C Zachariae, K Rosing, AML Pedersen. (2017). Oral symptoms and salivary findings in oral lichen planus, oral lichenoid lesions and stomatitis. *BMC Oral Health.* 17(1):103.
- [15] G Artico, RS Freitas, AM Santos Filho, G Benard, R Romiti, DA Migliari. (2014). Prevalence of *Candida* spp., xerostomia, and hyposalivation in oral lichen planus—a controlled study. *Oral Dis.* 20(3): e36-41.

- [16] M Navazesh, SK Kumar. (2008, May). Measuring salivary flow: challenges and opportunities. *J Am Dent Assoc.* 139 Suppl: 35S-40S.
- [17] KY Priya, KM Prathibha. (2017, July-September). Methods of collection of saliva-a review. *International Journal of Oral Health Dentistry.* 3(3): 149-53.
- [18] WM Thomson, JM Chalmers, AJ Spencer, SM Williams. (1999). The Xerostomia Inventory: a multi-item approach to measuring dry mouth. *Community Dent Health.* 16(1): 12-7.
- [19] WM Thomson, SM Williams. (2000). Further testing of the xerostomia inventory. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 89(1): 46-50.
- [20] DHJ Jager, CP Bots, T Forouzanfar, HS Brand. (2018). Clinical oral dryness score: evaluation of a new screening method for oral dryness. *Odontology.* 106(4): 439-444.
- [21] G Iorgulescu. (2009, July-September). Saliva between normal and pathological. Important factors in determining systemic and oral health. *Journal of medicine and life.* 2(3): 303-307.
- [22] AM Pedersen, A Bardow, SB Jensen, B Nauntofte. (2002). Saliva and gastrointestinal functions of taste, mastication, swallowing and digestion. *Oral diseases.* 8(3): 117-129.
- [23] I Kaplan, L Zuk-Paz, A Wolff. (2008). Association between salivary flow rates, oral symptoms, and oral mucosal status. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 106(2): 235-241.
- [24] MM Souza, GP Florezi, MMS Nico, F de Paula, FM Paula, SV Lourenço. (2018). Salivary proteomics in lichen planus: A relationship with pathogenesis?. *Oral diseases.* 24(5): 784-792.
- [25] F Agha-Hosseini, M Imanpour, I Mirzaii-Dizgah, MS Moosavi. (2017). Mucin 5B in saliva and serum of patients with oral lichen planus. *Scientific reports.* 7(1): 1-6.

RANC15-058 การคัดเลือก การจัดจำแนกแบคทีเรียแลคติกโพรไบโอติก จากผลิตภัณฑ์ปลาหมักในประเทศไทย โดยเทคนิคทางด้านจุลชีววิทยา

และเทคนิคพอลิเมอร์เรสเซนรีแอกชัน

SELECTION AND IDENTIFICATION OF LACTIC ACID BACTERIA PROBIOTIC FROM THAI TRADITIONAL FERMENTED FISHES BY MEANS OF MICROBIOLOGICAL AND POLYMERASE CHAIN REACTION

มณฑล เลิศคณาวณิชกุล^{1*} ชุตินา ชัยสงคราม² ศิริขวัญ ไชยวัฒน์² สลิลทิพย์ มุสิกะอินทร์² อัญญาชัย แซ่เจีย²
Monthon Lertcanawanichakul^{1*}, Chutima Chaisongkram², Sirikhwan Chaiwat², Silitip Musikain², Auttachai Saejia²

¹ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

¹Food Technology and Innovation Center of Excellence, Walailak University

²มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

²Walailak University

*Corresponding author, E-mail: Lmonthon55@gmail.com, Lmonthon@mail.wu.ac.th

บทคัดย่อ

แบคทีเรียแลคติก เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างท่อนหรือกลม ไม่ผลิตเอนไซม์อะไมเลส ไม่สร้างสปอร์ มีความสามารถในการผลิตกรดแลคติกเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายในกระบวนการหมักคาร์โบไฮเดรต มีประโยชน์ต่อสุขภาพหากกินเข้าไปในปริมาณที่เหมาะสม โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อคัดแยกแบคทีเรียแลคติกจากผลิตภัณฑ์ปลาหมักโดยเทคนิคการกระจายเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อดี แมน โรโกซ่า ชาร์ป (เอ็มอาร์เอส) และนำมาศึกษาคุณสมบัติการเป็นโพรไบโอติก ได้แก่ การยับยั้งเชื้อดัดขึ้น การทนเกลือ น้ำดี การเกาะติดพื้นผิว การต้านอนุมูลอิสระ การผลิตเอนไซม์ไบโอสโกลที่ไฮโดรเลส ความไวยา การยับยั้งชนิดของเชื้อในเบื้องต้นและการมีอยู่ของยีนที่ควบคุมการสร้างแบคทีเรียโพรไบโอติกโดยเทคนิคพอลิเมอร์เรสเซนรีแอกชัน พบว่า สามารถคัดแยกแบคทีเรียแลคติกได้ทั้งหมด 33 ไอโซเลท คิดเป็นร้อยละ 75.76 (25/33) จากปลาสาม และร้อยละ 24.24 (8/33) จากปลาตุกร้า ซึ่งพบเพียง 17 ไอโซเลทเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ไม่ผลิตเอนไซม์อะไมเลสคิดเป็นร้อยละ 36 (9/25) จากปลาสามและร้อยละ 100 (8/8) จากปลาตุกร้า ในการทดสอบการทนเกลือ น้ำดีพบว่า มีร้อยละ 66.67 จากปลาสาม และร้อยละ 25 จากปลาตุกร้า ที่สามารถทนต่อเกลือ น้ำดีที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 0.3 ได้ร้อยละ 100 การทดสอบการเกาะติดพบร้อยละ 11.11 จากปลาสามและไม่พบการเกาะติดในปลาตุกร้า การผลิตสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียดัดขึ้น พบว่าสามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *E. coli* TISTR 887 ได้ดีที่สุด รองลงมาเป็น *S. aureus* TISTR 517 และแบคทีเรียจากปลาสามทั้งหมดคือต่อยาออกซาลิลลิน ส่วนแบคทีเรียจากปลาตุกร้าคือต่อยาซัลฟาเมทอกซาโซล ไตรเมโทพริม และได้คัดเลือกไอโซเลทที่มีคุณสมบัติการเป็นโพรไบโอติกที่ดีที่สุดซึ่งให้ผลบวกและสูงสุดในแต่ละการทดลองทั้งหมด 11 ไอโซเลท คิดเป็นร้อยละ 66.67 จากปลาสาม และร้อยละ 62.50 จากปลาตุกร้า ยืนยันโดยวิธีพอลิเมอร์เรสเซนรีแอกชัน พบว่าทุกไอโซเลทไม่พบยีนที่ควบคุมการสร้างแบคทีเรียโพรไบโอติก แต่คาดว่าเชื้อที่แยกออกมาได้เป็นเอนเทอโรคอคคัส พีเซียมร้อยละ 81.82 เนื่องจากพบแถบที่ตรงกับตัวควบคุมผลบวก อย่างไรก็ตามทุกไอโซเลทแสดงสมบัติเบื้องต้นการเป็นโพรไบโอติกได้ จึงน่าจะมีประโยชน์ในการนำข้อมูลมาเป็น

พื้นฐานในการศึกษาคุณลักษณะเพิ่มเติมในด้านความปลอดภัยในการนำมาใช้งาน เพื่อประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้ในการเป็นเชื้อตั้งต้นของการผลิตอาหารหมักที่มีประโยชน์ต่อไป

คำสำคัญ: แบคทีเรียแลคติก ปลาหมัก พอลิเมอร์เรสเซนซ์แอกชั่น โพรไบโอติก

Abstract

Lactic acid bacteria (LAB) are Gram positive, rod or round shape, non-spore forming, catalase-negative. They have ability to produced lactic acid as final product in fermented carbohydrate. They have health benefit when intake proper condition in body. The aim of this research was isolated LAB from fermented fish product by spread plate technique on de Man, Rogosa and Sharpe agar and used its to study about probiotic properties including antimicrobial activity, bile salt tolerance, surface adhesion, antioxidant, bile salt hydrolase activity, antibiotic susceptibility, confirmation of LAB and bacteriocin producing by polymerase chain reaction. The results showed total of 33 isolates were obtained, represented 75.76% from Pla-som and 24.24% from Pla duk-ra. Of which 17 isolates were found Gram positive, Catalase-negative 36% from Pla-som and 100% from Pla duk-ra. In bile salt tolerance test found 66.67% from Pla-som and 25% from Pla duk-ra can tolerance bile salt at 0.1% and 0.3% oxgall were 100%. Adhesion surface test was found 11.11% form Pla-som and no adhesion from Pla duk-ra. Antimicrobial activity test, the best inhibition of all bacteria can inhibit *E. coli* TISTR 887 more than *S. aureus* TISTR 517 All bacteria from Pla-som were resistant for oxacillin and all bacteria of Pla duk-ra resistant for sulfamethoxazole/ trimethoprim. Based on these results, 11 isolates were 66.67% from Pla-som and 62.50% from Pla duk-ra with the best probiotic attributes were selected and presented in this study to confirmed by PCR showed every isolate did not find bacteriocin producing, but the results proved classified were *E. faecium* 81.82% because found band match with the positive controls. However, all isolates exhibited probiotic properties. Therefore, they should be useful to use the information as a basis for further characterization of safety and favorable for use in fermented food as starter culture.

Keywords: Fermented fish, Lactic Acid Bacteria, Polymerase chain reaction, Probiotic

บทนำ

ผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่มีการแปรรูปในประเทศไทยมีหลายประเภท เช่น โยเกิร์ต น้ํานมเปรี้ยว แหนม ส้ม พัก กระหล่ำปลีดอง ไวน์ เบียร์ สาเก ขนุนจีน ปลาตุกร้า ปลาจ่อมและปลาต้ม เป็นต้น [1] ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเป็นกระบวนการหนึ่งของการถนอมอาหารด้วยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ โดยกรรมวิธีหมักที่สืบทอดกันภายในครัวเรือนใช้วัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น จนทำให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมนำมาบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ สามารถสร้างรายได้จำนวนมากให้กับผู้ผลิต แต่ส่วนใหญ่กระบวนการหมักจะนิยมทำกันเพื่อบริโภคกันภายในครัวเรือน ทำให้รสชาติที่ได้ไม่คงที่ ส่งผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน อาจจะทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค [2] อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักสามารถทำให้ได้มาตรฐานยิ่งขึ้นด้วยการนำไปเทียบใช้กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เช่น ปลาต้มหมายเลข มผช.26/2557 มีทั้งที่เป็นปลาต้มชิ้น ปลาต้มที่ทำจากเนื้อปลา เนื้อปลาล้วนที่หั่นเป็นเส้นๆ [3] จนได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยใน

ระดับหนึ่ง และเป็นที่ยอมรับโรคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง รวมถึงภาคใต้ ของประเทศไทย โดยห้ามมีการพบเชื้อจุลินทรีย์ ดังนี้ *Salmonella* spp, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* ยีสต์และรา พยาธิตัวจิ๋ว (*Gnathostostoma spinigerun*) และตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในตับ (*Metacercaria of Opisthorchis viverrini*)

กระบวนการหมักปลาสด สามารถใช้วัตถุดิบในกลุ่มปลาน้ำจืดมีเกล็ด เช่น ปลาตะเพียน ปลานิล เป็นต้นทำได้โดยนำไปหมักลงในภาชนะที่จำกัดปริมาณอากาศให้มีเพียงเล็กน้อย หรือสภาวะไร้อากาศ ซึ่งจะช่วยสนับสนุนให้มีการเจริญของแบคทีเรียแลคติก ที่สามารถผลิตกรด ต่ำกว่า 4.6 และออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียและจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Salmonella* spp., *S. aureus*, *B. cereus*, *C. perfringens*, *E. coli*, ยีสต์และรา [3] คุณสมบัติของแบคทีเรียแลคติก เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีความหลากหลายทางด้านรูปร่าง เช่น รูปแท่ง ทรงกลม หรือ กิ่งทรงกลมกิ่งแท่ง เป็นต้น ไม่มีการสร้างสปอร์และไม่เคลื่อนที่ ไม่พบการสร้างเอนไซม์อะมิเลส มีความสามารถในการผลิตกรดแลคติกซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายในกระบวนการหมักคาร์โบไฮเดรต [4] และกรดอินทรีย์บางชนิด ได้แก่ กรดแอซิติค (*Acetic acid* ; CH_3COOH) และกรดโพรพิโอนิก (*Propionic acid* ; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$) และสารอื่นๆ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (*Hydrogen peroxide* ; H_2O_2) ไดแอซิติล (*Diacetyl* ; $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$) โดยกระบวนการหมักจะเกิดขึ้นในสภาวะที่มีอากาศน้อย (*Microaerophilic*) ซึ่งได้จากกระบวนการ *Substrate-level phosphorelation* โดยสามารถแบ่งกลุ่มของแบคทีเรียแลคติกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ 1) *Homofermentative lactic acid bacteria* เป็นการหมักของน้ำตาลกลูโคสหรือน้ำตาลที่มีน้ำตาลคาร์บอน 6 อะตอม ได้เป็นกรดแลคติกอย่างเดียว และ 2) *Heterofermentative lactic acid bacteria* สามารถหมักน้ำตาลกลูโคสได้เช่นเดียวกันแต่จะได้ผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นไม่เพียงแต่กรดแลคติก เช่น กรดแอซิติค เอทิลแอลกอฮอล์ เป็นต้น โดยเชื้อแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับกลุ่มแบคทีเรียที่มีอยู่ในวัตถุดิบที่นำมาใช้ในกระบวนการหมัก ไม่ว่าจะเป็นที่ตัวปลา สมุนไพรหรือข้าวที่เป็นส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตปลาสด แบคทีเรียในกลุ่มนี้มีความต้องการสารอาหารที่มีความซับซ้อนเพื่อการเจริญเติบโตในกระบวนการหมัก อย่างไรก็ตามหากแบคทีเรียแลคติกสามารถเจริญได้ด้วยการคัดเลือกตามกระบวนการผลิตปลาสดตามธรรมชาติ ก็จะทำให้เกิดความหลากหลายของแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวที่สามารถตรวจพบได้จากผลิตภัณฑ์ปลาสดและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ในแง่ของอาหารฟังก์ชัน (*Functional food*) เป็นที่น่าสนใจอย่างสูงเพราะแบคทีเรียแลคติกได้ถูกรายงานว่าเป็นแบคทีเรียที่มีความปลอดภัย (*Generally recognized as safe bacteria* ; *GRAS status*) และสามารถพบได้ทั่วไปในร่างกายของมนุษย์และสัตว์ รวมไปถึงผลิตภัณฑ์อาหารทั่วไป ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ การหมักย่อยที่เกิดขึ้นจากแบคทีเรียแลคติกจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในกล้ามเนื้อปลา รวมไปถึงเกิดเนื้อสัมผัสที่มีความแน่นเพิ่มขึ้น มีกลิ่นรสเฉพาะตัว และการหมักปลาทำให้เกิดการย่อยของอาหารต่าง ๆ ในเนื้อปลา เช่น โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต นอกจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดขึ้นโดยแบคทีเรียแลคติกตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังพบมีรายงานว่าแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวได้ถูกรายงานไว้ว่าเป็นแบคทีเรียโพรไบโอติก (*Probiotic*) สำหรับแบคทีเรียที่ได้ถูกรายงานมีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติก เช่น แบคทีเรียในกลุ่ม *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Vagococcus*, และ *Leuconostoc* [5]

คุณสมบัติของแบคทีเรียโพรไบโอติกประกอบด้วย 1) เป็นเชื้อประจำถิ่นที่อาศัยอยู่ในร่างกายมนุษย์ 2) ให้ประโยชน์และไม่ก่อให้เกิดโทษต่อร่างกาย 3) สามารถมีชีวิตอยู่รอดในสภาวะแวดล้อมที่เป็นกรดได้ (กรณีที่ใช้ในระบบทางเดินอาหาร) 4) สามารถยึดเกาะกับเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้ดี 5) มีฤทธิ์ยับยั้งหรือกำจัดเชื้อก่อโรค [6] โดยพบว่าเมื่อได้รับในปริมาณที่เหมาะสมไม่น้อยกว่า 10^6 CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ของผลิตภัณฑ์ จะทำให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยป้องกันการเกิดโรคต่าง ๆ มีการนำมาใช้ในการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ [7]

เนื่องมาจากฤทธิ์ของกรดอินทรีย์ และสารแบคทีเรียโอซินที่มีความปลอดภัยต่อร่างกาย [8] ไม่ก่อโรคและไม่เป็นสารพิษต่อร่างกาย มีความทนต่อกรด-ด่าง ซึ่งสามารถดำรงชีวิตอยู่ในระบบทางเดินอาหารได้และไม่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง [9] อีกทั้งยังมีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยในการป้องกันและการเกิดโรคมามากกว่าการรักษาโรค มีความสำคัญในระบบการย่อยอาหาร ช่วยในการขับถ่ายให้ดีขึ้น ช่วยปรับอารมณ์ กระตุ้นการทำงานของสมองทำให้มีการคิดบวก ช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและรักษาสมดุลของร่างกาย ช่วยในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค โดยการผลิตกรดแลคติก กรดอะซิติก แบคทีเรียโอซิน และค่าความเป็นกรดในลำไส้ ช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของลำไส้ เพิ่มการดูดซึมสารอาหาร ช่วยในการป้องกันของการเกิดมะเร็ง [6, 8] ด้วยเหตุผลทั้งหมดที่ได้กล่าวมานี้ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีแบคทีเรียแลคติกโพรไบโอติกเป็นส่วนประกอบเป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภค [10] เนื่องจากมีความปลอดภัยในการนำไปใช้ส่งเสริมสุขภาพ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร ด้านการแพทย์ และเวชสำอาง [8] หากใช้ในปริมาณที่เหมาะสมและถูกต้อง ด้วยสายพันธุ์แบคทีเรียแลคติกที่มีคุณสมบัติที่ดีของการเป็นโพรไบโอติก เช่น ทนกรด ทนด่าง ทนเกลือ น้ำดี เกาะติดพื้นผิว สร้างสารปฏิชีวนะเป็นต้น เพื่อนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านเชื้อบริสุทธิ์ โดยต้องคำนึงถึงหลักใหญ่คือ เป็นเชื้อที่มีความปลอดภัยต่อการนำมาใช้งาน ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้สนใจคัดแยกแบคทีเรียแลคติกจากผลิตภัณฑ์ปลาหมักและศึกษาความสามารถของการเป็นโพรไบโอติกที่ดี มีความปลอดภัย โดยการใช้เทคนิคทางจุลชีววิทยาที่เหมาะสม รวมไปถึงการแยกชนิดเชื้อและการแสดงออกของยีนที่ควบคุมการสร้างแบคทีเรียโอซินด้วยเทคนิคพอลิเมอร์เรสเซนซ์แอกชั่น (Polymerase chain reaction ; PCR) ด้วยคู่ไพรเมอร์ L5-15f และ L5-687r ที่มีรายงานว่าสามารถยืนยันยีนได้หลายสกุล ได้แก่ *Weissella*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* และ *Lactobacillus* [11] เพื่อประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้ในการเป็นเชื้อตั้งต้นของการผลิตอาหารหมักที่มีประโยชน์ต่อไป หากแบคทีเรียที่คัดแยกออกมาได้จากผลิตภัณฑ์ปลาหมักแสดงสมบัติที่ดีของการเป็นโพรไบโอติกดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. คัดแยกแบคทีเรียแลคติกจากผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ได้แก่ ปลาต้มและปลาดุกร้า
2. ทดสอบคุณสมบัติการเป็นโพรไบโอติก ของแบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากข้อ 1.
3. วิจัยยีนกลุ่มแบคทีเรียแลคติก และการมีอยู่ของยีนที่ควบคุมการสร้างแบคทีเรียโอซินจากข้อ 2. โดยเทคนิคพอลิเมอร์เรสเซนซ์แอกชั่น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การคัดแยกเชื้อจากปลาต้มและปลาดุกร้า

ดัดแปลงมาจากงานวิจัยของ ศิรินาถ ศรีอ่อนนวน และ นพรัตน์ มะเห [12] โดยมีวิธีการดังนี้ นำตัวอย่างมาทำการเจือจางแบบ 10 เท่า จากนั้นนำไปเกลี่ยลงบนจานเพาะเชื้อแข็ง MRS นำไปบ่มไว้ในสภาวะที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 5% ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วัน จากนั้นนำมาคัดเลือกโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS โดยวิธีการสุ่มเลือกลักษณะโคโลนีที่มีความแตกต่างกันอย่างน้อยชนิดละ 5 โคโลนี แล้วนำโคโลนีที่คัดเลือกได้ไปซิดเชื้อซ้ำ บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS แล้วนำไปบ่มเลี้ยงที่สภาวะเดิมเพื่อให้ได้เชื้อแบคทีเรียที่บริสุทธิ์ (สำหรับงานเพาะเชื้อ MRS ที่ใช้คัดแยกเชื้อจากปลาดุกร้าให้ผสมกลีโอสเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 6) เชื้อที่สุ่มเลือกมาทั้งหมดนำมาหมักแบบแอกซิเจน และทดสอบเอนไซม์อะไมเลสเป็นการยืนยันแบคทีเรียแลคติกในเบื้องต้น (แอกซิเจน และให้ผลลบกับการทดสอบอะไมเลส) จากนั้นแยกเก็บเชื้อบริสุทธิ์ใน 15% กลีเซอรอล ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

2. การทดสอบคุณสมบัติเชื้อแบคทีเรียแลกดิกโพรไบโอติก

2.1 การทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียดักซ์

1) โดยวิธี Cross streak

นำโคโลนีเดี่ยวของแบคทีเรียแลกดิกแต่ละไอโซเลทจากปลาสด หรือปลาดุก ฆ่า มาขีดเป็นเส้นตรงบริเวณกลางจานขนาด 7x150 มิลลิเมตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสใน Candle jar เป็นเวลา 4 วัน จากนั้นนำเชื้อดักซ์ที่ปรับความขุ่น 0.5 McFarland มาขีดในแนวตั้งจากก้นรอยขีดเชื้อแบคทีเรียแบคติกให้ห่างจาก ประมาณ 4 มิลลิเมตร นำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยสังเกตความยาวของการเจริญจากรอยขีดเชื้อดักซ์นี้เมื่อเทียบกับจานควบคุมที่ขีดเชื้อดักซ์นี้ [13].

2) โดยวิธี Overlay method

นำโคโลนีเดี่ยวของแบคทีเรียแลกดิกแต่ละไอโซเลทจากปลาสด หรือปลาดุก ฆ่า มา spot บนจานอาหารให้ได้เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร บนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MRS โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อเหลว MRS broth เป็นตัวควบคุมผลลบ จากนั้นนำจานอาหารเลี้ยงเชื้อไปบ่มเลี้ยงใน Candle jar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำเชื้อดักซ์ที่ปรับความขุ่น 0.5 McFarland ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง Soft Muller-Hinton (0.8% agar) ปริมาตร 9 มิลลิลิตร แล้วเทลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MRS ที่มี spot ของแบคทีเรียแลกดิก นำจานอาหารเลี้ยงเชื้อไปบ่มเลี้ยงที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง สังเกตการเกิดโซนใสรอบ ๆ แบคทีเรียแลกดิกบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MRS ทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง (ไอโซเลทจากปลาดุกน่าจะมีการเติมโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 6 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ)

2.2 การทนต่อเกลือน้ำดี ของเชื้อแบคทีเรียแลกดิก

นำแบคทีเรียแลกดิกที่แยกได้จากปลาสดและปลาดุก ฆ่า ปรับความขุ่นแต่ละไอโซเลทให้เท่ากับ 0.5 McFarland แล้วแยกใส่ในอาหารเหลว MRS ที่มีสารละลายเกลือน้ำดีที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 0.3 (0.1% และ 0.3% Oxgall) โดยมีอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว MRS ที่ไม่เติม Oxgall (pH 6.2) เป็นตัวควบคุม นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทดลอง 2 ซ้ำ จากนั้นนับจำนวนเชื้อที่เหลือรอด โดยวิธีการ Spread plate บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MRS นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง [14] ตรวจสอบการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแลกดิกบนผิวหน้าอาหารและนับจำนวนเชื้อ นำผลที่ได้คำนวณเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของเชื้อ ตามสมการดังนี้ $[\%Viability = (CFU/ml \text{ ของหลอดทดลอง}) / (CFU/ml \text{ ของหลอดควบคุม}) \times 100]$

2.3 การทดสอบความสามารถในการเกาะติดพื้นผิว

นำโคโลนีเดี่ยวแต่ละไอโซเลทของแบคทีเรียแลกดิกที่แยกได้จากปลาสด ใส่ลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว MRS ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ที่ภายในหลอดบรรจุไม้เสียบลูกชิ้นที่สะอาด ปิดฝาหลอดทุกหลอดให้แน่น และนำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส สังเกตและบันทึกผลการทดลอง โดยสังเกตการเกาะติดของแบคทีเรียแลกดิกบริเวณขอบหลอดทดลอง บันทึกผลทุกวันเป็นเวลา 4 วัน โดยคัดเลือกเชื้อที่มีการเกาะติดพื้นผิวบริเวณขอบหลอดเร็วที่สุด

2.4 การทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) โดยวิธี DPPH assay

เปิดสารละลาย DPPH (7.886 มิลลิกรัม ละลายในเมทานอล ปริมาตร 100 มิลลิลิตร) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำเลี้ยงเชื้อ (Supernatant) ที่ผ่านการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10,000 rpm เป็นเวลา 15 นาที ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมสารละลายให้เข้ากัน และนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยมีสารควบคุมผลลบเป็นสารละลาย DPPH และสารควบคุมผลบวกเป็นสารละลาย Ascorbic acid ความเข้มข้น 20 µg/ml อ่านผลที่ได้จากเครื่องวัดการดูดกลืนแสง บันทึกผลการทดลอง ทุกการทดลองทำ 2 ซ้ำ และคำนวณ %DPPH scavenging activity จากสมการดังนี้

$$\text{DPPH scavenging activity (\%)} = [1 - (\text{Abs}_{\text{sample}}/\text{Abs}_{\text{control}})] \times 100\%$$

ซึ่ง $\text{Abs}_{\text{sample}}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำเลี้ยงเชื้อกับสารละลาย DPPH

$\text{Abs}_{\text{control}}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH

2.5 การทดสอบความไวของแบคทีเรียแลคติกต่อยาปฏิชีวนะ

เตรียมสารแขวนลอยของแบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากปลาสดและปลาดุกร้า ให้มีความเข้มข้นเทียบเท่ากับ 0.5 McFarland จากนั้นใช้ไม้พันสำลีที่ปราศจากเชื้อจุ่มสารแขวนลอยแบคทีเรียแลคติกแต่ละไอโซเลท มาป้ายลงบนพื้นผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MRS เป็นแนวยาวจากซ้ายไปขวา ทำจนครบทุกไอโซเลท แล้ววางแผ่นยามาตรฐาน Sulfphamethoxazole/trimethoprim (SXT), Oxacillin, Carbenicillin, Amikacin (AK), Penicillin G (PG), Ampicillin (AMP), Cephalotin (CF) และ Gentamicin (GM) ลงบนรอยป้ายบนพื้นผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MRS นำจานอาหารเลี้ยงเชื้อไปบ่มเลี้ยงใน Candle jar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโซนยับยั้งของยาแต่ละชนิด [14]

3. ทดสอบยีนชนิดของแบคทีเรียแลคติกโดยวิธีพหุเมอเรสเซนซ์

สกัดดีเอ็นเอแบคทีเรียแลคติกที่มีสมบัติเป็นโปรไบโอติก ประมาณ 3-5 โคโลนี ใส่ลงไปในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ ปริมาตร 600 ไมโครลิตร แล้วนำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-20 นาที หรือจนเกิดเป็นผลึกน้ำแข็ง แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำกลับไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-20 นาที หรือจนเกิดเป็นผลึกน้ำแข็ง ทำซ้ำข้อ 1.2) และ 1.3) อีกประมาณ 3 ครั้ง จากนั้นนำหลอดทดลองมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง จนเกิดการตกตะกอน แล้วดูดส่วนใสไปเพื่อทำปฏิกิริยาพหุเมอเรสเซนซ์ ใช้ DNA marker คือ 100 bp ladder, DNA ควบคุมผลบวก คือ *E. faecium* N15 โดยใช้ไพรเมอร์ L5-15f และ L5-687r [11] นำ PCR products ไปรันเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส ปรับระดับกระแสไฟฟ้าระดับ 50 โวลต์ เวลา 100 นาที เมื่อครบเวลานำไปดูภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต

ผลการวิจัย

1. การคัดแยกและทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของแบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากปลาสดและปลาดุกร้า

สามารถคัดแยกแบคทีเรียแลคติกได้ทั้งหมด 33 ไอโซเลท มีแบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากปลาสดและปลาดุกร้า จำนวน 25 และ 8 ไอโซเลทคิดเป็นร้อยละ 75.76 และ 24.24 ตามลำดับ โดยมีเพียง 17 ไอโซเลท ย้อมติดสี แกรมบวกและไม่พบการสร้างเอนไซม์อะไมเลสคิดเป็นร้อยละ 36 (9/25) จากปลาสด และร้อยละ 100 จากปลาดุกร้า

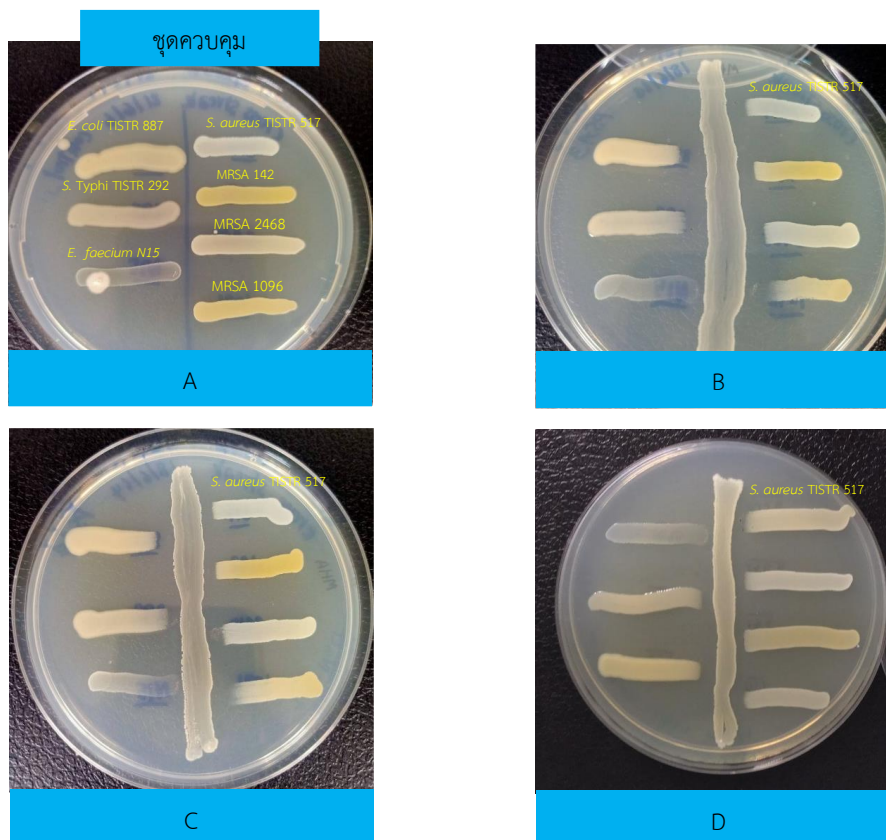
2. การทดสอบคุณสมบัติโปรไบโอติก

2.1 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียดัดซึ่งจากแบคทีเรียที่แยกได้จากปลาสดและปลาดุกร้า

1) โดยวิธี Cross streak

แบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากปลาสดและปลาดุกร้าจำนวน 17 ไอโซเลท พบเพียง 3 ไอโซเลทของแบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากปลาสดคือ PSA3 (ภาพ 1B), PSA4 (ภาพ 1C), PSD2 (ภาพ 1D) ที่สามารถยับยั้งเชื้อดัดซึ่ง *E. coli* TISTR 887 และ *S. Typhi* TISTR 292 พบเพียง 2 ไอโซเลทคือ PSA3 (ภาพ B), PSA4 (ภาพ 1C) ที่สามารถยับยั้งเชื้อดัดซึ่ง MRSA 1096 พบเพียง 1 ไอโซเลทคือ PSA3 (ภาพ B) ที่สามารถยับยั้งเชื้อดัดซึ่ง MRSA 142 1096 พบเพียง 1 ไอโซเลทคือ PSA3 (ภาพ 1B) ที่สามารถยับยั้งเชื้อดัดซึ่ง MRSA 2468 พบเพียง 1 ไอโซเลทคือ PSD2 (ภาพ 1D) สามารถยับยั้งเชื้อดัดซึ่ง *S. aureus* TISTR 517 พบเพียง 1 ไอโซเลทคือ PSD2

(ภาพ 1D) สามารถยับยั้งเชื้อดัดชนี *E. faecium* N15 อย่างไรก็ตามไม่พบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียดัดชนีโดยวิธี Cross streak จากแบคทีเรียแลกดติกที่แยกได้จากปลาตุกร้า 8 ไอโซเลท



ภาพที่ 1 การทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียดัดชนี โดยวิธี Cross streak ไอโซเลท PSA3 (B), PSA4 (C) และ PSD2 (D)

2) โดยวิธี Overlay method

การทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียดัดชนี โดยวิธี Overlay method ของแบคทีเรียแลกดติกที่แยกได้จากปลาต้มและปลาตุกร้า พบว่าทั้ง 9 ไอโซเลทของแบคทีเรียแลกดติกที่แยกได้จากปลาต้ม สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *S. aureus* TISTR 517 และ *E. coli* TISTR 887 พบการเกิดโซนใสรอบ ๆ แบคทีเรียแลกดติกบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MRS โดยมีขนาดโซนใสอยู่ในช่วงระหว่าง 14 ถึง 46 มิลลิเมตร และแบคทีเรียแลกดติกที่แยกได้จากปลาตุกร้า จำนวน 8 ไอโซเลท พบเพียง 1 ไอโซเลท คือ PD.WcS ที่สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *S. aureus* TISTR 517 โดยมีขนาดโซนใสเท่ากับ 17 มิลลิเมตร และทั้ง 8 ไอโซเลท สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *E. coli* TISTR 887 โดยมีขนาดโซนใสอยู่ในช่วงระหว่าง 19 ถึง 34 มิลลิเมตร

2.2 การทนต่อเกลือน้ำดี

แบคทีเรียแลกดติกที่แยกได้จากปลาต้มจำนวน 9 ไอโซเลท มีความสามารถในการทนเกลือน้ำดีที่ต่างกัน โดยมีจำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ PSA1, PSA3, PSA4, PSD2, PSD3 และ PSE3 ที่สามารถทนต่อเกลือน้ำดีได้ร้อยละ 100 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 0.3 และพบเพียง 3 ไอโซเลท ได้แก่ PSA5, PSE2 และ PSA5 มีความสามารถในการทนเกลือน้ำดีร้อยละ 0.1 และ 0.3 ได้ลดลง ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และความสามารถในการทนต่อเกลือน้ำดี (Oxgall) ในหลอดทดลองของเชื้อแบคทีเรียแลกดติกที่แยกได้จากปลาตุกร้าจำนวน 8 ไอโซเลท

พบว่ามีความสามารถในการทนต่อเกลือน้ำดีที่ต่างกัน โดยมีจำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ PD.YaS, PD.YaB, PD.YbB, PD.WcS, PD.WcB และ PD.WdB ที่สามารถทนต่อเกลือน้ำดีความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ได้ร้อยละ 100 และ 2 ไอโซเลท ได้แก่ PD.YbS และ PD.WdS สามารถทนต่อเกลือน้ำดีร้อยละ 0.1 ได้ลดลง และความสามารถในการทนต่อเกลือน้ำดีความเข้มข้นร้อยละ 0.3 พบเพียง 2 ไอโซเลท ได้แก่ PD.WcS และ PD.WcB ที่มีอัตราการรอดชีวิตคิดเป็นร้อยละ 100 ขณะที่ 6 ไอโซเลท ได้แก่ PD.YaS, PD.YaB, PD.YbS, PD.YbB, PD.WdS และ PD.WdB สามารถทนต่อเกลือน้ำดีร้อยละ 0.3 ได้ลดลง

2.3 การทดสอบความสามารถในการเกาะติดพื้นผิว

แบคทีเรียแลกติกจากปลาสดและปลาดุกร้าทั้งหมด 33 ไอโซเลท นำมาคัดเลือกโดยการย้อมสีแกรมพบว่าแบคทีเรียแลกติกที่แยกได้จากปลาสดและปลาดุกร้าจำนวน 17 ไอโซเลทเป็นแกรมบวกรูปร่างท่อน และบางส่วนมีลักษณะกลมเกาะอยู่เป็นกลุ่ม รวมทั้งไม่พบการสร้างเอนไซม์อะไมเลส และศึกษาความสามารถในการเกาะติดพื้นผิวของแบคทีเรียแลกติกที่แยกได้จากปลาสดและปลาดุกร้าจำนวน 17 ไอโซเลท ปลาสดจำนวน 9 ไอโซเลท และปลาดุกร้าจำนวน 8 ไอโซเลท พบเพียง 1 ไอโซเลทจากปลาสด คือ ไอโซเลท PSE3 โดยมีการเกาะติดขอบหลอดทดลอง ตั้งแต่วันแรกของการบ่มในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว MRS แต่อย่างไรก็ตามไม่พบการเกาะติดบริเวณขอบหลอดทดลองในไอโซเลทที่แยกได้จากปลาดุกร้า

2.4 การทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ของแบคทีเรียแลกติกที่โดยวิธี

DPPH assay

แบคทีเรียแลกติกที่แยกได้จากปลาสดจำนวน 9 ไอโซเลท พบว่า ทั้ง 9 ไอโซเลท มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ต่างกัน โดยไอโซเลท PSA4, PSE3 และ PSD2 มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดถึงร้อยละ 50.76, ร้อยละ 33.14 และร้อยละ 31.99 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ของแบคทีเรียแลกติกที่แยกได้จากปลาดุกร้าจำนวน 8 ไอโซเลท พบว่า ทั้ง 8 ไอโซเลทมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ต่างกัน โดยปลาดุกร้าไอโซเลท PD.YbB, PD.WcB และ PD.WdS มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดถึงร้อยละ 71.21, ร้อยละ 69.89 และร้อยละ 68.86 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของแบคทีเรียแลกติกที่แยกได้จากปลาสด โดยวิธี DPPH assay

ไอโซเลท	%DPPH scavenging activity \pm SD
Ascorbic acid [20 μ g/ml]	99.62 \pm 0.00
PSA1	14.08 \pm 0.04
PSA3	24.38 \pm 0.06
PSA4	50.77 \pm 0.02
PSA5	22.56 \pm 0.04
PSD2	31.99 \pm 0.02
PSD3	28.50 \pm 0.02
PSE2	27.54 \pm 0.03
PSE3	33.14 \pm 0.02
PSE5	26.44 \pm 0.02

ตารางที่ 2ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากปลาสดุกร้าโดยวิธี DPPH assay

ไอโซเลท	%DPPH scavenging activity \pm SD
Ascorbic acid [20 μ g/ml]	96.77 \pm 0.00
PD.YaS	62.85 \pm 0.01
PD.YaB	68.72 \pm 0.01
PD.YbS	67.33 \pm 0.00
PD.YbB	71.22 \pm 0.02
PD.WcS	45.30 \pm 0.00
PD.WcB	69.90 \pm 0.00
PD.WdS	68.87 \pm 0.00
PD.WdB	69.94 \pm 0.02

2.5 การทดสอบความไวของแบคทีเรียแลคติกต่อยาปฏิชีวนะ

แบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากปลาสดุกร้ามีความไวต่อยาปฏิชีวนะที่แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่แบคทีเรียแลคติกจะมีความไวต่อยาปฏิชีวนะกลุ่มยับยั้งผนังเซลล์ เช่น Sulfphamethoxazole/trimethoprim (SXT), Ceftibuten (CB), Penicillin (P), Ampicillin (AMP) และ Cephalothin (CEP) รวมถึงกลุ่มยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน เช่น Amikacin (AK) และ Gentamicin (CN) แต่จะดื้อต่อยา Oxacillin (OX)

ส่วนความไวของแบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากปลาสดุกร้าต่อยาปฏิชีวนะที่มีความไวต่อยาปฏิชีวนะที่แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่แบคทีเรียแลคติกจะมีความไวต่อยาปฏิชีวนะกลุ่มยับยั้งผนังเซลล์ เช่น Oxacillin, Ceftibuten, Penicillin, Ampicillin และ Cephalothin รวมถึงกลุ่มยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน เช่น Amikacin และ Gentamicin แต่จะดื้อต่อยา Sulfphamethoxazole/trimethoprim ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ความไวของแบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากปลาสดุกร้าต่อยาปฏิชีวนะ

ยามาตรฐาน	วงใสของการยับยั้งเชื้อ (มิลลิเมตร)								
	PSA1	PSA3	PSA4	PSA5	PSD2	PSD3	PSE2	PSE3	PSE5
Sulfphamethoxazole/trimethoprim (SXT)	++	+	++	+++	++	++	+++	+++	++++
Oxacillin (OX)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceftibuten (CB)	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Amikacin (AK)	++++	++++	++++	++++	+++	+++	+++	++++	++++
Penicillin (P)	+++	++++	+++	++++	+++	+++	++++	++++	++++
Ampicillin (AMP)	+++	++++	+++	++++	++++	+++	++++	++++	++++
Cephalothin (CEP)	+++	+++	+++	ND	++	+++	ND	++	++++
Gentamicin (CN)	++	++	++	++	++	++	++	++	++

ตารางที่ 4 ความไวของแบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากปลาตุกร้าต่อยาปฏิชีวนะ

ยามาตรฐาน	วงใสของการยับยั้งเชื้อ (มิลลิเมตร)							
	PD.	PD.	PD.	PD.	PD.	PD.	PD.	PD.
	YaS	YaB	YbS	YbB	WcS	WcB	WdS	WdB
Sulfphamethoxazole /trimethoprim (SXT)	-	-	++	++	++	++	-	-
Oxacillin (OX)	+++	+++	+++	+++	++++	++	++	+++
Ceftibuten (CB)	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	++++
Amikacin (AK)	+++	++	++++	++++	++++	++	+	++
Penicillin (P)	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Ampicillin (AMP)	+++	+++	++++	++++	++++	+++	+++	+++
Cephalothin (CEP)	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Gentamicin (CN)	++	++	++	++	ND	++	++	++

ND = ไม่ได้ทำการทดสอบ, (-) = ต่อด้อยาปฏิชีวนะ (+) = วงใสของการยับยั้งเชื้อขนาด 1-10 มิลลิเมตร, (++) = วงใสของการยับยั้งเชื้อขนาด 11-20 มิลลิเมตร, (+++) = วงใสของการยับยั้งเชื้อขนาด 21-30 มิลลิเมตร, (++++) = วงใสของการยับยั้งเชื้อขนาดมากกว่า 30 มิลลิเมตร

3. การยืนยันการเป็นแบคทีเรียแลคติกโดยวิธีพอร์เมอเรสเซนหรือแอดซัน

แบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากปลาต้มทั้ง 6 ไอโซเลท ได้แก่ PSA1, PSA3, PSA4, PSD2, PSD3 และ PSE3 และแบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากปลาตุกร้า จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ PD.YaS, PD.Ybs, PD.YbB, PD.WcS และ PD.WcB พบว่ามีการแสดงออกของการเป็นแบคทีเรียแลคติกจำนวน 9 ไอโซเลท ได้แก่ PSA4, PSD2, PSD3, PSE3, PD.YaS, PD.Ybs, PD.YbB, PD.WcS และ PD.WcB ยืนยันสกุลของแบคทีเรียแลคติกเป็น *E. faecium*

อภิปรายผลการวิจัย

แบคทีเรียแลคติกพบว่ามีทั้งรูปร่างแท่งและกลม ได้ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มแบคทีเรียโพรไบโอติกซึ่งในความหมายก็คือกลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก ที่เมื่อเข้าไปอยู่ในร่างกายของมนุษย์และสัตว์แล้วยังก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ โดยจุลินทรีย์เหล่านั้นทำหน้าที่ ช่วยปรับสมดุลของสภาพแวดล้อมในระบบลำไส้และทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคในร่างกาย โดยจะคัดแยกแบคทีเรียแลคติกตามธรรมชาติได้ในอาหารหมักหลายชนิด [15] รวมทั้งปลาตุกร้า ปลาปลาส้ม [1, 12]

แบคทีเรียแลคติกสามารถพบได้ทั่วไปในร่างกายของมนุษย์และสัตว์ รวมไปถึงผลิตภัณฑ์อาหารทั่วไป ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ พบการรายงานว่าเป็นแบคทีเรียแลคติกที่เป็นแบคทีเรียโพรไบโอติก เช่น แบคทีเรียในกลุ่ม *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Vagococcus*, และ *Leuconostoc* [5] ซึ่งพบว่าแบคทีเรียแลคติกมีความสำคัญมากทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร ทั้งคนและสัตว์ เป็นกลุ่มแบคทีเรียแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ ไม่มีเอนไซม์อะเลส [16] ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบในครั้งนี้ โดยสามารถคัดแยกเชื้อจากปลาต้มและปลาตุกร้าได้ทั้งหมด 17 ไอโซเลท ผลการย้อมแกรมเป็นแกรมบวกก่อน หรืออาจมองเห็นเป็นรูปร่างกลมที่จับกันเป็นกลุ่ม รวมทั้งไม่พบการสร้างเอนไซม์อะเลส โดยมีรายงานว่าแบคทีเรีย

แลกดิกที่ตัดแยกได้จากอาหารหมักพบว่า มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียได้แก่ *B. cereus* ATCC 11778, *L. sakei* subsp. *sakei* JCM 1157, *S. aureus* ATCC 5923, *E. coli* ATCC 5922, *S. enterica* serovar Typhi และ *C. albicans* ATCC 90028 [17] ทุกไอโซเลทสามารถทนและเจริญในสภาวะที่มีเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.3, 0.6 และ 1 [18] ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ โดยการทดสอบความสามารถในการทนต่อเกลือในหลอดทดลอง ของเชื้อแบคทีเรียแลกดิกที่แยกได้จากปลาสดและปลาดุกร้า โดยนำเชื้อแบคทีเรียแลกดิกที่แยกได้จากปลาสดจำนวน 9 ไอโซเลท พบว่ามีความสามารถในการทนเกลือที่ต่างกัน โดยมีจำนวน 6 ไอโซเลท ที่สามารถทนต่อเกลือได้ร้อยละ 100 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 0.3 และความสามารถในการทนต่อเกลือในหลอดทดลองของเชื้อแบคทีเรียแลกดิกที่แยกได้จากปลาดุกร้าจำนวน 8 ไอโซเลท พบว่ามีความสามารถในการทนต่อเกลือที่ต่างกัน โดยมีจำนวน 6 ไอโซเลท ที่สามารถทนต่อเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ได้ร้อยละ 100 และความสามารถในการทนต่อเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.3 พบเพียง 2 ไอโซเลท ที่มีอัตราการรอดชีวิตคิดเป็นร้อยละ 100 อีกทั้งพบว่าการทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียแลกดิกที่คัดเลือกได้จำนวน 106 ไอโซเลท ในการเกาะติดพื้นผิว พบ 2 ไอโซเลท ที่แยกได้จากมะเขือเทศ และแฮม ตามลำดับ ที่แสดงการเกาะติดผิวหลอดทดลอง ปรากฏว่าเชื้อทั้งหมด [12] ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ พบว่าแบคทีเรียแลกดิกที่คัดเลือกได้จากปลาสดและปลาดุกร้า พบเพียง 1 ไอโซเลทจากปลาสด มีการเกาะติดขอบหลอดทดลอง ตั้งแต่วันแรกของการบ่มในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว MRS แต่อย่างไรก็ตามไม่พบการเกาะติดบริเวณขอบหลอดทดลองในไอโซเลทที่แยกได้จากปลาดุกร้า

จากการศึกษาของ กัญญาณี และคณะ (2557) พบว่ามีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงในน้ำข้าวเหนียวดำที่ผ่านกระบวนการหมัก ด้วยแบคทีเรียแลกดิกสายพันธุ์ *L. acidophilus* และ *L. casei* จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าแบคทีเรียแลกดิกแต่ละสายพันธุ์มีผลต่อคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของน้ำข้าวเหนียวดำหมัก [19] ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ พบว่า การทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ของแบคทีเรียแลกดิกที่แยกได้จากปลาสดจำนวน 9 ไอโซเลท พบว่า มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ต่างกัน ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดถึงร้อยละ 50.77 และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแบคทีเรียแลกดิกที่แยกได้จากปลาดุกร้าจำนวน 8 ไอโซเลท พบว่า 8 ไอโซเลทมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ต่างกัน โดยปลาดุกร้ามีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดถึงร้อยละ 71.22

แบคทีเรียแลกดิกโพรไบโอติกมีความไวต่อยา Oxacillin, Penicillin, Ampicillin และ Amikacin [20] และดื้อต่อยา Sulfphamethoxazole/trimethoprim, Cephalothin และ Gentamicin [21] ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ จากการศึกษาความไวของแบคทีเรียแลกดิกที่แยกได้จากปลาสดต่อยาปฏิชีวนะ พบว่าแบคทีเรียแลกดิกที่แยกได้มีความไวต่อยาปฏิชีวนะ ได้แก่ Sulfphamethoxazole/trimethoprim, Ceftibuten, Penicillin, Ampicillin, Cephalothin, Amikacin และ Gentamicin แต่จะดื้อต่อยา Oxacillin ส่วนความไวของแบคทีเรียแลกดิกที่แยกได้จากปลาดุกร้าต่อยาปฏิชีวนะ พบว่าแบคทีเรียแลกดิกที่แยกได้จากปลาดุกร้ามีความไวต่อยาปฏิชีวนะ ได้แก่ Oxacillin, Ceftibuten, Penicillin, Ampicillin และ Cephalothin, Amikacin และ Gentamicin แต่จะดื้อต่อยา Sulfphamethoxazole/trimethoprim

สรุปผลการวิจัย

แบคทีเรียที่คัดแยกได้เป็นแบคทีเรียแกรมบวกและให้ผลลบกับการทดสอบอะซิเลส ทนเกลือใน Osgall ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ระหว่างปลาสดกับปลาดุกร้าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งแตกต่างจากอัตราการรอดชีวิต ใน Osgall ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 ระหว่างปลาสดกับปลาดุกร้าแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สำหรับการทดสอบการเกาะติดพบเพียง 1 ไอโซเลทจากปลาสด ความสามารถในการผลิตสารยับยั้งเชื้อ

แบคทีเรียดัชนีโดยวิธี Overlay method พบว่าทั้ง 9 ไอโซเลทจากปลาต้ม และ 1 ไอโซเลทจากปลาตุ๋น สามารถออกฤทธิ์ต้านเชื้อดัชนีได้ และส่วนใหญ่แบคทีเรียแลคติกจะมีความไวต่อยาปฏิชีวนะกลุ่มยั้งผนังเซลล์ ได้แก่ Sulfphamethoxazole/trimethoprim, Ceftibuten, Penicillin, Ampicillin และ Cephalothin และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากปลาต้มและปลาตุ๋นไม่แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05 และสามารถวินิจฉัยได้ว่าแบคทีเรียที่แยกได้เป็น *E. faecium*

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยได้รับการสนับสนุนจากโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (อพ.สธ.) ประจำปีงบประมาณ 2565 แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.มณฑล เลิศคุณวานิชกุล และคณะ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ณัฐกฤตา ภูทับทิม, วนิดา แซ่จิ่ง. (2559). การคัดเลือกแบคทีเรียแลคติกและใช้เป็นต้นเชื้อบริสุทธิ์ในการหมักปลาต้ม. *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 24(6): 952-7.
- [2] วิลาวรรณ คำสิงห์. การทำปลาต้ม. [ออนไลน์] 2561 [อ้างเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2564].
จาก: https://oer.learn.in.th/search_detail/result/94931
- [3] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2557). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาต้ม. [เอกสารอัดสำเนา]. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม;
- [4] ภนิตา เกื้อสุวรรณ. (2557). การคัดเลือกโปรไบโอติกแบคทีเรียแลคติกเพื่อใช้ผลิตผลิตภัณฑ์. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยา]. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [5] Sornsenee, Phoomjai, Singkhamanan, Kamonnut, Sangkhathat, Surasak, Saengsuwan, Phanvasri, Romyasamit, Chonticha. (2021). Probiotic Properties of *Lactobacillus* Species Isolated from Fermented Palm Sap in Thailand. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. 13: 957–969.
- [6] อรณิดา วัฒนรัตน์. (2560). การใช้โปรไบโอติกส์เพื่อป้องกันพิษ. *เชียงใหม่ทันตสาร*. 38(2): 39-51.
- [7] รัชฎ เมฆดวง และ เสาวนิต ทองพิมพ์. (2562). การศึกษาคุณสมบัติโปรไบโอติกส์ของ *Lactobacillus plantarum* BL60a ที่แยกจากอาหารหมักเพื่อประยุกต์ใช้ในอาหารเพื่อสุขภาพ. *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศิลปากร*. 6(4): 83.
- [8] ไชยวัฒน์ ไชยสุต. (2556). โปรไบโอติก จุลินทรีย์ทางเลือกเพื่อสุขภาพ. นนทบุรี: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- [9] นาฏยา แบ่งลาภ. คุณสมบัติของโปรไบโอติกที่ดีและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง. [ออนไลน์] 2558 [อ้างเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2564]. จาก: <https://www.swinethailand.com/1535274>
- [10] จูไร เกิดควน. (2553). ทำปลาต้มจากปลาทะเลเปิดตลาดและเพิ่มทางเลือกแก่ผู้บริโภค. *เทคโนโลยีชาวบ้าน*. 22(483): 97.
- [11] Qiangchuan, Hou, Xiaoye, Bai, Weicheng, Li, Xu, Gao, Faming, Zhang, Zhihong, Sun, Heping Zhang. (2018). Design of Primers for Evaluation of Lactic Acid Bacteria Populations in Complex Biological Samples. *Frontiers in Microbiology*. 9: 1-10..
- [12] ศิรินาถ ศรีอ่อนนวล และ นพรัตน์ มะเห. (2556). การคัดเลือกแบคทีเรียแลคติกที่สร้างสารแบคเทอริโอซินจากปลาตุ๋น. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*. 5(2): 1-14.

- [13] Lertcanawanichakul, Monthon, Sawangnop, Songtham. (2008). A Comparison of Two Methods Used for Measuring the Antagonistic Activity of *Bacillus* Species. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*. 5(2): 161-171.
- [14] สายใจ แก้วอ่อน และ ลักขณา รัชขพันธ์. (2562). การคัดแยกแบคทีเรียแลคติกที่มีศักยภาพเป็นโปรไบโอติกจากไก่เบตง. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*. 11(2): 219-231.
- [15] มณฑล เลิศคณาวณิชกุล, กิตติกานต์ ไทยเอื้อ, พิษานันท์ เชื้อพงษ์พันธ์, วิเชียร เพ็ชรนาจักร. (2553). การเลือกรอดชีวิตของแบคทีเรียโปรไบโอติกในน้ำผลไม้ชนิดต่าง ๆ. *วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม*. 33(3): 97-109.
- [16] Van GH, Flesch F, Ten, Brink B, Dijkhuizen, L. (1998). Screening and characterization of *Lactobacillus* strains producing large amounts of exopolysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 50: 697-703.
- [17] Thiwanya, Choeisoongnern, Bhagavathi, Sundaram S, Sasithorn, Sirilun, Sartjin, Peerajan, Yvan, Choiset, Hanitra, Rabesona, Thomas, Haertle, Chaiyavat, Chaiyasut. (2020). Screening and identification of bacteriocin-like inhibitory substances producing lactic acid bacteria from fermented products. *Food Science and Technology*. 40(3): 571-9.
- [18] ผุสดี ตังวัชรินทร์, จิรโรจน์ นิธิสันถวะคุปต์, กานต์ สุขสุแพทย์. (2559). การคัดแยกและการคัดเลือกแบคทีเรียแลคติกที่มีสมบัติความเป็นโปรไบโอติกเบื้องต้นจากผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*. 34(2): 67-76.
- [19] กัญญาณี ศรีโพธิ์, ตรี อินดราวินี, อภิรักษ์ เพียรมงคล. (2557). ผลของแบคทีเรียแลคติกต่อสมบัติการต้านสารอนุมูลอิสระของน้ำข้าวเหนียวดำ. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 45(2): 465-468.
- [20] Sharma, Poonam, Kumar, Tomar S., Goswami, Pawas, Sangwan, Vikas, Singh, Rameshwar. (2014). Antibiotic resistance among commercially available probiotics. *Food Research International*. 57: 176-195.
- [21] Selvina, Joseph, Maity, Debanjana, Sajayan, Arya, Seghal, Kiran G. (2020). Revealing antibiotic resistance in therapeutic and dietary probiotic supplements. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*. 22: 202-205.

RANC15-059 การพัฒนาสื่อการสอน ชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลริตี้ กรณีศึกษา โรงเรียนนimitศึกษา

THE DEVELOPMENT OF THE NATURE AROUND SET LEARNING MEDIA FOR KINDERGARTEN STUDENTS USING AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY IN NIMIT SUKSA SCHOOL

สุกัญญา นองกาวิ^{1*} ภาณุวัฒน์ แสงโสด² วันนิสา เต็นสม³
Sukanya Nongkawe^{1} Phanuwat Sangsod² Wannisa Densom³*

¹สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารและการจัดการ มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา
¹Major of Business Computer, Faculty of Business Administration, Chaopraya University
²สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารและการจัดการ มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา
²Major of Business Computer, Faculty of Business Administration, Chaopraya University
³สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารและการจัดการ มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา
³Major of Business Computer, Faculty of Business Administration, Chaopraya University

*Corresponding author, E-mail: sukannya.n@cpu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาสื่อการสอน ชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลริตี้ ที่มีคุณภาพเหมาะสม และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ตามหลักการ การออกแบบและพัฒนาสื่ออย่างมีระบบตามแนวทางของ ADDIE Model กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนระดับชั้นอนุบาล 2 โรงเรียนนimitศึกษา จำนวน 28 คน และครูระดับชั้นอนุบาล โรงเรียนนimitศึกษา จำนวน 5 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการ วิจัยได้แก่ สื่อการสอนชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยี ออกเมนต์เตดเรียลริตี้ แบบประเมินคุณภาพ และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยครั้งนี้ได้สื่อการสอนชุด ธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลริตี้ที่มีคุณภาพระดับดีมาก (\bar{X} =4.84, S.D.=0.35) และมีประสิทธิภาพเป็น 82.14/81.00

คำสำคัญ: สื่อการสอน ธรรมชาติรอบตัว ปฐมวัย

Abstract

The purpose of this research was to develop Nature Around set Learning Media for Kindergarten Students Using Augmented reality Technology in Nimit Suksa School had quality and 80/80 based on efficiency criteria according to the ADDIE Model principle. The sampling group was 28 of second year of

Kindergarten students Nimit Suksa School by a Purposive sampling. the research tool was Nature Around set Learning Media for Kindergarten by Augmented reality Technology, the quality assessment test and achievement test . The statistic that use in data analysis were, average, standard deviation

The research results revealed that, of this Nature Around set Learning Media for Kindergarten by Augmented reality Technology. Had very good quality (\bar{X} =4.84, S.D.=0.35) and efficiency was 82.14/81.00

Keywords: Learning Media, Nature Around , Kindergarten Students

บทนำ

การพัฒนาการศึกษานับว่าเป็นสิ่งสำคัญสูงสุดต่อการพัฒนาประเทศ เพราะสิ่งที่เป็นจุดเริ่มต้นของการทำให้ทรัพยากรมนุษย์ของประเทศดีมีคุณภาพ ต้องผ่านกระบวนการหรือเครื่องมือสำคัญ ก็คือ “การศึกษา” (Education) เพราะการศึกษาที่มีคุณภาพสามารถเปลี่ยนแปลงคนไปในทางที่ดีกว่าเพราะการศึกษาคือความเจริญงอกงาม (Education is Growth) [1] และการที่จะพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องเริ่มตั้งแต่ปฏิสนธิโดยเฉพาะในช่วง “ปฐมวัย” ซึ่งเป็นรากฐานที่สำคัญของการพัฒนาทั้งปวง [2] การศึกษาปฐมวัยเป็นการพัฒนาเด็กตั้งแต่แรกเกิดถึง 6 ปีบริบูรณ์อย่างเป็นองค์รวม บนพื้นฐานการอบรมเลี้ยงดูและการส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ที่สนองต่อธรรมชาติและพัฒนาการตามวัยของเด็กแต่ละคนให้เต็มตามศักยภาพภายใต้บริบทสังคม และวัฒนธรรมที่เด็กอาศัยอยู่ ด้วยความรัก ความเอื้ออาทร และความเข้าใจของทุกคน เพื่อสร้างรากฐานคุณภาพชีวิตให้เด็กพัฒนาไปสู่ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เกิดคุณค่าแก่ตัวเอง ครอบครัว สังคม และประเทศชาติ [3]

ในยุคปัจจุบันมองไปทางไหนจะเห็นภาพผู้คนทุกเพศทุกวัยล้วนใช้เวลาอยู่กับสื่อเทคโนโลยี ซึ่งใช้เพื่อติดต่อสื่อสาร การทำงาน การเป็นเครื่องมือเอื้ออำนวยความสะดวก และเพื่อความสนุกสนานบันเทิงใจ กล่าวได้ว่าสื่อเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในชีวิตของผู้คนและกลายเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตของผู้ใหญ่และเด็ก นอกจากนี้สื่อเทคโนโลยีได้ถูกออกแบบให้มีความทันสมัยและใช้งานได้ง่ายสามารถนำมาใช้ส่งเสริมการเรียนรู้ได้สำหรับเด็กปฐมวัยสื่อเทคโนโลยีสามารถใช้เพื่อเปิดประตูไปสู่ช่องทางการเรียนรู้ใหม่ๆ [4] ปัจจุบันมีเทคโนโลยีมากมายที่ถูกนำมาใช้เพื่อเป็นสื่อการสอนสำหรับเด็กปฐมวัย มีงานวิจัยที่ศึกษาถึงพฤติกรรม และผลจากการใช้เทคโนโลยีกับเด็กปฐมวัยพบว่า การนำเทคโนโลยีมาใช้ช่วยสอนเด็กจะช่วยเพิ่มแรงกระตุ้น และสร้างแรงจูงใจให้เด็กสนใจในการเรียนมากกว่าการเรียนแบบไม่ใช้เทคโนโลยีเข้าช่วย The National Association for the Education of YoungChildren และ Fred Rogers Center for Early Learning and Children’s Media at Saint Vincent College ยืนยันในรายงานประจำปี 2012 ว่าการใช้เทคโนโลยีเช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต โทรศัพท์มือถือ ดีวีดีและเกม กับเด็กแรกเกิดจนกระทั่งถึง 8 ปีจะช่วยส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในเรื่องความคิด สติปัญญา และอารมณ์แต่ทั้งนี้ต้องตั้งอยู่บนเงื่อนไขว่า จะต้องใช้อย่างถูกวิธีตามความเหมาะสม [5]

เทคโนโลยีมีลักษณะเหมือนจริง AR (Augmented reality) เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาโลกแห่งความจริง (Real) เข้ากับโลก เสมือน (Virtual) โดยผ่านทางอุปกรณ์เว็บแคม, กล้องในโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือคอมพิวเตอร์ร่วมกับการใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพจะเป็นวัตถุ (object) อาทิคน สัตว์สิ่งของ เป็นลักษณะ 3 มิติซึ่งมีมุมมองถึง 360 องศา ฉะนั้นเทคโนโลยีมีลักษณะเหมือนจริง สามารถทำให้ผู้ใช้เห็นภาพเสมือนจริงได้รอบด้าน 360 องศา โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปยังสถานที่จริง เทคโนโลยีมีลักษณะเหมือนจริงจัดเป็นแขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของ โมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปบนภาพที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอ เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเฟรมต่อเฟรม ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์

กราฟิก แต่ด้วยข้อจำกัดทางเทคโนโลยีจึงยังไม่แพร่หลาย แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่และการสื่อสารข้อมูลไร้สาย รวมทั้งการประมวลผลต่าง ๆ มีความรวดเร็วขึ้นและราคาถูกลง จึงทำให้อุปกรณ์เคลื่อนที่ที่มีความสามารถทำการติดตั้งแอปพลิเคชันเทคโนโลยีมีติเสมือนจริง จึงทำให้สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้ง่าย ในอนาคตแอปพลิเคชันที่ใช้เทคโนโลยีมีติเสมือนจริงจะถูกพัฒนาไปอย่างกว้างไกล โดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้กว้างขวาง หลากหลาย ทั้งด้านอุตสาหกรรม การทหาร การแพทย์การตลาด การบันเทิง การสื่อสาร และการศึกษาในปัจจุบันเทคโนโลยีมีติเสมือนจริง สามารถนำมาพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ของเด็กอายุตั้งแต่ 4 - 10 ปีโดยนำเทคโนโลยีมีติเสมือนจริงสร้างเป็นโมเดล 3 มิติประกอบด้วย ภาพ เสียง และข้อความ เพื่อให้เด็กได้ศึกษาเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีที่เสมือนจริงบนอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้และช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ที่แตกต่างจากหนังสือการ์ตูนธรรมดา [6]

จากความเป็นมาที่กล่าวไว้ทั้งหมดนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในพัฒนาสื่อการสอนสาระที่ควรเรียนรู้ระดับปฐมวัยให้แปลกใหม่ และน่าสนใจมากยิ่งขึ้น โดยการนำเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality) หรือ AR นี้มาเป็นสื่อกลาง เพื่อกระตุ้นความสนใจและสามารถช่วยเรื่องพัฒนาการของเด็กในช่วงวัยอนุบาลได้เป็นอย่างดี เนื่องจาก AR เป็นสื่อดิจิทัลที่มีความแปลกใหม่และทันสมัย นำเสนอเนื้อหาด้วยกราฟิกสามารถเคลื่อนไหวได้ และมีเสียงประกอบ ผู้เรียนจึงสามารถฝึกออกเสียงตามได้ ทำให้ไม่น่าเบื่อ เมื่อผู้เรียนมีความสนใจจะนำมาสู่การเรียนรู้และการจดจำเนื้อหาในสื่อ AR ได้ไปในตัว เช่น รูปสัตว์เมื่อกดฟังเสียงจะได้ยินการออกเสียงเป็นชื่อของสัตว์ประเภทนั้น เป็นต้น ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการสอนชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัยด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลลิตี้ กรณีศึกษา โรงเรียนนิมิตศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาสื่อการสอน ชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลลิตี้ ที่มีคุณภาพเหมาะสม และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

- นักเรียนระดับชั้นอนุบาล 1 โรงเรียนนิมิตศึกษา จำนวน 28 คน ระดับชั้นอนุบาล 2 โรงเรียนนิมิตศึกษา จำนวน 28 คน และระดับชั้นอนุบาล 3 โรงเรียนนิมิตศึกษา จำนวน 34 คน รวม 90 คน
- ครูระดับชั้นอนุบาล โรงเรียนนิมิตศึกษา จำนวน 5 คน

กลุ่มตัวอย่าง

- นักเรียนระดับชั้นอนุบาล 2 โรงเรียนนิมิตศึกษา จำนวน 28 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาจากการตัดสินใจของผู้วิจัยเอง และมีความสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นอนุบาล 2 ที่นำมาใช้ในการพัฒนาสื่อการสอนในงานวิจัยครั้งนี้
- ครูระดับชั้นอนุบาล โรงเรียนนิมิตศึกษา จำนวน 5 คน (ครูระดับชั้นอนุบาลทั้งหมดของโรงเรียนนิมิตศึกษามีจำนวน 5 คน)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. สื่อการสอน ชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยี ออกเมนต์เตด เรียลริตี้ โดยสื่อการสอนชุดนี้ประกอบด้วย 5 หมวด ได้แก่

หมวดผลไม้



ภาพที่ 1 ตัวอย่างสื่อการสอนฯ หมวดผลไม้

หมวดสัตว์



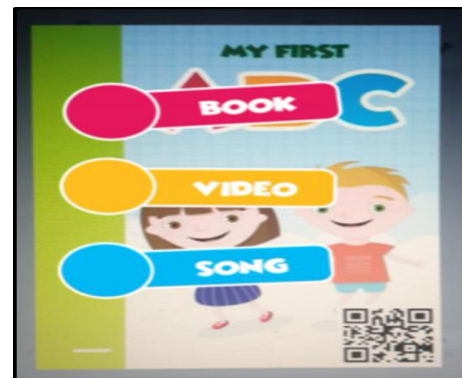
ภาพที่ 2 ตัวอย่างสื่อการสอนฯ หมวดสัตว์

หมวดตัวเลข



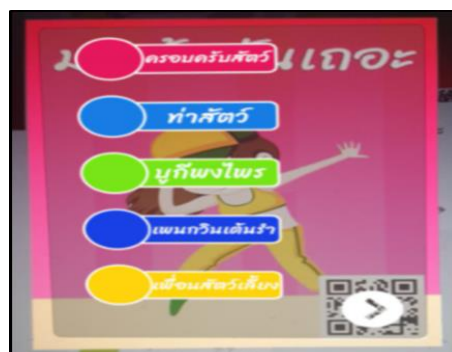
ภาพที่ 3 สื่อตัวอย่างการสอนฯ หมวดตัวเลข

หมวดตัวอักษร



ภาพที่ 4 ตัวอย่างสื่อการสอนฯ หมวดตัวอักษร

หมวดเรื่องอื่นๆ



ภาพที่ 5 ตัวอย่างสื่อการสอนฯ หมวดเรื่องอื่นๆ

2. แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยี ออกเมนต์เตด เรียลริตี้ ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ แบ่งเป็น 3 ตอน ได้แก่
 - ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบประเมินคุณภาพของสื่อการสอนชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยี ออกเมนต์เตด เรียลริตี้
 - ตอนที่ 2 รายละเอียดในแบบประเมินคุณภาพของสื่อการสอนชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยี ออกเมนต์เตด เรียลริตี้ โดยกำหนดกรอบที่จะประเมินแบ่งเป็น การประเมินด้านความน่าสนใจ ด้านเนื้อหา ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ และด้านภาพรวมของสื่อ
 - ตอนที่ 3 รายละเอียดในขั้นตอนของการเสนอความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
3. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบที่เป็นรูปภาพชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก ซึ่งครอบคลุมเนื้อหา 5 หมวด ดังนี้
 - หมวดตัวเลข จำนวน 5 ข้อ
 - หมวดตัวอักษร จำนวน 5 ข้อ
 - หมวดผลไม้ จำนวน 5 ข้อ
 - หมวดสัตว์ จำนวน 5 ข้อ
 - หมวดเรื่องอื่นๆ จำนวน 5 ข้อ

ผลการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยได้จัดฝึกอบรมการใช้สื่อการสอนชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เตด เรียลริตี้ แก่ครูผู้สอนระดับชั้นอนุบาลโรงเรียนนิตศึกษา จำนวน 5 คน
2. ครูผู้สอนประเมินคุณภาพสื่อแยกแต่ละหมวด โดยใช้แบบประเมินคุณภาพสื่อที่พัฒนาขึ้น
3. ครูนำสื่อดังกล่าวไปใช้ในการสอนนักเรียนระดับชั้นอนุบาล 2 โรงเรียนนิตศึกษาจำนวน 28 คน
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดในระหว่างการเรียนแต่ละหมวด หมวดละ 5 ข้อ
5. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้หลังจากการสอนเสร็จสิ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์คุณภาพสื่อการสอนชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยี ออกเมนต์เตด เรียลริตี้โดยใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

วิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อการสอนชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยี ออกเมนต์เตด เรียลริตี้โดยใช้เทคนิคการทดสอบหาประสิทธิภาพ E1/E2

ตารางที่ 1 การประเมินคุณภาพ

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ	\bar{x}	S.D.
ด้านความน่าสนใจ	ดีมาก	4.88	0.31
ด้านเนื้อหา	ดีมาก	4.84	0.36
ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ	ดีมาก	4.78	0.41
ภาพรวมของสื่อ	ดีมาก	4.88	0.32
สรุปผล	ดีมาก	4.84	0.35

ผลการวิเคราะห์คุณภาพสื่อการสอนชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยี ออกเมนต์ เติต เรียลิตี ผลปรากฏว่าการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X} =4.84, S.D.=0.35) โดยประเมินคุณภาพด้านความน่าสนใจมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =4.88, S.D.=0.31) ด้านเนื้อหาผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X} =4.84, S.D.=0.36) ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X} =4.78, S.D.=0.41) และภาพรวมของสื่อผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =4.88, S.D.=0.32) โดยมีผลการประเมินคุณภาพแยกตามหมวดได้ดังนี้

ตารางที่ 2 หมวดตัวอักษร

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.
ด้านความน่าสนใจ	ดีมาก	4.88	0.33
ด้านเนื้อหา	ดีมาก	4.62	0.50
ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ	ดีมาก	4.75	0.44
ภาพรวมของสื่อ	ดีมาก	4.80	0.42
สรุปผล	ดีมาก	4.77	0.42

หมวดตัวอักษร การประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X} =4.77, S.D.=0.42) โดยด้านความน่าสนใจมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X} =4.88, S.D.=0.33) ด้านเนื้อหาผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X} =4.62, S.D.=0.50) ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X} =4.75, S.D.=0.44) และภาพรวมของสื่อผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =4.80, S.D.=0.42)

ตารางที่ 3 หมวดตัวเลข

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.
ด้านความน่าสนใจ	ดีมาก	4.96	0.20
ด้านเนื้อหา	ดีมาก	4.93	0.25
ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ	ดีมาก	4.85	0.36
ภาพรวมของสื่อ	ดีมาก	5.00	0.00
สรุปผล	ดีมาก	4.92	0.25

หมวดตัวเลข การประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X} =4.92, S.D.=0.25) โดยด้านความน่าสนใจมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =4.96, S.D.=0.20) ด้านเนื้อหาผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X} =4.93, S.D.=0.25) ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X} =4.85, S.D.=0.36) และภาพรวมของสื่อผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =5.00, S.D.=0.00)

ตารางที่ 4 หมวดสัตว์

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.
ด้านความน่าสนใจ	ดีมาก	4.84	0.37
ด้านเนื้อหา	ดีมาก	4.86	0.35
ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ	ดีมาก	4.85	0.36
ภาพรวมของสื่อ	ดีมาก	4.90	0.31
สรุปผล	ดีมาก	4.85	0.35

หมวดสัตว์ การประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X} =4.85, S.D.=0.35) โดยด้านความน่าสนใจมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =4.84, S.D.=0.37) ด้านเนื้อหาผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =4.86, S.D.=0.35) ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =4.85, S.D.=0.36) และภาพรวมของสื่อผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =4.90, S.D.=0.31)

ตารางที่ 5 หมวดผลไม้

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.
ด้านความน่าสนใจ	ดีมาก	4.92	0.27
ด้านเนื้อหา	ดีมาก	5.00	0.00
ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ	ดีมาก	4.65	0.48
ภาพรวมของสื่อ	ดีมาก	5.00	0.00
สรุปผล	ดีมาก	4.87	0.33

หมวดผลไม้ การประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X} =4.87, S.D.=0.33) โดยด้านความน่าสนใจมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =4.92, S.D.=0.27) ด้านเนื้อหาผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =5.00, S.D.=0.00) ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =4.65, S.D.=0.48) และภาพรวมของสื่อผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =5.00, S.D.=0.00)

ตารางที่ 6 หมวดอื่นๆ

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.
ด้านความน่าสนใจ	ดีมาก	4.84	0.37
ด้านเนื้อหา	ดีมาก	4.80	0.41
ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ	ดีมาก	4.80	0.41
ภาพรวมของสื่อ	ดีมาก	4.70	0.48
สรุปผล	ดีมาก	4.80	0.40

หมวดเรื่องอื่นๆ การประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X} =4.80, S.D.=0.40) โดยด้านความน่าสนใจมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =4.84, S.D.=0.37) ด้านเนื้อหาผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =4.80, S.D.=0.41) ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =4.80, S.D.=0.41) และภาพรวมของสื่อผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{X} =4.70, S.D.=0.48)

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการพัฒนาสื่อการสอน ชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลลิตี กรณีศึกษา โรงเรียนนิมิตศึกษา สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

จากผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยี ออกเมนต์เตด เรียลลิตี ที่ได้พัฒนาตามหลักการการออกแบบและพัฒนาสื่ออย่างมีระบบตามแนวทางของ ADDIE Modelซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม 5 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนการวิเคราะห์(Analyze) ขั้นตอนการออกแบบ (Design) ขั้นตอนการพัฒนา (Development) ขั้นตอนนำไปใช้(Implement) และขั้นตอนประเมินผล (Evaluation) โดยผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาสื่อให้มีความน่าสนใจทั้งภาพและเสียงให้มีความทันสมัย และสวยงาม ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้เนื้อหาผ่านสื่อดิจิทัล โดยใช้เนื้อหาการเรียนของนักเรียนระดับชั้นอนุบาล 2 คือ หมวดตัวเลข หมวดตัวอักษร หมวดผลไม้ หมวดสัตว์ และหมวดอื่น ๆ มีหัวข้อการประเมินคุณภาพ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 7 การประเมินคุณภาพ

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ	\bar{x}	S.D.
ด้านความน่าสนใจ	ดีมาก	4.88	0.31
ด้านเนื้อหา	ดีมาก	4.84	0.36
ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ	ดีมาก	4.78	0.41
ภาพรวมของสื่อ	ดีมาก	4.88	0.32
สรุปผล	ดีมาก	4.84	0.35

จากตาราง พบว่าครูผู้สอนประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (\bar{x} =4.84, S.D.=0.35) โดยด้านความน่าสนใจมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{x} =4.88, S.D.=0.31) ด้านเนื้อหาผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{x} =4.84, S.D.=0.36) ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{x} =4.78, S.D.=0.41) และภาพรวมของสื่อผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก(\bar{x} =4.88, S.D.=0.32) ผลการหาประสิทธิภาพจากกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 82.14/81.00 [7] ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของปริญญญา สุขศรีใส ที่ศึกษาการพัฒนาสื่อคาราโอเกะชุดสิ่งแวดล้อมรอบตัวสำหรับเด็กปฐมวัยที่พูดภาษามาลายูท้องถิ่น พบว่าคุณภาพของสื่อคาราโอเกะ ชุดสิ่งแวดล้อมรอบตัวสำหรับเด็กปฐมวัยที่พูดภาษามาลายูท้องถิ่น จากผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าคุณภาพของสื่อคาราโอเกะอยู่ในระดับดีมาก คะแนนเฉลี่ยโดยรวมด้านเนื้อหาอยู่ในระดับ 4.77 และคะแนนเฉลี่ยโดยรวมด้านเทคโนโลยีการศึกษาอยู่ในระดับ 4.72 และประสิทธิภาพของสื่อคาราโอเกะพบว่ามีประสิทธิภาพ 85.23/87.38 [8] สอดคล้องกับงานวิจัยของพิษณุ จงเจริญ และณัฐพล รำไพ ที่ศึกษาการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ออนไลน์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม ในรายวิชาภาษาไทยพื้นฐาน เรื่องศิลาจารึกหลักที่ 1 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการเล่าเรื่องผ่านสื่อดิจิทัลของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล ผลการวิเคราะห์การหาคุณภาพและประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ออนไลน์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม พบว่า สื่อการเรียนรู้ออนไลน์มีคุณภาพในด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคและวิธีการอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนผลการหาประสิทธิภาพจากกลุ่มทดลอง ได้ผลเท่ากับ 82.87/89.00 [9]

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อการสอนชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วยเทคโนโลยี ออก
เมนต์เตด เรียลตี้ ผลปรากฏว่ามีประสิทธิภาพ 82.14/81.00 โดยแต่ละหมวดมีประสิทธิภาพดังนี้

หมวดตัวเลข มีประสิทธิภาพเป็น 81.42/80.71

หมวดตัวอักษร มีประสิทธิภาพเป็น 80.71/80.00

หมวดผลไม้ มีประสิทธิภาพเป็น 84.28/82.14

หมวดสัตว์ มีประสิทธิภาพเป็น 82.85/81.42

หมวดเรื่องอื่นๆ มีประสิทธิภาพเป็น 81.42/80.71

จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าการพัฒนาสื่อการสอนชุดธรรมชาติรอบตัว สำหรับเด็กปฐมวัย ด้วย
เทคโนโลยี ออกเมนต์เตด เรียลตี้ โรงเรียนนimitศึกษามีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ส่วนผลการหาประสิทธิภาพ
จากกลุ่มทดลองได้ได้ผลเท่ากับ 82.14/81.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

เอกสารอ้างอิง

- [1] ภารดี อนันต์นารี. (2555). *หลักการแนวคิดทฤษฎีทางการบริหารการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4 ชลบุรี: สำนักพิมพ์มนตรี.
- [2] กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *หลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2546*. กรุงเทพฯ : องค์การคำคุณสภา.
- [3] กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560*. กรุงเทพฯ : สำนักงาน
คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- [4] ชนิพรรณ จาติเสถียรและคณะ. (2560). *การใช้สื่อเทคโนโลยีสำหรับเด็กปฐมวัย*. กรุงเทพฯ: พลัสเพรส จำกัด.
- [5] National Association for the Education of Young Children. (2012). *Technology and Interactive Media as
Tools in Early Childhood Programs Serving Children from Birth through Age 8*. Retrieved from
https://www.naeyc.org/sites/default/files/globallyshared/downloads/PDFs/resources/topics/PS_technology_WEB.pdf. (10 March 2021).
- [6] เกวลี ผาโต และคณะ. (2561). สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีมีดีเสมือนจริง เรื่อง คำศัพท์ภาษาอังกฤษสัตว์โลก
น่ารัก. *วารสารโครงการนวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 4(1), 23-28.
- [7] สมจิต จันท์ฉาย. (2557). *การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน*. นครปฐม: เพชรเกษมพรินติ้ง.
- [8] ปริญญา. (2554). การพัฒนาสื่อคาราโอเกะ ชุดสิ่งแวดล้อมรอบตัวสำหรับเด็กปฐมวัยที่พูดภาษามาลายูท้องถิ่น.
สารนิพนธ์ กศ.ม.(เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [9] พิษณุ จงเจริญ และณัฐพล ไร่ไพ. (2564). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม ในรายวิชา
ภาษาไทยพื้นฐาน เรื่องศิลาจารึกหลักที่ 1 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการเล่าเรื่องผ่านสื่อดิจิทัล
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล. *วารสารเทคโนโลยีสื่อมวลชน
มทร.พระนคร*, 6 (1), 41-51

**RANC15-060 การพัฒนารูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิด
ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

**THE DEVELOPMENT OF A PROBLEM SOLVING MODEL IN MATHEMATICS BY
USING PROBLEM-BASED LEARNING IN ORDER TO IMPROVE A ANALYTICAL
THINKING SKILL IN THE LEARNING AREA OF MATHEMATICS
FOR GRADE 6 CLASS**

กนกратท์ คำสมบัติ*
Kanokrat Kumsombut*

โรงเรียนผาสุกมณีจักรมิตรภาพที่ 116 นครปากเกร็ด 2
PhasukManichakMittraphap No.116, Nakhon Pak Kret 2 School.

*Corresponding author, E-mail: kanokrat.kums@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อพัฒนารูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 3) เพื่อทดลองใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 4) เพื่อประเมินผลและถอดบทเรียนรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนผาสุกมณีจักรมิตรภาพที่ 116 นครปากเกร็ด 2 ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ค่าความเชื่อมั่น 0.94) แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ (ค่าความเชื่อมั่น 0.93) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติ t – test การวิเคราะห์เนื้อหาและการถอดบทเรียน

ผลการวิจัยพบว่า 1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการพบว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์นักเรียนมีปัญหาในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาไม่สามารถตีความแยกแยะปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนด กับสิ่งที่โจทย์ถาม นักเรียนขาดทักษะการเชื่อมโยง ทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการแก้ปัญหา อีกทั้งยังมีปัญหาในเรื่องของความละเอียดรอบคอบ 2) รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใช้รูปแบบ APBFR Model ประกอบด้วย (1) ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) (2) นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) (3) ระดมสมอง (Brainstorm) (4) การฝึกคิด

วิเคราะห์บ่อย ๆ (Frequently) และ (5) การรายงานผลและถ่ายทอดความรู้ (Reporting and Transportability Knowledge) ที่ผ่านการรับรอง) การทดลองใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าค่าประสิทธิภาพ 83.57/84.204) การประเมินผลและถอดบทเรียนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (1) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) การประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (3) การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: แนวคิดปัญหาเป็นฐาน ทักษะการคิดวิเคราะห์

Abstract

The research objectives were as follows. 1) To study fundamental and needs for the development of the learning management in the learning area of mathematics for grade 6 class. 2) To develop a problem solving Model in mathematics by using problem-based learning (PBL) in order to improve thinking skill in the learning area of mathematics for grade 6 class. 3) To test a problem solving Model in mathematics by using problem-based learning (PBL) in order to improve thinking skill in the learning area of mathematics for grade 6 class. 4) To estimate and make lessons learned of a problem solving Model in mathematics by using problem-based learning (PBL) in order to improve thinking skill in the learning area of mathematics for grade 6 class. The target group consisted of the grade 6 students in the 2nd semester in academic year 2021. The 42 students were selected by Cluster Random Sampling. The research tools were a learning management Model, an estimation form about the suitability of the Model, a learning management plan, a test form of learning achievement (The reliability values from 0.94) , an estimation form about the analytical thinking skill in mathematics, and a questionnaire about the students' satisfaction (The reliability values from 0.93). The information used for analyzing was from the percent value, the average value, the standard deviation, Dependent T-Test statistics, the content analysis and the lessons learned.

The research findings presented as follows. 1) The study of the fundamental information and the needs showed that there were problems of mathematics teachings in class as follows. The students could not solve mathematical problems. They were not be able to interpret and analyze mathematical problems. They could not relate a relationship between what the instruction specified and what the instruction asked. The students had lacks of a mathematics relation skills, analytical thinking skill, a problem solving skill and carefulness. 2) APBFR Model was used for a problem solving Model in mathematics by using problem-based learning (PBL) in order to improve thinking skill in the learning area of mathematics for grade 6 class. The Model consisted of Activate Prior Knowledge, Present New Information, Brainstorm, Frequently and Reporting and Transportability Knowledge. 3) The test of a problem solving Model in mathematics by using problem-based learning (PBL) in order to improve thinking skill in the learning area of mathematics for grade 6 class showed the efficiency value of 83.57/84.20. 4) The estimation and the lessons learned of the learning management Model were as follows. (1) The comparison between the pre and the post

learning achievements found that the average points of the pre and the post learning were 9.67 (S.D. = 2.59) and 25.26 (S.D. = 0.66) respectively. The value of the comparison was different with statistical significance of .01. (2) The estimation of the ANALYTICAL THINKING skill in mathematics presented that the overall was of a high level. (3) The estimation of the students' satisfaction found that the overall was of a high level.

Keywords: Problem-Based Learning, Analytical Thinking Skill

บทนำ

ในประเทศไทยการศึกษาส่วนใหญ่ถูกจัดการเรียนการสอนที่เน้นการตีแบบทดสอบมากกว่าการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิด วิเคราะห์ รวมทั้งครูผู้สอนไม่เปลี่ยนพฤติกรรมการสอนเน้นการท่องจำ ไม่ได้ปลูกฝังการคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหา ซึ่งปัจจุบันคณิตศาสตร์ได้เข้าไปแทรกอยู่ในงานทุกสาขา ความเจริญรวดเร็วของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นผลสืบเนื่องจากความเจริญทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล และคิดอย่างเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข จากการจัดการศึกษาที่ผ่านมาของโรงเรียนผาสุภมณีจักรมิตรภาพที่ 116 นครปากเกร็ด 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ยังอยู่ในเกณฑ์ไม่น่าพึงพอใจโดยหน่วยการเรียนรู้ที่มีปัญหา คือ หน่วยการเรียนรู้บทประยุกต์ และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่พบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจหลักเกณฑ์ กระบวนการ ขั้นตอนในการทำโจทย์ปัญหา ทั้งนี้อาจเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่เหมาะสม ไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล การจัดการเรียนโดยการยกตัวอย่าง 2 - 3 ตัวอย่างแล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด นักเรียนที่เก่งสามารถเรียนรู้ได้เร็ว ส่วนนักเรียนที่อ่อนจะเรียนรู้ได้ช้าตามเพื่อนไม่ทัน จึงมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (PBL) เป็นยุทธวิธีในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดของนักเรียน และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นหลักหรือจุดเริ่มต้นเพื่อกระตุ้น จูงใจ ได้รับความสนใจเพื่อเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยปัญหาเป็นฐานสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ และกระบวนการเรียนรู้นั้น ซึ่งปัญหาจะต้องเป็นปัญหาที่มาจากตัวนักเรียน เป็นปัญหาที่นักเรียนสนใจ ต้องการที่จะแสวงหาคำตอบ และหาเหตุผลมาแก้ปัญหาหรือทำให้ปัญหานั้นชัดเจนจนมองเห็นแนวทางแก้ไข ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ สามารถผสมผสานความรู้เพื่อไปประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ที่สำคัญการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการส่งเสริมการสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการจัดการเรียนที่เริ่มต้นจากปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยสร้างความรู้จากการทำงานกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตรประจำวัน และมีความสำคัญต่อนักเรียน ตัวปัญหาจะเป็นตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นหาข้อมูลเพื่อเข้าใจกลไกของตัวปัญหา รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา การเรียนรู้แบบนี้มุ่งเน้นพัฒนาให้นักเรียน ในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้และพัฒนานักเรียนให้สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยการแก้ปัญหาใหญ่ต่อนักเรียน [1]

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
3. เพื่อทดลองใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
4. เพื่อประเมินผลและถอดบทเรียนรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนผาสุกมณีจักรมิตรภาพที่ 116 นครปากเกร็ด 2 ซึ่งได้จากการการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยสุ่มห้องเรียนมา จำนวน 1 ห้องเรียน คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 นักเรียน 42 คน มีการจัดห้องเรียนที่ละกลุ่มแบ่งปานกลาง และอ่อน
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติ t – test การวิเคราะห์เนื้อหา และการถอดบทเรียน

ผลการวิจัย

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการพบว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์นักเรียนมีปัญหาในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาไม่สามารถตีความแยกแยะปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ไม่สามารถเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนด กับสิ่งที่โจทย์ถาม นักเรียนขาดทักษะการเชื่อมโยง ทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการแก้ปัญหา อีกทั้งยังมีปัญหาในเรื่องของความละเอียดรอบคอบควรส่งเสริมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นตามแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เป็นการค้นคว้าด้วยตนเองโดยให้นักเรียนช่วยกันคิดแก้ปัญหา นักเรียนมีบทบาทในการแสวงหาความรู้ และผู้สอนเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือในการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่ตนเองได้ศึกษา
2. รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใช้รูปแบบ APBFR Model ประกอบด้วย
 - 1) ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge : A)
 - 2) นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information : P)
 - 3) ระดมสมอง (Brainstorm : B)
 - 4) การฝึกคิด วิเคราะห์บ่อยๆ (Frequently : F)
 - 5) การรายงานผลและถ่ายทอดความรู้ (Reporting and Transportability Knowledge : R)

การรับรองรูปแบบ โดยผู้เชี่ยวชาญประเมินการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

3. ผลการทดลองใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยทดสอบหาค่าประสิทธิภาพขั้นทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียน 42 คน พบว่า รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ค่าประสิทธิภาพ 83.57/84.20 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

4. การประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบ พบว่า

(1) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 9.67 (S.D.= 2.59) และหลังเรียนเท่ากับ 25.26 (S.D.= 0.66) เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(2) การประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากโดยมีด้านการนำไปใช้อยู่ในระดับมากที่สุด

(3) การประเมินความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

(4) การถอดบทเรียนพบว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยการเรียนรู้บูรณาการความรู้และทักษะต่าง ๆ อย่างเหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของนักเรียน ครูผู้สอนต้องจัดการเรียนการสอน ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนการสอนของนักเรียน ได้ใช้การสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางได้ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลายระดับ จึงเป็นการพัฒนานักเรียนตรงตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่โรงเรียนกำหนดไว้กิจกรรมการเรียน คณิตศาสตร์โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เหมาะสมกับนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเองและยังช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อ มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน

อภิปรายผลการวิจัย

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้พบว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนที่เน้นย้ำว่าการจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้และคุณธรรม มีจริยธรรม และวัฒนธรรมในการดำรงชีวิตสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข แนวทางการพัฒนาควรมุ่งการจัดการเรียนตามแนวคิดปัญหาเป็นฐานเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา และคิดอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้นมีกิจกรรมการเรียนหลากหลายมีการเรียนด้วยการย้ำ ซ้ำ ทวนเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้จากประสบการณ์การลงมือปฏิบัติ การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้สร้างสรรค์

ความรู้ รู้จักเชื่อมโยงความรู้เดิมกับองค์ความรู้อื่น แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกในห้องและกลุ่ม เมื่อมีกิจกรรมที่หลากหลายจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ จำได้แม่นยำส่งผลไปถึงการทำงานของสมองซึ่งทำงานโดยการส่งกระแสไฟฟ้าจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งต่อเนื่องกันเป็นวงจรโปรตีน ซึ่งเป็นสะพานไฟฟ้าทำให้วิ่งได้เร็ว การเรียนรู้เกิดจากการทำกิจกรรมแรกสมองจะบันทึกไว้ด้วยวงจรไฟฟ้าวงจรหนึ่งเมื่อทำกิจกรรมเรื่องนี้ซ้ำอีกจะทำให้สมองมีการบันทึกไว้ซ้ำอีก เมื่อทำบ่อยๆ ด้วยกิจกรรมที่แตกต่างกันในเรื่องเดียวกันจะทำให้สมองบันทึกไว้ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างแม่นยำและจำได้นาน [2] อีกทั้งจากการรายงานผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 [3]

2. การพัฒนารูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในรูปแบบ APBFR Model ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge : A) เป็นการตรวจสอบความรู้เดิม ก่อนที่จะเรียนรู้ความรู้ใหม่ ซึ่งนักเรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมก่อนเรียนรู้สิ่งใหม่ เช่น การทดสอบก่อนเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียน สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วยังเป็นการทบทวนหรือให้นักเรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่เคยเรียนรู้มาก่อนเพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ดียิ่งขึ้น ที่มาขององค์ประกอบรูปแบบจากการศึกษาแนวคิด การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่นักเรียนมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องหาวิธีการประเมิน ความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ [4] อีกทั้งทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) หรือการกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม เป็นการช่วยให้นักเรียนดึงข้อมูลเดิมที่อยู่ในหน่วยความจำระยะยาวให้มาอยู่ในหน่วยความจำเพื่อการใช้งาน (Working Memory) ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม [5]

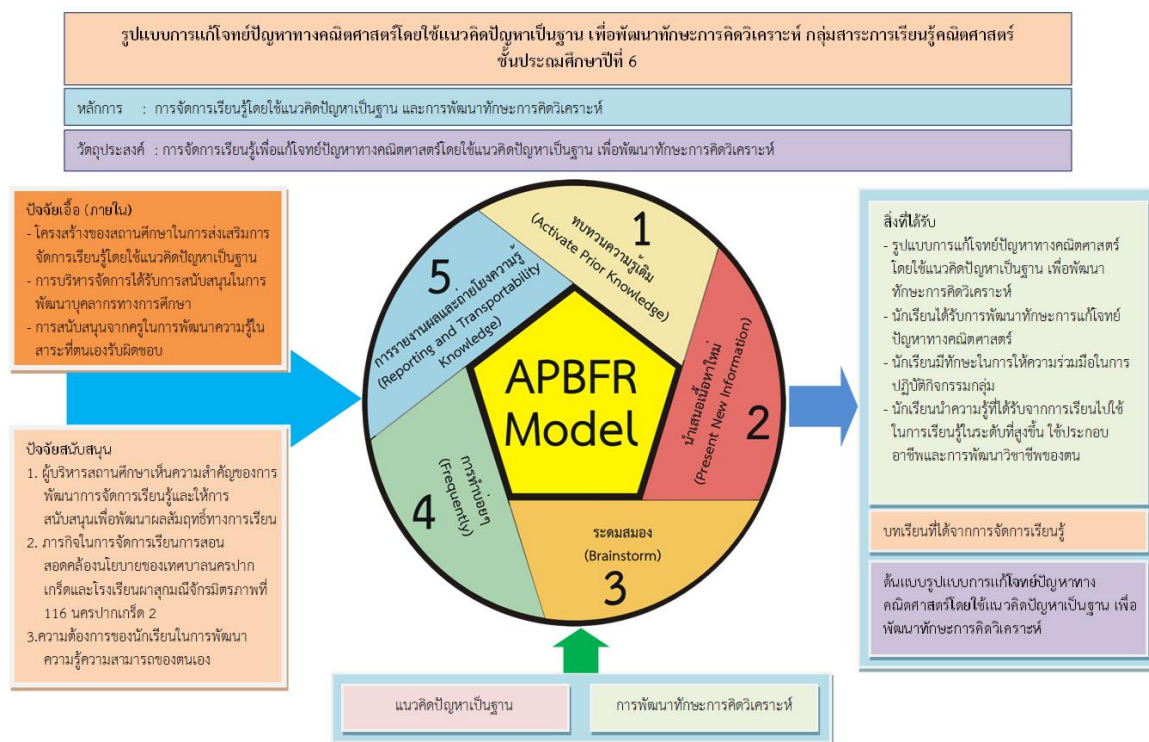
2) นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information : P) เป็นการให้นักเรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหา นักเรียนได้กระทำกับสื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ อันได้แก่ ของจริงของจำลอง หรือสถานการณ์จริง จากการสร้างประสบการณ์ การสอบถาม การศึกษานอกสถานที่ การเรียนรู้แบบลงมือทำ โดยให้เชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ของนักเรียน แล้วกระตุ้นให้นักเรียนรับรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อที่เรียนกับความรู้เดิมจากการศึกษาแนวคิด การให้นักเรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหา นักเรียนได้กระทำกับสื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ อันได้แก่ ของจริงของจำลอง หรือสถานการณ์จริง จากการสร้างประสบการณ์ การสอบถาม การศึกษานอกสถานที่ การเรียนรู้แบบลงมือทำ โดยให้เชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ของนักเรียน แล้วกระตุ้นให้นักเรียนรับรู้ถึงความสัมพันธ์กันระหว่างหัวข้อที่เรียนกับความรู้เดิม [4] และและการวิจัย การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา โดยมีขั้นตอนการสอนขั้นที่สามเป็นการเรียนรู้เนื้อหา (Learn the content) [6]

3) ระดมสมอง (Brainstorm : B) เป็นการกำหนด ให้นักเรียนร่วมกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การมีส่วนร่วมในการระดมความคิดเพื่อแก้ไขปัญหา จากการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน

ซึ่งในขั้นที่ 1 ขั้นการแสดงความคิดเห็นจากประเด็นปัญหา มุ่งให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในมุมมองของตนเอง [7]

4) การฝึกคิด วิเคราะห์บ่อย ๆ (Frequently : F) เป็นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ทำซ้ำๆ บ่อยๆ จนเกิดเป็นทักษะ จากการศึกษาทฤษฎีแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) กฎนี้กล่าวถึงการสร้างความมั่นคงของการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองที่ถูกต้องโดยการฝึกหัดกระทำซ้ำบ่อย ๆ ย่อมทำให้เกิดการเรียนรู้ได้นานและคงทนถาวรการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ทำการฝึกคิด วิเคราะห์ ซ้ำ ๆ บ่อย ๆ จนเกิดเป็นทักษะ [8]

5) การรายงานผลและถ่ายทอดความรู้ (Reporting and Transportability Knowledge : R) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รายงานข้อมูลสารสนเทศใหม่ที่ได้อศึกษามา นักเรียนนำมาอภิปราย วิเคราะห์ สังเคราะห์ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แล้วนำมาสรุปเป็นหลักการ เพื่อนำไปใช้โอกาสต่อไป และนักเรียนบูรณาการความรู้จากสถานการณ์หนึ่งสู่อีกสถานการณ์หนึ่งจากการศึกษางานวิจัย การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยบูรณาการแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในขั้นที่ 4 การหาข้อสรุปและสะท้อนความคิด มุ่งการรายงานผลการดำเนินการจัดการเรียน โดยการสะท้อนแนวคิดที่ได้จากการทดลองใช้รูปแบบ [9]



ภาพที่ 1 รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์

จากรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์

การประเมินความเหมาะสมของการกำหนดองค์ประกอบรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยมีข้อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันความรู้ที่อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ

องค์ประกอบของรูปแบบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ที่เป็นเช่นนี้เพราะผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน (PBL) เป็นยุทธวิธีในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญแบบหนึ่ง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดของนักเรียนอย่างมีวิจารณญาณและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นหลักหรือจุดเริ่มต้นเพื่อกระตุ้น จูงใจ ได้รับความสนใจเพื่อเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยปัญหาเป็นฐานสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้นั้น ซึ่งปัญหาจะต้องเป็นปัญหาที่มาจากตัวนักเรียน เป็นปัญหาที่นักเรียนสนใจ ต้องการที่จะแสวงหาคำตอบ และหาเหตุผลมาแก้ปัญหาหรือทำให้ปัญหานั้นชัดเจนจนมองเห็นแนวทางแก้ไข ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ สามารถผสมผสานความรู้เพื่อไปประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ที่สำคัญการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการส่งเสริมการสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการจัดการเรียน ที่เริ่มต้นจากปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นโดยสร้างความรู้จากการทำงานกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน และมีความสำคัญต่อนักเรียน ตัวปัญหาจะเป็นตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นหาข้อมูลเพื่อเข้าใจกลไกของตัวปัญหา รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา การเรียนรู้แบบนี้มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้และพัฒนานักเรียนให้สามารถเรียนรู้โดยการชี้แนะตนเองซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยการแก้ปัญหาใหญ่ต่อนักเรียน

เงื่อนไขความสำเร็จในการนำรูปแบบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงเรียนอื่น ๆ โดยต้องนำไปปรับปรุงให้เหมาะสมกับบริบทและความพร้อมของโรงเรียน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้ ดังนั้นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต้องปฏิบัติตามจริงตามกระบวนการ และบทบาทอย่างเป็นรูปธรรม โดยอาศัยการกำกับติดตามความก้าวหน้าของการดำเนินงานพัฒนาห้องเรียนมาตรฐานอย่างต่อเนื่องในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ มีประโยชน์ต่อนักเรียนในการทำกิจกรรมกลุ่ม โดยการแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน สมาชิกมีความสามารถที่หลากหลายในกลุ่มมีเป้าหมายกระตุ้นให้นักเรียนทำงานร่วมกัน เทคนิควิธีที่นำมาใช้ เช่น เพื่อนสอนเพื่อน การใช้ชุมชนแห่งการเรียนรู้การสร้างกลุ่มอภิปราย มีการร่วมมือช่วยเหลือกัน ปรัชญาหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของกลุ่มองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ อีกทั้งการเรียนต้องมุ่งให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การสื่อความหมายข้อมูลด้วยแบบต่าง ๆ หรือด้วยผังกราฟิก การแปรผล จนถึงการสรุปผล หรือการสร้างคำอธิบาย หรือการสร้างองค์ความรู้ โดยใช้การเรียนแบบโครงการ

การหาประสิทธิภาพรูปแบบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการพัฒนาได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปหาประสิทธิภาพเพราะการหาประสิทธิภาพจะต้องนำไปทดลองใช้ (Tryout) เพื่อปรับปรุง แล้วจึงนำไปใช้สอนจริงและนำผลที่ได้มาหาค่าประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 การทดสอบหาประสิทธิภาพรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์

การทดลอง	ระหว่างเรียน (E ₁)		หลังเรียน (E ₂)		ประสิทธิภาพ E ₁ /E ₂
	560คะแนน		30คะแนน		
	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	
3 คน	348.33	62.20	19.00	63.33	62.20/63.33
9 คน	399.78	71.39	21.44	71.48	71.39/71.48
30 คน	449.93	80.35	24.50	81.67	80.35/81.67

การทดสอบหาประสิทธิภาพรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทดลอง 3 ครั้ง พบว่า ครั้งที่ 1 นักเรียน 3 คน ได้ค่าประสิทธิภาพ 62.20/63.33 ครั้งที่ 2 นักเรียน 9 คน ได้ค่าประสิทธิภาพ 71.39/71.48 ครั้งที่ 3 นักเรียน 30 คน ได้ค่าประสิทธิภาพ 80.35/81.67 ซึ่งการทดลองครั้งที่ 3 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 จึงได้นำรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านเกณฑ์ ไปใช้เป็นเครื่องมือในการทดลองในขั้นต่อไป

3. การทดลองใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การทดสอบหาค่าประสิทธิภาพขั้นทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่า รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านและ การเขียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลการประเมินประสิทธิภาพ 83.46/84.37 ซึ่งขั้นทดลองกับกลุ่มตัวอย่างนี้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 ในขั้นทดลองนี้ผู้วิจัยได้สังเกตนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจในการปฏิบัติกิจกรรมตามวัตถุประสงค์ ในแต่ละเรื่องได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้นักเรียนได้เรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่ม โดยสมาชิกในกลุ่มได้ช่วยเหลือช่วยบอกเทคนิคในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน ทำให้เกิดความสามารถสามัคคีในกลุ่ม สมาชิกแต่ละคนมีความกระตือรือร้นและสนใจการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง หลังจากการทดลองใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เสร็จสิ้น ทั้งนี้เป็นเพราะว่า รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้และศึกษาหาความรู้จากเหตุการณ์จริง ทำให้นักเรียน สนใจ กระตือรือร้นที่จะไปหาความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่จัดให้นักเรียนเรียนเป็นกลุ่มย่อย คณะความสามารถ โดยใช้ประเด็นปัญหา เหตุการณ์กระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์และค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหา เพื่อนำไปสู่การอภิปราย และสรุปองค์ความรู้ ที่เป็นคำตอบของปัญหาร่วมกัน ซึ่งปัญหานั้นจะมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริง ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำ และจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้

4. การประเมินผลและถอดบทเรียนรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.67 และหลังเรียนเท่ากับ 25.26 และเมื่อนำเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าผู้วิจัยได้ทำการวิจัยโดยใช้รูปแบบ และพัฒนา (Research and Development R&D) ที่มุ่งเน้นนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรงอย่างเป็นรูปธรรม เห็นผลที่ชัดเจนในการพัฒนาตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยจากการสรุปข้อมูลได้พัฒนารูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใช้รูปแบบ APBFR Model ประกอบด้วย (1) ทบทวนความรู้เดิม (2) นำเสนอเนื้อหาใหม่ (3) ระดมสมอง (4) การทำบ่อยๆ และ (5) การรายงานผลและถ่ายโยงความรู้ ที่ผ่านการรับรอง สอดคล้องกับขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา (R&D) เป็นงานวิจัยที่สร้างสรรค์อย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอนสามารถตรวจสอบได้โดยการใช้แนวทางการสร้างผลงานบนฐานของการวิจัยซึ่งแนวทางที่นิยมของการวิจัยและพัฒนา [10]

4.2 การประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ พบว่าคะแนนการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุดเป็นผลมาจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ที่ได้ทำในแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นนวัตกรรมที่ได้รับการพัฒนาระดับทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยมีรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมพัฒนาการทางด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งมีกระบวนการจัดการเรียนรู้กระตุ้นสมองนักเรียนให้เกิดความตื่นตัว ด้วยการร่วมกิจกรรมกลุ่ม กิจกรรมกระตุ้นความสนใจด้วยสื่อที่ใช้ประสาทสัมผัส ได้แก่ การมองเห็น การฟัง การสัมผัสที่เกี่ยวข้องกับการเรียนมีกระบวนการจัดการเรียนแบบกลุ่ม การจับคู่ โดยครูเป็นผู้แนะนำและขับเคลื่อนการเรียนการสอนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ มีการจัดกิจกรรมที่หลากหลายด้วยการให้นักเรียนตั้งคำถาม หากคำตอบ นำเสนอหน้าชั้นเรียน การเสนอความคิดเห็น ลงมือทำงานด้วยตนเองอีกทั้งการจัดกิจกรรมลงมือทำซ้ำ ๆ จนเกิดความชำนาญคิดวิเคราะห์ได้ โดยนักเรียนทำใบงานรายบุคคลเรื่องโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการทำงานกลุ่มในเรื่องโจทย์ปัญหาเมื่อปฏิบัติกิจกรรมแล้วนักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ ด้านการสังเกตการจำแนกและด้านการจัดกลุ่ม อีกทั้งกิจกรรมที่ครูและนักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ด้วยการเฉลยใบงาน การถามคำถาม การหาคำตอบ นำไปสู่การสรุปความรู้เป็นความคิดรวบยอด โดยนำแผนผังความคิดมาใช้ในการสรุปเพื่อสร้างกระบวนการเรียนรู้ให้เห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนสัดส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 [11]

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีด้านด้านประโยชน์มีความพึงพอใจมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านเนื้อหาสาระทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 คำนี้ถึงธรรมชาติของเนื้อหาวิชาและเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ในการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยสอนโดยคำนึงถึงหลักการ

และองค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือ และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปัญหาเป็นฐาน เช่น การแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน ระยะเวลาความสามารถ นักเรียน แต่ละคนสามารถนำศักยภาพของตนเองมาเสริมความสำเร็จของกลุ่ม ทุกคนมีบทบาทในการเรียน มีการหมุนเวียนหน้าที่กันภายในกลุ่มอย่างทั่วถึง ทำให้นักเรียนมีโอกาสช่วยเหลือกัน นักเรียน ผูกทำใบกิจกรรมจนทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในกระบวนการและสามารถแก้ปัญหา ได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและเป็นไปในทำนองเดียวกับการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับดีและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนเห็นด้วยมากในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้เป็นอันดับที่ 1 รองลงมา คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ [12]

สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนารูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีการพัฒนาอย่างเป็นระบบ เป็นไปตามขั้นตอน ส่วนประกอบที่เหมาะสมทั้งเนื้อหา กิจกรรม แบบทดสอบ และภาพประกอบที่สวยงาม รวมทั้งการเพิ่มการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน ทำให้เกิดความสนใจต่อการเรียนรู้มากขึ้น จึงกล่าวได้ว่ารูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ เมื่อนำไปใช้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นและนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนโดยใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้ การนำรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควรคำนึงถึงหลักการและแนวทางปฏิบัติ ดังนี้

1.1 ควรศึกษารายละเอียด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้และคู่มือประกอบการใช้นวัตกรรม

1.2 ควรมีการจัดเตรียมสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้ครอบคลุมตามรายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้

1.3 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการที่วางแผนไว้ โดยครูผู้สอนต้องมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกและให้การสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

1.4 ควรมีการวัดและประเมินผลในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลกับนักเรียน รวมทั้งใช้กิจกรรมเสริมสำหรับนักเรียนที่มีปัญหาการเรียนรู้

1.5 ควรมีการวัดและประเมินผลหลังกิจกรรมการเรียนรู้ ในแต่ละเรื่อง รวมทั้ง จัดทำข้อมูลที่เป็นผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับนำไปใช้ในการปรับปรุงกิจกรรมหรือ วิธีการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาในครั้งต่อไป เพื่อให้สามารถนำหลักการและแนวคิดไปเป็นแนวในการปฏิบัติสำหรับการปรับปรุงคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ ควรมีการดำเนินการปรับปรุง และพัฒนาในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ควรมีการปรับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัย วุฒิภาวะ ความพร้อม หรือระดับช่วงชั้นของนักเรียน

2.2 เพื่อให้สามารถพัฒนานักเรียนให้เป็นบุคคลที่มีความสมดุลทั้งในด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ จึงควรมีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรม สื่อ หรือแหล่งเรียนรู้ให้ครอบคลุมในทุกด้าน

2.3 ควรสนับสนุนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้หรือประเมินสื่อที่นำมาใช้ เพื่อให้ทราบถึงความต้องการ ความสนใจ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อปรับปรุงและพัฒนาสื่อให้มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียนให้มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- [2] ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตเซอร์วิส.
- [3] วาสนา ภูมิ. (2557). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [4] ขวลิต ชูกำแพง. (2559). *การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร แนวคิดและกระบวนการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [5] Gange, Robert M. (1977). *The Conditions of Learning and Theory of Instruction*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- [6] ศิรินันท์ ว่องโชติกุล. (2559). *การพัฒนา รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา และเพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา*. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์. ชลบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [7] จารี รัชทอง. (2560). *การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. นครศรีธรรมราช: โรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ สังกัดเทศบาลนครนครศรีธรรมราช.
- [8] ทิศนา แคมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [9] สุวีรรณ มีชัย. (2560). *การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยบูรณาการแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. นครศรีธรรมราช : โรงเรียนสาธิตเทศบาลวัดเพชรจริก สำนักการศึกษา เทศบาลนครนครศรีธรรมราช.

- [10] นรินทร์ สังข์รักษา. (2556). *การวิจัยและพัฒนาการศึกษา*. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [11] จริญญา ปรีชาวิภาษ. (2561). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนสัดส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- [12] วิไล โพธิ์ชื่น. (2556). *การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ คณะศึกษาศาสตร์. นครปฐม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

RANC15-061 การสร้างไบโอฟิล์มในเชื้อเอ็นเตอร์โรค็อกซ์ที่ดื้อยาแวนโคไมซิน ในโรงพยาบาลระดับตติยภูมิภาคใต้ของประเทศไทย

BIOFILM PRODUCING VANCOMYCIN-RESISTANT ENTEROCOCCUS FAECIUM ISOLATES IN A TERTIARY CARE CENTER, SOUTHERN THAILAND

พันธ์วศรี แสงสุวรรณ^{1*} กมนนัท คิงฆมานันท์¹ สุนทรา กาวิละ² ชลธิชา รมยะสมิต³
Phanvasri Saengsuwan^{1}, Kamonnut Singkhamanan¹, Soontara Kawila², Chonticha Romyasamit³*

¹สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์และวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

¹*Department of Biomedical Sciences and Biomedical Engineering,
Faculty of Medicine, Prince of Songkla University.*

²หน่วยจุลชีววิทยา สาขาวิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

²*Clinical Microbiology, Department of Pathology, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University.*

³สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ สำนักวิชาสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

³*Department of Medical Technology, School of Allied Health Sciences, Walailak University.*

*Corresponding author, E-mail: sphanvas@medicine.psu.ac.th

บทคัดย่อ

เชื้อเอ็นเตอร์โรค็อกซ์ที่ดื้อยาแวนโคไมซิน (VRE) เป็นสาเหตุสำคัญของการติดเชื้อที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพ เชื้อแบคทีเรียสร้างไบโอฟิล์มเป็นปัจจัยสำคัญส่งผลให้การรักษาล้มเหลว วัตถุประสงค์ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อศึกษาหาความชุกของการสร้างไบโอฟิล์ม และยีนที่แสดงปัจจัยความรุนแรงโดยวิธี multiplex PCR จากเชื้อตัวอย่างที่แยกได้จากสิ่งส่งตรวจจำนวน 92 ไอโซเลต ในโรงพยาบาลระดับตติยภูมิภาคใต้ของประเทศไทย และยืนยันสปีชีส์โดยใช้วิธีทางจุลชีววิทยา รูปแบบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อด้วยวิธี diisk diffusion จากนั้นตรวจวิเคราะห์เชื้อ VRE ทั้งหมดเพื่อหา ยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างไบโอฟิล์ม ยีนก่อความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อ VRE ด้วยวิธีมัลติเพล็กซ์พีซีอาร์และวิธีไมโครไทเทอร์เพลตเพื่อศึกษาการสร้างไบโอฟิล์มจากเชื้อ VRE จำนวน 86 ไอโซเลต โดยพบว่าเชื้อ VRE ที่แยกได้เป็นเชื้อชนิดดื้อยาหลายขนาน คิดเป็นร้อยละ 93.5 และเป็นเชื้อชนิดที่ดื้อยาด้านจุลชีพอย่างยิ่ง คิดเป็นร้อยละ 6.5 โดยมีอัตราการดื้อยาแอมพิซิลลิน ยาอิมิพีเนม และยาเซฟโทรเฟอราโซนในระดับสูง (ร้อยละ 90-100) นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อ VRE จำนวน 50 ไอโซเลต มีการดื้อยาโคลิสตินและตรวจพบยีน *vanA* ทุกไอโซเลต และไม่พบยีน *vanB vanC* นอกจากนี้ตรวจพบยีน *esp* และยีน *hyl* มีอยู่ใน 84 ไอโซเลต (ร้อยละ 91.3) และ 5 (ร้อยละ 5.4) ตามลำดับ เชื้อ MDR-VRE และเชื้อ XDR VRE มีความสามารถในการสร้างไบโอฟิล์มคิดเป็นร้อยละ 51.1 และร้อยละ 23.9 ตามลำดับ เป็นที่น่าสนใจคือเชื้อ VRE แม้ไม่มียีน *hyl* แต่สามารถสร้างไบโอฟิล์มได้มากกว่าเชื้อที่มียีน *esp+* และจากการศึกษาชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าเชื้อ VRE แม้ไม่มียีนที่แสดงปัจจัยความรุนแรงแต่มีความสามารถในการสร้างไบโอฟิล์มเพื่อต้านยาด้านจุลชีพได้

คำสำคัญ: การดื้อยา ไบโอฟิล์ม เชื้อเอ็นเตอร์โรค็อกซ์ที่ดื้อยาแวนโคไมซิน ยีนก่อโรค

Abstract

Vancomycin-resistant enterococci (VRE) are important causes of healthcare-associated infections. The assembly of biofilms by bacteria is a crucial factor, resulting in treatment failures. The aim of this study was to explore the prevalence of biofilm formation by VRE isolates and spot virulence factors related to biofilm formation. During this study, 92 VRE isolates from clinical specimens were obtained from different wards in a tertiary care hospital in the southern part of Thailand. Then, *Enterococcus* species were identified using conventional microbiological methods. The antibiotic susceptibility patterns of the isolates were determined by the Kirby-Bauer disk-diffusion. All VRE isolates were analyzed for the determination of biofilm-related genes and virulence genes using the multiplex PCR method and microtiter plate methods to assess the flexibility of biofilm formation. Of 86 VRE isolates, 93.5% were recognized as multidrug-resistant VRE and 6.5% of them were extremely resistant VRE, with the rates of resistance to ampicillin, imipenem, and cefoperazone reaching high levels (90–100%). It was also found that fifty of the *E. faecium* isolates were resistant to colistin. The *vanA* gene was detected in all VRE isolates, whereas the *vanB*, *vanC* were not found in any of them. Enterococcal surface protein (*esp*) and hyaluronidase (*hyl*) genes were present in 84 (91.3%) and 5 (5.4%), respectively. Overall, 51.1% of MDR-VRE and 23.9% of XDR-VRE isolates were biofilm producers, respectively. Interestingly, the clinical strain with *hyl* negative was more biofilm forming than *esp* positive, especially among VRE isolates. Our findings support the role of biofilm formation in antimicrobial agents and demonstrate that it is affected by a combination of factors, not just certain *esp* and *hyl* genes in VRE strains.

Keywords: Antibiotic Resistance, Biofilm, Vancomycin Resistance *Enterococci*, Virulence Genes

Introduction

Enterococci are gram-positive bacteria. It is found within humans, animals, plants, the environment, and are an awfully important explanation for opportunistic nosocomial infections like urinary tract infections [1], abdomen, pelvic disease, soft tissues infectious diseases of the bloodstream, and valvular heart disease. The foremost common quite infection was *E. faecalis* (90-95%), followed by *E. faecium* 5-10%, while others were *E. avium*, *E. gallinarum*, *E. casseliflavus*, *E. durans*, *E. raffinosus*, and *E. mundtii* [2]. Mostly, *E. faecalis* and *E. faecium* are cause treatment to be increasingly difficult due to their intrinsic and acquired resistance to several antibiotics, like ampicillin and vancomycin [3]. Additionally, drug resistance, enterococci usually with a high capacity to forming biofilm, which has increased the matter to treatment [4]. The extent of biofilm from *E. faecalis* was vary around 80-100% from Italy, Britain, and USA [5-7], whilst 42% of *E. faecium* isolates formed biofilm [6]. These studies found *E. faecalis* to possess more capacity than *E. faecium*, and the prevalence of *E. faecium* biofilm diverges country wide. Moreover, virulence factors engage in major roles within the pathogenicity of *E. faecalis*, and several other virulence factors could also be associated with *E. faecalis* biofilm formation. However, to date, the prevalence, and characteristics of biofilm formation among clinical specimens in an exceedingly tertiary care hospital, southern Thailand has contained any data. The present study aim was to explore the prevalence and

characteristics of vancomycin-resistant *E. faecium* biofilm formation and to recognize the virulence factors associated with *E. faecium* biofilm formation. To our knowledge, this will be the primary study to combine data on biofilm formation, virulence genes, and antibiotic resistance of VRE in our region.

Objectives

To explore the prevalence and characteristics of vancomycin-resistant *E. faecium* biofilm formation and to recognize the virulence factors associated with *E. faecium* biofilm formation.

Methods

Sample collection

From February 2011 to December 2020, 92 VRE isolates were collected from patients admitted to Songklanagarind Hospital in Thailand. The Ethics Committees at the Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, approved ethical approval (REC63-129-4-8).

Bacterial identification and antimicrobial susceptibility testing

All isolated bacterial strains were grown overnight on tryptic soy agar plates at 37 °C to identify species using routine biochemical tests. The disc diffusion method was used to perform antimicrobial susceptibility tests in accordance with the Clinical and Laboratory Standards Institute guidelines (Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), 2015). Each disk (Becton Dickinson, Heidelberg, Germany) contained ampicillin (AM, 10 µg), cefoperazone-sulbactam (sulperazone) (SPZ, 75/30 µg), cefotaxime (CTX, 30 µg), ceftazidime (CAZ, 30 µg), ceftriaxone (CRO, 30 µg), ciprofloxacin (CIP, 5 µg), colistin (DA, 10 µg), ertapenem (ETP, 10 µg), gentamicin (GM, 10 µg), imipenem (IMP, 10 µg), meropenem (MEM, 10 µg), norfloxacin (NOR, 10 µg), penicillin (P, 10 µg), tazocin (TZP, 100/10 µg), and vancomycin (VA, 30 µg). At the Microbiology Unit, Department of Pathology, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, bacteria were characterized, and antibiotic susceptibility tests were performed.

Isolation of DNA

Chromosomal DNA was extracted from 92 VRE isolates using the GF-1 bacterial DNA extraction kit (Vivantis Technologies Sdn Bhd, Selangor DE, Malaysia) according to the manufacturer's instructions. The purity of DNA was determined using spectrophotometry at 260 nm and the ratio of absorbance at 260 and 280 nm (A260/A280). Agarose gel electrophoresis was used to assess the quality of the DNA.

Species identification

To confirm species identification, the *ddl* genes (*E. faecium* and *E. faecalis*) were amplified using the primers listed in Table 1 under the following conditions: initial denaturation at 95 °C for 10 minutes, denaturation at 95 °C for 45 seconds, annealing at 54 °C for 1 minute, and finally extension at 72 °C for 1 minute (35 cycles).

Detection vancomycin resistance gene and virulence factor genes by multiplex-PCR

All resistant to vancomycin isolates were subjected to a multiplex PCR analysis for the detection of the presence of vancomycin-resistant genes and virulence genes using specific primer (Table 1). PCR amplification was carried out with the following thermal cycling profile: initial denaturation for 3 min at 94 °C,

35 cycles of amplification consisting of 1 min at 94°C, 1 min at 54°C, 1 min at 72°C, and final extension for 5 min at 72°C.

Table 1 List of PCR primers used in the study.

Gene	Primer name	Oligonucleotide sequence (5' to 3')	Product size (bp)	Reference
<i>ddl_E. faecalis</i>	<i>E. faecalis</i>	ATCAAGTACAGTTAGTCT	941	Dutka-Malen S <i>et al</i> 1995
		ACGATTCAAAGCTAACTG		
<i>ddl_E. faecium</i>	<i>E. faecium</i>	TTGAGGCAGACCAGATTGACG	658	
		TATGACAGCGACTCCGATTCC		
<i>rrs</i>	16S rRNA_F	GGATTAGATACCCTGGTAGTCC	320	
	16S rRNA_R	TCGTTGCGGGACTTAACCCAAC		
<i>vanA</i>	vanA+	GGGAAAACGACAATTGC	732	Bhatt, Puneet <i>et al</i> 2015
	vanA-	GTACAATGCGGCCGTTA		
<i>vanB</i>	vanB+	ACGGAATGGGAAGCCGA	647	
	vanB-	TGCACCCGATTTTCGTTT		
<i>vanC</i>	vanC+	ATGGATTGGTAYTKGTAT	815/827	
	vanC-	TAGCGGGAGTGMCYMGTA		
<i>asa</i>	ASA 11	GCACGCTATTACGAACTATGA	373	Vankerckhoven V <i>et al</i> 2004
	ASA 12	TAAGAAAGAACATCACCACGA		
<i>gel</i>	GEL 11	TATGACAATGCTTTTTGGGAT	213	
	GEL 12	AGATGCACCCGAAATAATATA		
<i>cyt</i>	CYT I	ACTCGGGGATTGATAGGC	688	
	CYT IIb	GCTGCTAAAGCTGCGCTT		
<i>esp</i>	ESP 14F	AGATTTTCATCTTTGATTCTTGG	510	
	ESP 12R	AATTGATTCTTTAGCATCTGG		
<i>hyl</i>	HYL n1	ACAGAAGAGCTGCAGGAAATG	276	
	HYL n2	GACTGACGTCCAAGTTTCCAA		
<i>cpd</i>	cpd-F	TGGTGGGTTATTTTCAATTC	782	Elsner H-A <i>et al</i> 2000
	cpd-R	TACGGCTCTGGCTTACTA		
<i>ebp</i>	ebpA-F	AAAAATGATTCCGGCTCCAGAA	101	Bourgogne A <i>et al</i> 2007
	ebpA-R	TGCCAGATTCGCTCTCAAAG		

Amplicon detection

DNA fragments were separated by electrophoresis in 5.0×Tris-borate-EDTA on a % 0.1 of agarose gel stained with SYBR Safe DNA Gel Stain and then visualized under UV light. The PCR product was sent to be sequenced and analyzed (BLAST).

Biofilm detection assay

We performed biofilm assays according to the guidance of a method [8] with some modification. First, the *Enterococcus* pure colonies were resuspended in 10 mL of tryptic soy broth (TSB, HI Media,

India), incubated at 37 °C for 18–20 h. Then, for each strain tested, 20 µl of bacterial suspensions was transferred to three wells of sterile 96-well polystyrene microtiter plates containing 180 µl of TSB supplemented with 2% glucose. *E. faecium* (ATCC700221) was used as the positive control, and 200 µl of TSB broths was used as the negative control. The microtiter plates were incubated for 24 h at 37 °C, washed with sterile phosphate-buffered solution (PBS), dried at room temperature, and stained with 1% crystal violet for 30 min. The wells were washed twice with sterile deionized water and dried. Crystal violet dye bound to adherent cells was resuspended in 150 µl of 99% ethanol. The OD readings from respective wells were determined at 570 nm. by using a microtiter plate reader (Scan, Thermo Scientific, USA). The cut-off optical density (OD) for biofilm formation by isolates was defined as the optical density higher than $OD_{570} = 0.250$ (absorbance of biofilm produced by *E. faecium*; ATCC 700221). All experiments were performed in triplicate and were evaluated by two independent researchers.

Statistical analysis

Clinical data are presented as percentages (unless otherwise stated) and median values with interquartile ranges (IQR). All statistical analyses were performed using SPSS Statistics version 23 (IBM Corporation, Armonk, New York, USA). Qualitative variables were compared using a t-test and Pearson chi-square test. The p-value of < 0.05 was considered statistically significant.

Results

Of the 92 VRE isolates recovered from patients, (8.59%) 55 were from females, and (2.40%) 37 were from males, for a female-to-male ratio of 1.2:1. Fifty percent of VRE positive patients were 65 years old, and the mean age was 64 years (IQR, 73–54.2; range, 2 months to 90 years). Among these isolates, (7.45%) 42 was obtained from the medical ward; (6.19%) 18, from the surgical ward; and 11 (0.12%) from the intensive care unit. Urine had the highest percentage of VRE infection of (36%) 3.28, followed by the stool and body fluid at (18%) 6.19 and MSU at (10%) 9.10. More epidemiological data are available in Figure 1.

Each VRE isolated was tested for susceptibility to different classes of antibiotic (sterile fluid, such as blood, and nonsterile sources, such as pus and surgical sites). Out of 92 VRE isolates, 70 (76%) were tested against gentamicin; 69 (75%), against ampicillin; 59 (64%), against imipenem and fewer than 10 (15%), against colistin. The antibiotic susceptibility profile among 92 isolates is shown in Figure 2.

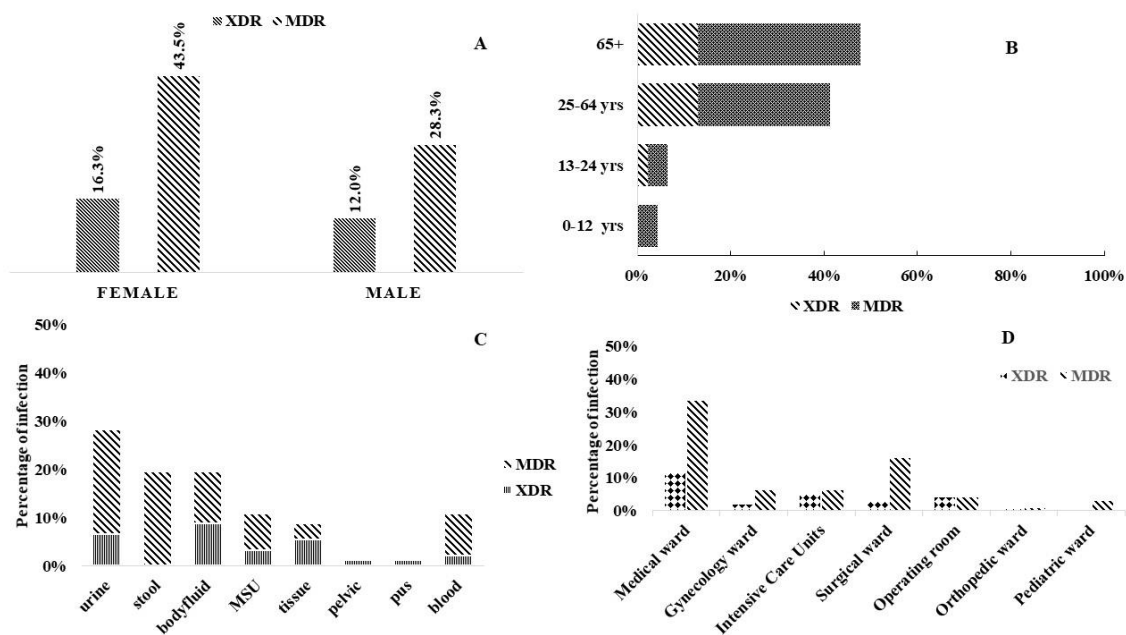


Figure 1 Demographic and clinical characteristics of patients with VRE at the Songklanagarind Hospital between February 2011 and December 2020.

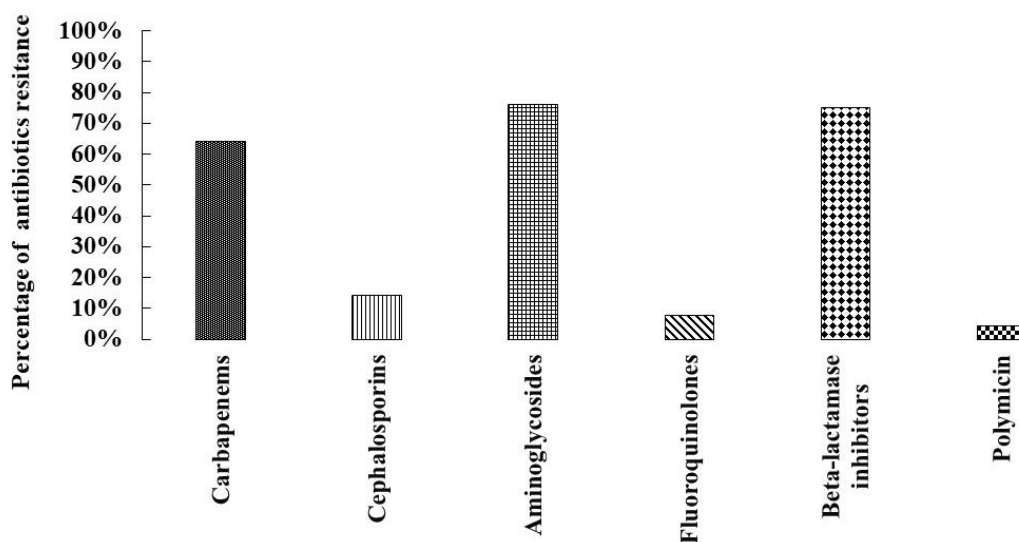


Figure 2 VRE drug resistance patterns among 92 isolates.

Ninety-two VRE strains (100%) harbored the *vanA* gene, whereas the *vanB*, *vanC*, *vanD*, *vanE* and *vanG* were not found in any of those isolates. The *esp* and *hyl* genes were found in 84 (91.3%) and 5 (5.4%), respectively. Nevertheless, *asa* (aggregation substance), *gel* (gelatinase), *cyt* (cytolysin), *cpd* (Sex pheromones in *Enterococcus*), and *ebp* (endocarditis pili) genes were absent from all isolates. The amplicons of the VRE isolates and resistance-gene distribution is shown in Figure 3.

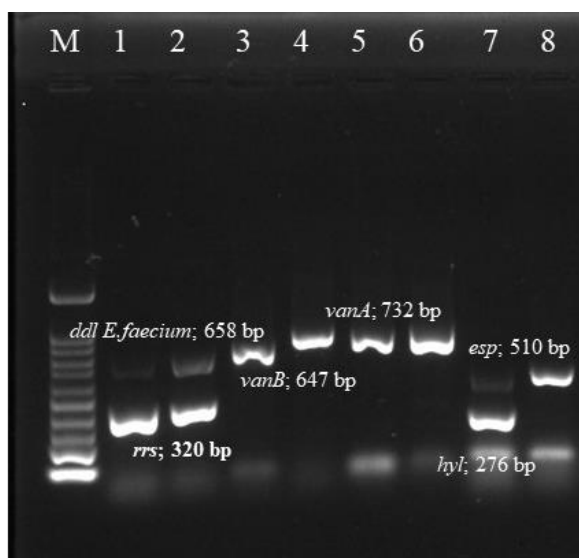


Figure 3 Multiplex PCR positive isolates.

Biofilm phenotypes accounted for 75% (n = 66), being distributed in the following categories: 5% (n = 5) produced strong biofilm or moderate; 11% (n = 10) produced moderate biofilm; 59% (n = 54) produced weak biofilm, whilst 25% of isolates (n = 23) were identified as non-biofilm producer.

As reported in Table 2, the analysis of mPCR-amplified virulence factors showed that the *esp*-positive (+) VRE isolates had higher prevalence of biofilm formation than the *esp*-negative (-) isolates. Additionally, biofilm formation was detected more frequently in *hyl*- isolates than in *esp*+ isolates not expressing each of these virulence factors. Inversely, *esp*+ isolates were much more likely to have biofilm formation than *hyl*- isolates, especially biofilms categorized as strong or medium. But no significant correlation was found between biofilm forming capacity and virulence factor harbored ($P > 0.05$).

Table 2 Association of biofilm-forming capacity, antibiotic susceptibility pattern, and presence of virulence factor genes among VRE clinical isolates.

Variables	No. of isolate biofilm phenotype (%)				Total	P
	weak	strong or moderate	non-biofilm	All positive		
Patterns						
XDR	18 (19.6)	4 (4.3)	4 (4.3)	22 (23.9)	26 (28.3)	0.1813
MDR	36 (39.1)	11 (5.4)	19 (20.7)	47 (51.1)	66 (71.7)	
Total	54 (58.7)	15 (16.3)	23 (25.0)	69 (75.0)	92 (100)	
Virulence factors						
<i>esp</i>+	47 (51.1)	14 (15.2)	23 (25.0)	61 (96.8)	84 (91.3)	0.0875
<i>esp</i>-	7 (7.6)	1 (1.1)	0	8 (12.7)	8 (8.7)	
<i>hyl</i>+	4 (4.3)	2 (2.2)	1 (1.1)	6 (9.5)	7 (7.6)	0.4958
<i>hyl</i>-	50 (54.3)	13 (14.1)	22 (23.9)	63 (100)	85 (92.4)	

Discussion

This study showed that the distribution of VRE isolates differed by the infection site. Most of the clinical isolates were recovered from urine (28.3%) which is less than 30% of VRE infection reports in Taiwan showed that VRE infection was 94% [8]. In our study, the highest number of isolates were from patients hospitalized in the medical ward (36.4%). Differences in the frequency of VRE infection have also been reported in other studies. Karki et al reported that VRE infection ranged from 8% to 29% in inpatient wards in Australia [9]. The regional differences observed in this study support the understanding that infection control of resistant pathogens needs to be based on local epidemiology.

Multidrug-resistant strains of *enterococci*, especially *E. faecalis* and *E. faecium* are serious problems in the treatment of patients with enterococcal infections due to improper use of antibiotics [10]. In the current study, 93.5% of VRE strains were multidrug resistant, with the remaining 6.5% being extensively drug-resistant (XDR) isolates. The prevalence of MDR in female inpatients was higher than male inpatients by 1.5 times.

The most common resistance antibiotic patterns observed were toward gentamicin (n = 70, 76%) and ampicillin (69, 75%). VRE isolates exhibited 98%, 50%, and 33% resistance to imipenem, ertapenem, and meropenem, respectively, which corresponded to some previous [11]. Our findings suggested that the sulperazone alternative its therapeutic effects against enterococcal infections.

Our investigation found that the *vanA* gene was present in all VRE isolates (92, 100%). This result is consistent with the finding of other investigators who reported the prevalence of *vanA* genes in VRE isolates was 90% in the Northwest of Iran [12], 84% in Trinidad and Tobago [13]. The *vanA* genotype was the most appeared to be clinically the most important and was capable of conferring high-levels of resistance to vancomycin and teicoplanin [14].

In the present study, biofilm-producing strains among VRE clinical isolates were investigated. Clinical isolates were compared with drug resistance patterns and virulence determinants. In this study, MDR-VRE isolates was 2-folds more likely to produce biofilm formation ability higher than XDR-VRE isolates. The clinical isolates had carriage of virulence factors involved in biofilm formation although biofilm formation ability but severe pathogenic and immunity in environment infection.

A high occurrence of biofilm-encoding genes was found (Table 2): 87.5% (n = 70) of the isolates presented all two *esp* and *hyl* genes, simultaneously (identified as *esp+ / hyl +* genotypic pattern), while 12.5% (n = 10) had none and considered as *esp - / hyl -* pattern. In addition, isolates were divided to four groups based on both phenotypic and genotypic characteristics of biofilm: biofilm positive/gene positive (n = 59, 73.75%); biofilm negative/gene positive (n = 11, 13.75%); biofilm positive/gene negative (n = 8, 10%); biofilm negative/gene negative (n = 2, 2.5%). The multidrug-resistant of *enterococci* (MDR) phenotype accounted for 17.91% (n = 12) of the 67 biofilm producers and 20% (n = 14) of the 70 genotypically positive isolates.

Based on these findings, the *esp* gene facilitates the ability of VRE isolates to acquire antibiotic resistance genes. The expression level of *esp*, which varies depending on growth conditions, varies constantly between VRE strains, and is associated with initial connection and biofilm formation [15].

Conclusions

According to the findings of this study, biofilm production is an important virulence factor among multidrug resistant enterococci isolates. Clinicians should be on the lookout for multidrug resistant isolates because eradicating them is extremely difficult. Furthermore, larger sample size studies are required to investigate the relationship between biofilm production and other risk factors. To prevent any potential outbreak and spread of VRE in our region, infection control measures will be necessary.

Acknowledgments

This study was supported by a grant from Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, with a grant number of REC63-129-4-8.

References

- [1] Gozalan A, Coskun-Ari FF, Ozdem B, Unaldi O, Celikbilek N, Kirca F, Aydogan S, Muderris T, Guven T, Acikgoz ZC *et al*: Molecular characterization of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* strains isolated from carriage and clinical samples in a tertiary hospital, Turkey. *Journal of medical microbiology* 2015, 64(7):759-766.
- [2] Rahimi F, Talebi M, Saifi M, Pourshafie MR: Distribution of enterococcal species and detection of vancomycin resistance genes by multiplex PCR in Tehran sewage. *Iranian biomedical journal* 2007, 11(3):161-167.
- [3] van Harten RM, Willems RJL, Martin NI, Hendrickx APA: Multidrug-resistant enterococcal infections: new compounds, novel antimicrobial therapies? *Trends Microbiol* 2017, 25(6):467-479.
- [4] Ahmed MO, Baptiste KE: Vancomycin-Resistant Enterococci: A review of antimicrobial resistance mechanisms and perspectives of human and animal health. *Microbial drug resistance (Larchmont, NY)* 2018, 24(5):590-606.
- [5] Duprè I, Zanetti S, Schito AM, Fadda G, Sechi LA: Incidence of virulence determinants in clinical *Enterococcus faecium* and *Enterococcus faecalis* isolates collected in Sardinia (Italy). *Journal of medical microbiology* 2003, 52(Pt 6):491-498.
- [6] Sandoe JAT, Witherden IR, Cove JH, Heritage J, Wilcox MH: Correlation between enterococcal biofilm formation in vitro and medical-device-related infection potential in vivo. *Journal of medical microbiology* 2003, 52(Pt 7):547-550.
- [7] Mohamed JA, Huang W, Nallapareddy SR, Teng F, Murray BE: Influence of origin of isolates, especially endocarditis isolates, and various genes on biofilm formation by *Enterococcus faecalis*. *Infect Immun* 2004, 72(6):3658-3663.

- [8] Lee M-C, Lu C-H, Lee W-Y, Lee C-M: Correlation between nosocomial carriage of vancomycin-resistant *enterococci* and antimicrobial use in Taiwan. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 2020:tpmd200842.
- [9] Karki S, Houston L, Land G, Bass P, Kehoe R, Borrell S, Watson K, Spelman D, Kennon J, Harrington G: Prevalence and risk factors for VRE colonisation in a tertiary hospital in Melbourne, Australia: a cross sectional study. *Antimicrob Resist Infect Control* 2012, 1(1):1-6.
- [10] Daikos GL, Bamias G, Kattamis C, Zervos MJ, Chow JW, Christakis G, Petrikos G, Triantafyllopoulou P, Alexandrou H, Syriopoulou V: Structures, locations, and transfer frequencies of genetic elements conferring high-level gentamicin resistance in *Enterococcus faecalis* isolates in Greece. *Antimicrobial agents and chemotherapy* 2003, 47(12):3950-3953.
- [11] Emaneini M, Khoramian B, Jabalameli F, Beigverdi R, Asadollahi K, Taherikalani M, Lari AR: Prevalence of high-level gentamicin-resistant *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* in an Iranian hospital. *Journal of preventive medicine and hygiene* 2016, 57(4): E197-E200.
- [12] Jahansepas A, Ahangarzadeh Rezaee M, Hasani A, Sharifi Y, Rahnamaye Farzami M, Dolatyar A, Aghazadeh M: Molecular epidemiology of vancomycin-resistant *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* isolated from clinical specimens in the Northwest of Iran. *Microbial drug resistance (Larchmont, NY)* 2018, 24(8):1165-1173.
- [13] Akpaka PE, Kisson S, Jayaratne P: Molecular analysis of vancomycin-resistant *Enterococci* isolated from regional hospitals in Trinidad and Tobago. *Adv Med* 2016, 2016:8762691.
- [14] Ahmed MO, Baptiste KE: Vancomycin-resistant enterococci: a review of antimicrobial resistance mechanisms and perspectives of human and animal health. *Microbial Drug Resistance* 2018, 24(5):590-606.
- [15] Van Wamel WJ, Hendrickx AP, Bonten MJ, Top J, Posthuma G, Willems RJ: Growth condition-dependent Esp expression by *Enterococcus faecium* affects initial adherence and biofilm formation. *Infection and immunity* 2007, 75(2):924-931.

RANC15-062 การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิค ของโคดาไลสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

THE DEVELOPMENT OF ONLINE LEARNING MANAGEMENT SYSTEM ON MUSIC USING KODALY TECHNIQUES FOR PRATHOMSUKSA 6 STUDENTS

กิตติภักดิ์ วรชินา* พงษ์ศักดิ์ ผกามาต
Kittiphak Worachina, Phongsak Phakamach*

สาขาวิชานวัตกรรมการบริหารการศึกษา วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
*Educational Administration Innovation Department, College of Innovation Management, Rajamangala
University of Technology Rattanakosin*

*Corresponding author, E-mail: mickey.musiccy123@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ 1) เพื่อสร้างระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคดาไลสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบบริหารจัดการเรียนรู้ และ 4) เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาดนตรีออนไลน์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบมอญ กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครปฐม เขต 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 40 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคดาไลสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบประเมินคุณภาพระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์โดยผู้เชี่ยวชาญ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที่ ผลการวิจัยพบว่า ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคดาไลสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.36/89.14 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .7257 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลประเมินคุณภาพของระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคดาไลจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก โดยเห็นว่าบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์นี้มีความน่าสนใจเหมาะที่จะใช้กับนักเรียน ผลการวิจัยทำให้ได้ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพซึ่งทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการเรียนวิชาดนตรีมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์ ดนตรี เทคนิคของโคดาไล ประถมศึกษาปีที่ 6

Abstract

The objectives of this research were: 1) to create the online learning management system in Music using Kodaly techniques for prathomsuksa6 students; 2) to assess the effectiveness of online learning management system 6 students according to the 80/80 standard; 3) to study the opinions of experts on learning with online learning management system; and 4) to determine the effectiveness and achievement of learning from the online learning management system. The sample group consisted of students in prathomsuksa6/1 at Pratumnak Suankularb Mahamongkol School, under the Office of Nakhon Pathom Primary Educational Service Area 2, academic Year 2021, 40 people through cluster random sampling. The research instruments and tools included: 1) the online learning management system in Music using Kodaly techniques for prathomsuksa 6 students, 2) an achievement test in Music, and 3) a platform quality assessment form by experts. The collected data were analyzed through a statistical software and reported in percentage, mean, standard deviation and t-test values. The research results suggested that the efficiency of developed online learning management system in Music using Kodaly techniques for prathomsuksa 6 students was 80.36/89.14 which is consistent with the 80/80 standard criteria recommended by the experts. The effectiveness index of this online learning management system was .7257 (72.57%). The students' achievement score was significantly higher, by comparing before and after using the online learning management system, with significance level of .05. The results of the online learning management system quality assessment by experts was high level, the online learning management system was interesting and suitable for students of Music. The results of the research resulted in an effective online learning management system for music subjects for prathomsuksa 6 students. This allows students to develop more in learning music as well.

Keywords: Online Learning Management System, Music, Kodaly Techniques, Prathomsuksa 6 Students.

บทนำ

ในสถานการณ์ปัจจุบันได้เกิดโรคระบาดไวรัส COVID-19 แพร่กระจายไปทั่วโลกก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับมนุษย์ในหลายด้าน เช่น สุขภาพ เศรษฐกิจ สังคม การศึกษา การใช้ชีวิตประจำวัน และยังมีส่งผลต่อสมาธิ ความเครียด และความซึมเศร้า โดยประเทศไทยเป็นอีกหนึ่งประเทศที่ได้รับผลกระทบจากโรคระบาดไวรัส COVID-19 เช่นเดียวกับกับกลุ่มนานาชาติทั่วโลก ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีวัคซีนป้องกันโควิดแล้ว แต่ก็ยังมีโอกาสป่วยได้ เนื่องจากยังไม่มีวัคซีนตัวใดป้องกันได้ 100% [1] ในส่วนของประเทศไทยได้มีการจัดตั้งศูนย์บริหารสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 มีชื่อว่า ศูนย์บริหารสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เพื่อมาบริหารจัดการออกกฎระเบียบปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้มีการเตรียมพร้อมกับการรับมือจากผลกระทบนี้โดยการยกระดับมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของไวรัส COVID-19 ด้วยการรณรงค์ “อยู่บ้าน หยุดเชื้อ เพื่อชาติ” และยังมีมาตรการต่าง ๆ เช่น ให้ประชาชนทำงานที่บ้าน (Work From Home) งดการรวมตัวเป็นกลุ่ม เว้นระยะห่าง (Social Distancing) รวมทั้งประกาศเคอร์ฟิวสำหรับพื้นที่ควบคุมสูงสุดจำกัดการเข้าออกเคหะสถาน ปิดสถานบันเทิง ร้านอาหารรวมถึงการหยุดพักการเรียนการสอน ในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ อย่างโรงเรียน วิทยาลัย และมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย [2]

เนื่องด้วยสถานการณ์ของโรคระบาด COVID-19 ที่ได้เข้ามาส่งผลกระทบต่อการพัฒนาประเทศ ซึ่งยังได้ส่งผลกระทบต่อระบบการจัดการเรียนการสอนกล่าวคือการเรียนการสอนได้หยุดชะงักลงตามประกาศมาตรการฉุกเฉินของศูนย์บริหารสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เพื่อเป็นการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคติดต่อชนิดนี้ให้เป็นแนวทางเดียวกัน แต่เนื่องด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าของโลกปัจจุบันที่สามารถสรรค์สร้างตัวช่วยที่ให้ระบบของการเรียนการสอนยังสามารถดำเนินต่อไปโดยกระทรวงศึกษาธิการได้ให้การสนับสนุนและเปิดโอกาสให้สถาบันการศึกษาได้กำหนดนโยบายให้ผู้สอนได้ปรับกระบวนการเรียนการสอนใน 5 รูปแบบ (5 On) คือ 1) แบบ On-Site การเดินทางมาเรียนที่โรงเรียนซึ่งเหมาะสำหรับโรงเรียนที่มีปริมาณนักเรียนน้อยสามารถจัดพื้นที่แบบเว้นระยะห่างและเข้มงวดการสวมหน้ากากอนามัยตามมาตรการด้านสาธารณสุข 2) การเรียนแบบ On-Air ผ่านระบบมูลนิธิการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม หรือ DLTV 3) การเรียนแบบ On-Line ครูผู้สอนทำการสอนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ 4) การเรียนแบบ On-Demand ผ่านระบบแอปพลิเคชัน และ 5) การเรียนแบบ On-Hand ครูผู้สอนเดินทางไปแจกเอกสารใบงานให้กับนักเรียนที่บ้าน อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนทั้ง 5 รูปแบบ จะต้องได้รับการยินยอมจากศูนย์บริหารสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ของแต่ละจังหวัดเพื่อให้สามารถจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมของแต่ละพื้นที่ได้บนพื้นฐานความปลอดภัยทั้งครูผู้สอนและนักเรียนเป็นอันดับแรก [3]

จากนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการ โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ มหามงคล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครปฐม เขต 2 ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ควบคุมสูงสุดและเข้มงวดตามประกาศในราชกิจจานุเบกษา ข้อกำหนดออกตามความในมาตรา 9 แห่งพระราชกำหนดการบริหารราชการในสถานการณ์ฉุกเฉิน พ.ศ. 2548 โดยมีรายละเอียดสำคัญคือ พื้นที่ควบคุมสูงสุดและเข้มงวด หมายถึง พื้นที่ที่มีผู้ติดเชื้อเป็นจำนวนมากขยายเป็นวงกว้างให้งดใช้อาคารหรือสถานที่เพื่อการจัดการเรียนการสอน การสอบ การฝึกอบรมหรือทำกิจกรรมใด ๆ ที่มีผู้เข้าร่วมเป็นจำนวนมาก [4] จากข้อกำหนดดังกล่าวโรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ มหามงคล จึงได้วางแผนการจัดการเรียนโดยสำรวจความพร้อมของนักเรียนและผู้ปกครองแล้วจึงนำมาสรุปการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนการสอนแบบ On-Demand ทุกวิชาสำหรับผู้วิจัยได้มีการทดลองจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ การเรียนแบบ On-Hand และ On-demand ซึ่งเป็นการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล เช่น YouTube, Facebook Group เป็นต้น แต่พบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีดังกล่าว หากมีการนำระบบบริหารจัดการเรียนรู้ (Learning Management System) ซึ่งเป็นระบบที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปศึกษาหาความรู้ได้ตลอดเวลา โดยผู้สอนจะสร้างคลิป ความรู้ แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนไว้ให้นักเรียนศึกษาตามขบวนการที่ได้จัดเรียงไว้แบบ Step by Step ซึ่งการวัดความรู้ก่อนเรียนผู้สอนจะประมวลผลว่าผู้เรียนอยู่ในระดับใด หลังจากที่ได้ทำการวัดและประเมินผลก่อนเรียนแล้ว ผู้สอนจะให้ผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาขบวนการเรียนการสอนผ่านแพลตฟอร์มที่สร้างและมีการวัดผลประเมินผลหลังจากที่ใช้แพลตฟอร์มดังกล่าว สำหรับวิชาดนตรีเป็นวิชาที่เน้นไปทางด้านปฏิบัติ การเรียนการสอนวิชาดนตรีจะสอน การฟัง การอ่านโน้ตตามแนวคิดทฤษฎีของโคดาย (Kodaly Approach) เพราะทฤษฎีของโคดายได้รับการยอมรับจากนักดนตรีศึกษาว่าได้ผลดีกับผู้เรียนในวัยเด็ก เนื่องจากทฤษฎีของโคดายมีจุดเด่นที่การจัดขั้นตอนการสอนอย่างเป็นระบบ มีการเรียงลำดับว่าจะต้องสอนอะไรก่อน และมีการใช้เพลงพื้นเมืองที่ผู้เรียนเคยได้ยินมาก่อนโดยไม่ต้องสอนมากถ้าเปรียบเทียบกับเพลงไทย ได้แก่ เพลงลอยกระทง เพลงช้าง(พม่าเขว) หรืออาจจะเป็นเพลงสมัยนิยมก็ได้ จุดเด่นอีกข้อของโคดายอยู่ที่ความประหยัด เพราะเครื่องดนตรีหายากมีราคาแพง โคดายจึงสอนการอ่านโน้ตโดยใช้การร้องเพลงเป็นสื่อทำให้ไม่ต้องพึ่งพาเครื่องดนตรีมากเกินไป โคดายเชื่อว่าวัยเด็กควรเริ่มเรียนดนตรีจากการร้องเพลงก่อนเรียนเครื่องดนตรี [5-7]

การสอนดนตรีของโซลตัน โคดาย นักการศึกษาดนตรีและผู้ประพันธ์เพลงคนสำคัญของฮังการี ซึ่งมีหลักการสอนดนตรีโดยการจดจำด้วยเนื้อหาและกิจกรรมดนตรีให้สอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียน โดยมีขั้นตอนจากง่ายไปหายาก เน้นการสอนร้องเพลงเป็นหลัก การร้องเพลงเป็นการใช้เสียงที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติซึ่งผู้เรียนคุ้นเคยอยู่แล้ว ฝึกควบคู่กับการอ่านโน้ต จนสามารถอ่านและเขียนโน้ตดนตรีได้ โคดาย มีความคิดว่า ดนตรีสำหรับผู้เรียนมีความสำคัญและต้องพัฒนาเช่นเดียวกับภาษา เด็กควรฟังดนตรีก่อนแสดงออกทางการร้องหรือการเล่น และเมื่อเขามีประสบการณ์เพียงพอก็สามารถฝึกการอ่านและเขียนภาษาดนตรีได้ โคดายมีวิธีการใช้สัญลักษณ์มือในกิจกรรมการสอน และใช้การอ่านโน้ตด้วยระบบซอล-ฟา ซึ่งมีขั้นตอนจากง่ายไปหายาก ซึ่งสามารถฝึกสอดประสานทางดนตรีผู้เรียนได้ทั้งเรื่องจังหวะระดับเสียง ทำนอง และการประสานเสียง โดยการร้องเพลงตามแบบฝึกหัดของโคดายซึ่งมีการแบ่งเป็นระดับขั้นต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับผู้เรียน [8] การสอนดนตรีตามแนวคิดของโคดาย มีความละเอียดอ่อน มีระบบ มีขั้นตอนการสอนอย่างมาก โคดายจะสอนการวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ จากบทเพลงอย่างเป็นขั้นตอน ต่อเนื่อง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ดังนั้นการเลือกสรรบทเพลงที่ใช้ประกอบการสอนจึงควรมีกฎเกณฑ์ เพื่อให้ได้บทเพลงที่เหมาะสมในการใช้สอนดนตรี เพื่อให้ดนตรีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด [9]

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการเรียนการสอนในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคระบาด COVID-19 ที่ผู้เรียนไม่สามารถเข้ามาเรียนในห้องเรียนได้ และยังมีอีกสองปัจจัยของปัญหา คือ 1) ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรการสอนวิชาดนตรี 2) ปัญหาชั่วโมงสอนไม่เพียงพอสำหรับการฝึกปฏิบัติวิชาดนตรี จากปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมดทำให้ผู้วิจัยคิดที่จะนำทฤษฎีของโคดายมาสร้างในรูปแบบ LMS การบริหารงานวิชาการจัดการเรียนรู้วิชาดนตรีออนไลน์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคของโคดาย ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องนอกเหนือจากการเรียนในห้องเรียน และนักเรียนยังสามารถเข้าไปฝึกปฏิบัติจากแพลตฟอร์มการสอนตามทฤษฎีโคดายที่สร้างไว้ได้ตลอดเวลา เพื่อพัฒนาทักษะทางด้านดนตรีอย่างต่อเนื่อง มีกระบวนการคิดที่เป็นขั้นเป็นตอน เสริมสร้างด้านสอดประสาน การร้อง การเคลื่อนไหวตามจังหวะเพลง ก่อให้เกิดการพัฒนาด้านอารมณ์ สมาธิและสติปัญญา เห็นคุณค่าสุนทรียภาพทางด้านดนตรี ความมุ่งมั่นในการคิดสร้างสรรค์ของเพลงในแต่ละบทเพลงของโน้ตแต่ละตัวโน้ตดังกล่าวจากบทประพันธ์ในพระราชนิพนธ์แปล เรื่อง เวนิสวาณิช ในพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 6 ว่า “ชนใดไม่มีดนตรีกาล ในสันดานเป็นคนชอบกลนัก” ดนตรีมิใช่มีเพื่อความสุนทรีย์ในอารมณ์มาสู่ผู้เล่นและผู้ฟังหรือทำให้เกิดความเพลิดเพลินไพเราะเสนาะหูเท่านั้น ดนตรียังเป็นศาสตร์ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เสริมสร้างพื้นฐานความเป็นมนุษย์และสร้างศักยภาพในการคิด รวมถึงการทำงานอย่างสร้างสรรค์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคดายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบบริหารจัดการเรียนรู้
4. เพื่อหาคำตัดสินประสิทธิผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาดนตรีออนไลน์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (R&D) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์ วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. กลุ่มตัวอย่าง (Sample) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนักเรียนในระดับประถมศึกษา ภาคเรียน ที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบมหามงคล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษานครปฐมเขต 2 จำนวน 40 คนได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่มสุ่มเป็นกลุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน จากประชากรทั้งหมด 6 ห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์ วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน (3) แบบประเมินคุณภาพของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยศึกษาจากงานวิจัยของพงษ์ศักดิ์ ผกามาต และปรางทิพย์ เสยกระโทก [10] การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามจะเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ตลอดจนความเหมาะสมของภาษาและการใช้ถ้อยคำแล้ว นำไปทดลองใช้ จากนั้นนำมาทดสอบหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha Coefficient) และหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยหาค่า Item Total Correlation ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .905

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย (Research Step) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีขั้นตอนย่อย ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรี โดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ มหามงคล

ขั้นที่ 2 รวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญวิชาดนตรีในระดับประถมศึกษา จำนวน 5 คน โดยการ สัมภาษณ์ (Interview Method) จากการเลือกผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจง เพื่อกำหนดประเด็นเนื้อหาให้สอดคล้องกับ รายวิชา

ขั้นที่ 3 รวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษา โดยให้การ สัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) จากการเลือกผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจงนำข้อมูลที่รวบรวม ได้จากขั้นที่ 1 ถึง 3 มาวิเคราะห์และสังเคราะห์สรุปเป็นภาพรวมของระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรี โดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พึงประสงค์

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนา เพื่อการออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์ วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้จากการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 โดยจะทำการสร้างแบบจำลองระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์ วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในลักษณะฐานข้อมูลและเว็บไซต์โดยจะ ทำการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาระบบ ได้แก่ (1) LMS Module (2) Moodle (3) Web Page Programming และ (4) e-Learning (Microsoft Office, Adobe Acrobat, OBS Studio และ Canva)

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้ เพื่อทดลองใช้ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิค ของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รวมถึงการพัฒนาระบบให้สอดคล้องกับรูปแบบของระบบที่ได้ ในขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุง ในขั้นตอนนี้เพื่อพิจารณาผลการทดลองใช้งานจริงและการปรับปรุงที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 โดยการนำเอาระบบมาใช้กับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามรูปแบบที่ได้ ออกแบบไว้ จากนั้นคำนวณค่าดัชนีประสิทธิผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมถึงประเมินคุณภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้วิธีสัมภาษณ์แบบเจาะจง (Focused Interview) ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบไอซีที และนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 10 คน เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบให้ดีขึ้นและจัดทำรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

4. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอน โดยการประยุกต์ใช้กระบวนการแบบจำลอง ADDIE ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญ ได้แก่

- (1) ศึกษาหลักสูตร/รายวิชาและวิเคราะห์เนื้อหาวิชาต้นตำรับ
- (2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบข่ายเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
- (3) กำหนดรูปแบบในการนำเสนอเนื้อหา
- (4) เขียนผังงาน (Flowchart) บทเรียนออนไลน์เพื่อกำหนดช่องทางการสื่อสารภายใน
- (5) ออกแบบ Storyboard ตามโครงสร้างแบบลำดับขั้นโดยใช้เทคนิคของโคตตาย
- (6) พัฒนารูปแบบโดยใช้ LMS Tool Box และโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- (7) นำระบบไปทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข
- (8) ประเมินคุณภาพและหาประสิทธิภาพของระบบ

5. การดำเนินการวิจัย

1) สถานที่ทำการทดลอง ได้แก่ โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ มหามงคล อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม

2) การเตรียมการทดลอง ได้แก่ (1) ขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้ระบบ (2) เตรียมระบบที่พัฒนาแล้วใส่ไว้ในเว็บไซต์ LMS Online ส่งข้อมูลขึ้นเครื่องแม่ข่าย และทดสอบการใช้งาน และ (3) เตรียมสถานที่ คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์เชื่อมต่อ และกำหนดเวลาที่ทำการทดลอง

3) การดำเนินการทดลอง โดยการนำระบบที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพโดยมีการทดลองตามรูปแบบ ดังนี้ (1) ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) ทดลองกับนักเรียนที่เคยเรียนวิชานี้มาก่อนโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย จำนวน 3 คน ประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 หาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไข (2) ทดลองกลุ่มย่อย (Small Group Testing) ทดลองกับนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชานี้มาก่อนโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย จำนวน 9 คน ประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 หาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไข และ (3) ทดลองภาคสนาม (Field Testing) โดยเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 40 คน ซึ่งดำเนินการตามลำดับ ดังนี้ (1) ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยให้นักเรียนทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มี 2 หน่วยการเรียนรู้ บทเรียนละ 10 ข้อ (2) ให้นักเรียนเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ออนไลน์และการสอน (3) ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากรูปแบบการเรียนรู้ออนไลน์และการสอน จำนวน 10 ข้อ และ (4) ทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยให้นักเรียนทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ และประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 ในภาพรวม

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยดำเนินการดังนี้

1) ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาต้นตำรับโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย

1.1) การประเมินคุณภาพระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 15 คน โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีเกณฑ์การแปลความหมายจะเป็นดังนี้ 4.21-5.00 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด 3.41-4.20 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก 2.61-3.40 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลาง 1.81-2.60 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อย และ 1.00-1.80 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุดโดยที่ช่วงความกว้างของอันตรภาคชั้นกำหนดได้จากสูตร $= (5-1)/5 = 0.8$

1.2) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้แก่ (1) หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยของคะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งได้จากแบบทดสอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนรู้ (2) หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (3) หาดัชนีประสิทธิผล (4) วิเคราะห์เปรียบเทียบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test และ (5) วิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา ครู ผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยวิธีการดังกล่าว โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และนำค่าเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

2) สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ (1) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามแบบอิงเกณฑ์ของ Brennan (2) ค่าระดับความยาก (Difficulty) (3) ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตร IOC (4) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}, P = \frac{Ru+Rl}{2f}, IOC = \frac{\sum R}{n}, r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

3) สถิติที่ใช้ในการหาค่าดัชนีประสิทธิผล โดยใช้วิธีของ กูดแมน เฟรทเซอร์ และ ชไนเดอร์

$$\text{ค่าดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}{100 - \text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}$$

4) การหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยใช้สูตรในการคำนวณ

$$E_1 = \frac{\sum X}{n} \times 100, E_2 = \frac{\sum X}{n} \times 100$$

5) เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้ t-test (Dependent Samples) โดยใช้สูตรในการคำนวณ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนากระบวนการบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” สามารถแสดงผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ผลการสร้างระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำให้ได้ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่สอดคล้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาดนตรีในระดับประถมศึกษาผู้วิจัยได้สร้างการเรียนรู้ออนไลน์ในรูปแบบ LMS ทำให้นักเรียนสามารถเข้าไปศึกษาหาความรู้ในวิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายใน LMS ทำให้เกิดการเรียนรู้นบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยเป็นการสร้างความรู้ที่อยู่นอกเหนือจากห้องเรียนซึ่งเข้ากับการจัดการเรียนการสอนในช่วงสถานการณ์ปัจจุบันที่มีการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 ทั้งยังเป็นการส่งเสริมการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะไอซีทีอีกด้วย การออกแบบและพัฒนาตามวิธีการที่ได้นำเสนอมาสามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้งานได้จริงสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 พบว่า ระบบนี้มีประสิทธิภาพ 80.36/89.14 หมายความว่า ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 80.36 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับร้อยละ 89.14 จึงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามความมุ่งหมายในการวิจัยที่ตั้งไว้

3. ผลการศึกษาเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คุณภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นนี้เฉลี่ยอยู่ในระดับระดับมาก ($\bar{X}=4.12$, S.D.=0.76) โดยมีความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาในการนำเสนอ ($\bar{X}=4.05$, S.D.=0.78) ด้านเทคนิคกระบวนการออกแบบ ($\bar{X}=4.03$, S.D.=0.79) และด้านทัศนคติ ($\bar{X}=4.34$, S.D.=0.69)

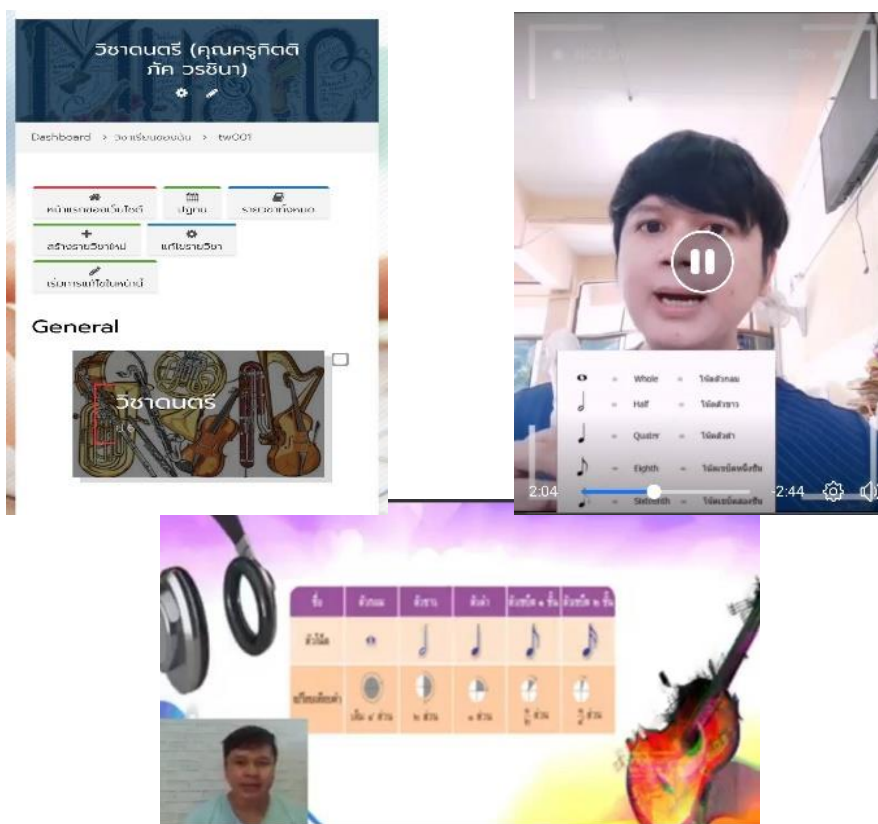
4. ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index) ของระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเท่ากับ .7257 (72.57%) และผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 28.15 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 80.36 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 35.65 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 89.14 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปทดสอบด้วย t -test ($t=-28.26$) พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผลสัมฤทธิ์	n	\bar{X}	S.D.	t	p-value
ก่อนเรียน	40	28.15	0.615	-28.26	.005
หลังเรียน	40	35.65	0.578		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวอย่างระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบมหามงคล แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตาย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตาย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลในประเด็นสำคัญต่อไปนี้

1. ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.36/89.14 หมายความว่าระบบนี้ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 80.36 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้หรือประสิทธิภาพของสื่อการสอนในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับ ร้อยละ 89.14 แสดงว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 สามารถช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมความก้าวหน้าทางการเรียนวิชาดนตรีได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล และคณะ [11-12] และที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก

1.1 ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ เพราะผู้วิจัยพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบตั้งแต่การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการแบบจำลอง ADDIE การออกแบบเนื้อหาเกี่ยวกับดนตรีอาศัยขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคของโคตตายผ่านกระบวนการ

บริหารจัดการเรียนรู้ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาแล้วปรับปรุงแก้ไขการเขียนผังงาน หลังจากนั้นได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและผลิตโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แล้วจึงนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพแล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งเป็นวิธีการดำเนินการผลิตสื่อและรูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (R&D) และการอาศัย LMS Tool Box ของการสร้างเนื้อหาและส่วนปฏิสัมพันธ์ในรายวิชาดนตรี ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการของปรัชญนันท์ นิลสุข [13] และสอดคล้องกับงานวิจัยของพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ และปราณีพิทย์ เสยกระโทก [10] และสุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล และคณะ [11] ดังนั้นผู้เรียนจึงมีความเข้าใจในการเรียนรู้เรื่องการขับร้องเพลงควบคู่กับการอ่านโน้ตเพลง ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มากยิ่งขึ้น

1.2 ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้ศึกษากรอบแนวคิดในการพัฒนาจากแนวคิด [9] ในการออกแบบ LMS ตามขั้นตอน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา 2) การออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ตามเทคนิคของโคตตาย ได้แก่ (1) ระบุปัญหาการเรียนที่ต้องการวิเคราะห์ (2) การรวบรวมและประมวลผลข้อมูล (3) พัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (4) นำแนวทางแก้ปัญหาไปทดสอบ และ (5) เลือกรูปแบบการเรียนรู้ที่ดีที่สุดไปใช้หาคำตอบ 3) การกำหนดกิจกรรมร่วมและการประมวลผลความรู้ 4) การเรียนการสอนด้วยรูปแบบและช่องทางการสื่อสารที่จัดไว้ และ 5) การทดสอบหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้โดยพิจารณาจากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนแบบฝึกหัดท้ายบท โดยสอดคล้องกับรูปแบบการพัฒนาระบบ

1.3 ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นมีระบบสนับสนุนการจัดการเรียนรู้และการตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดทั้งทางด้านเนื้อหา การค้นคว้า การประมวลผลความรู้ การสนทนา การคิดเชิงวิพากษ์และการหาบทสรุปร่วมกัน โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของสุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล และคณะ [11] และอดุลย์ ไชยเสนา และคณะ [14] ที่พบว่ารูปแบบการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ดีต้องสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริงแม้อยู่ในสถานการณ์ที่ต้องเรียนรู้ด้วยตนเองก็ตาม

2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเท่ากับ .7257 หมายความว่าหลังการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่มีคะแนนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 72.57 โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของสุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล และคณะ [11] และอดุลย์ ไชยเสนา และคณะ [14] ที่เป็นเช่นนี้เพราะสื่อนี้มีรูปแบบการนำเสนอที่เหมือนกับการเรียนกับครูผู้สอนโดยตรง มีการเพิ่มความเข้าใจโดยใช้กระบวนการเทคนิคของโคตตาย มีทั้งตัวอักษร กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และมัลติมีเดีย ทำให้ผู้เรียนสนุกสนานไปกับการเรียนรู้ ไม่รู้สึกเบื่อ และให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเสริมแรงโดยอาศัยแนวคิดจากทฤษฎีแรงจูงใจของมาโลนที่ว่า “รูปแบบการเรียนการสอนได้ออกแบบให้มีกิจกรรมและสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียน โดยไม่มีเป้าหมายการเรียนรู้เชิงวิพากษ์ ผู้เรียนเกิดจินตนาการเป็นตัวกระตุ้น การนำเสนอที่แปลกใหม่สามารถดึงดูดความสนใจอยู่ตลอดเวลา ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นในลักษณะของความ ต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการสร้างสมรรถนะการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจวิชาดนตรีมากยิ่งขึ้น

3. การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการเรียนการสอนวิชาดนตรีออนไลน์โดยใช้เทคนิคของโคตตายด้านเนื้อหาในการนำเสนออยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.05$, S.D.=0.78) แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความพอใจต่อเนื้อหาที่นำมาสร้างการบริหารงานวิชาการจัดการเรียนรู้วิชาดนตรีออนไลน์โดยใช้เทคนิคของโคตตาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ และปราณีพิทย์ เสยกระโทก

[10] สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล และคณะ [11] และอดุลย์ ไชยเสนา และคณะ [14] ด้านเทคนิคกระบวนการออกแบบก็อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.03$, $S.D.=0.79$) แสดงว่ากระบวนการออกแบบสามารถสร้างรูปแบบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และด้านทัศนคติก็อยู่ในระดับมากเช่นกัน ($\bar{X}=4.34$, $S.D.=0.69$)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถสรุปประเด็นที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 ผลการพัฒนากระบวนการบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามวิธีการที่ได้นำเสนอมานี้สามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตายที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้งานได้จริงสำหรับการเรียนดนตรีออนไลน์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 พบว่า ระบบนี้มีประสิทธิภาพ 80.36/89.14 หมายความว่าระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 80.36 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับร้อยละ 89.14 จึงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามความมุ่งหมายในการวิจัยที่ตั้งไว้

1.3 ผลการศึกษาเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คุณภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นนี้เฉลี่ยอยู่ในระดับระดับมากโดยมีความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาในการนำเสนอ ด้านเทคนิคกระบวนการออกแบบและด้านทัศนคติ

1.4 ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเท่ากับ .7257 และผลการหาลสมัทธิทาง การเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 32.15 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 80.36 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 35.65 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 89.14 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปทดสอบด้วย t -test ($t=-16.79$) พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นสามารถสรุปโดยภาพรวมได้ว่า จากการศึกษาวินิจฉัยเรื่อง“การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” เป็นการจัดองค์ประกอบที่จะทำให้การเรียนการสอนดนตรีเกิดประสิทธิภาพ ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องออกแบบให้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะกับผู้เรียนได้ ทั้งนี้ควรประเมินความพร้อมขององค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ให้มีความเหมาะสม ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคตายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามวิธีการที่ได้นำเสนอมานี้ สามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำกระบวนการและรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้งานได้จริงสำหรับการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โดยสามารถเป็นต้นแบบให้กับสถานศึกษาอื่นในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อนำไปใช้และพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาดนตรี

ให้ดียิ่งขึ้นรวมถึงการสร้างองค์กรแห่งนวัตกรรมทางการศึกษาและการเรียนรู้เชิงดิจิทัลที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐานในประเทศไทย

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และพัฒนา เพื่อให้ระบบบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์วิชาดนตรีโดยใช้เทคนิคของโคดาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น ควรพิจารณาถึงวิธีการนำไปใช้และพัฒนาประกอบด้วย

(1) เนื้อหาของบทเรียนต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามมาตรฐานของหลักสูตร รวมถึงการอาศัยเทคนิคการเรียนรู้ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาดนตรี

(2) บอกจุดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการนำไปสู่การเรียนรู้กับผู้เรียนอย่างชัดเจน

(3) การออกแบบโครงสร้างและวางแผนเส้นทางการเข้าถึงการเรียนรู้ที่ดีโดยมีการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นระยะ ๆ

(4) มีระบบตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ตามที่กำหนดรวมถึงการสร้างระบบติดตามหรือแจ้งเตือนเป็นบางโอกาส

(5) ต้องให้ผู้เรียนเรียนรู้แบบ Non-Linear Approach, Active Learning และ Blended Learning โดยการผสมวิธีการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาอย่างถ่องแท้

(6) จัดให้มีแบบฝึกปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้เกิดความชำนาญ

(7) การเลือกใช้ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาดนตรีที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ

2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ประกอบด้วย

(1) ควรมีการนำระบบนี้ไปทดลองใช้กับผู้เรียนจากสถานศึกษาอื่นในระดับชั้นเดียวกัน จะทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพสำหรับการนำมาปรับปรุงระบบที่จะใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ให้ได้มาตรฐานมากยิ่งขึ้น

(2) ควรมีการวิจัยและพัฒนาาระบบนี้ให้มีองค์ประกอบที่จะใช้เป็นสื่อการเรียนรู้มาตรฐานมากยิ่งขึ้น จะทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเพื่อนำมาปรับปรุงระบบการบริหารจัดการเรียนรู้ในรายวิชาให้มีประสิทธิภาพและพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้น

(3) ควรมีการวิจัยและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) ที่สามารถทำให้ผู้เรียนในลักษณะออนไลน์มีความรู้สึกและจินตนาการเชิงบวกมากยิ่งขึ้นโดยการพัฒนาอัลติเมติตี้ที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนระดับประถมศึกษาให้ดีขึ้น

(4) ควรมีการวิจัยและพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนการสอนรายวิชาอื่น ๆ เพิ่มขึ้นอีกเพื่อเป็นการเพิ่มทรัพยากรการเรียนรู้สมัยใหม่รวมถึงการใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนการสอนนอกเหนือจากห้องเรียนและเป็นการเรียนการสอนที่มุ่งไปสู่การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยและตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ธนรักษ์ ผลิพัฒน์. (2564). การแพร่ระบาดของโควิด. สืบค้นเมื่อ 8 กรกฎาคม 2564. จาก <https://siamrath.co.th/n/259771>
- [2] ประกาศคณะรัฐมนตรี. (2563). สถานการณ์ฉุกเฉินป้องกันการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019. (25 มีนาคม 2563). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 137.
- [3] กระทรวงศึกษาธิการ. (2564). นโยบายการจัดการศึกษา สพฐ. ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19). สืบค้นเมื่อ 6 มกราคม 2564. จาก <https://www.obec.go.th/archives/363188>
- [4] คำสั่งศูนย์บริหารสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา. (2019). พื้นที่สถานการณ์ที่กำหนดเป็นพื้นที่ควบคุมสูงสุดและเข้มงวด. (26 มิถุนายน 2564). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 138.
- [5] ฌรุฑ์ สุทธจิตต์. (2537). หลักการของโคตยาสู่การปฏิบัติ. แปลจาก Kodály's Principles in Practice. โดย ErzsebetSzönyi. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [6] ฌรุฑ์ สุทธจิตต์. (2558). วิธีวิทยาการสอนดนตรี. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [7] ฌรุฑ์ สุทธจิตต์. (2561). ดนตรีศึกษา: หลักการและสาระสำคัญ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [8] ประพันธ์ศักดิ์ พุ่มอินทร์. (2555). การศึกษาเพื่อสร้างชุดการสอนคีย์บอร์ดเบื้องต้นโดยใช้วิธีการของโคตยา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [9] ฌรุฑ์ สุทธจิตต์. (2563). หลักสูตรดนตรีสร้างสุข. กรุงเทพฯ: บริษัท พรณีนพริ้นติ้งเซ็นเตอร์ จำกัด.
- [10] พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ, และปรางทิพย์ เสยกระโทก. (2556). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบมีปฏิสัมพันธ์รายวิชาระบบไอซีทีและการจัดการยุคใหม่. วารสารสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 25-43.
- [11] สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ดรุณี ปัญจรัตนากร, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ. (2563). การพัฒนาระบบบริหารจัดการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนการศึกษาทางเลือกสำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับมัธยมศึกษา. ใน การประชุมสถาบันพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา (สคบศ. วิชาการ) ครั้งที่ 1. หน้า 55-56. นครปฐม: สคบศ.
- [12] สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, ฤทธิเดช พรหมดี, นฤมล รอดเนียม, พิภพ วังเงิน, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ. (2564). การศึกษาองค์ประกอบของการจัดองค์กรแห่งนวัตกรรมทางการศึกษายุคดิจิทัลสำหรับสถานศึกษาขั้นพื้นฐานที่เหมาะสมในประเทศไทย. ใน การประชุมวิชาการทางการศึกษา ครั้งที่ 9 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 5-7 พฤษภาคม 2564. หน้า 294-306. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [13] ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2555). เทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [14] อุดลย์ ไชยเสนา, สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ. (2564). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ด้วยโปรแกรม Moodle เกี่ยวกับการออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่ายรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6. ใน การประชุมสถาบันพัฒนาครูคณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา (สคบศ. วิชาการ) ครั้งที่ 2. หน้า 86-87. 22 มิถุนายน 2564. นครปฐม: สคบศ.

**RANC15-063 การพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์
ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
THE DEVELOPMENT OF DIGITAL PLATFORM FOR ONLINE TEACHING-LEARNING
WITH SELF-STUDY TECHNIQUES IN THAI CLASSICAL DANCE FOR
PRATHOMSUKSA 4 STUDENTS**

พชรมน ญูแฉ่มชื่น* พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ

Phatcharamon Chuichamchuen*, Phongsak Phakamach

สาขาวิชานวัตกรรมการบริหารการศึกษา วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

Educational Administration Innovation Department, College of Innovation Management,

Rajamangala University of Technology Rattanakosin.

**Corresponding author, E-mail: Phatcharamon.c@gmail.com*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ 1) เพื่อออกแบบและสร้างแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มดิจิทัลตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการเรียนด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัล และ 4) เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแพลตฟอร์มดิจิทัล กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนวัดอ้อมน้อย (มิตรครูราษฎร์รังสรรค์) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสาคร ปีการศึกษา 2564 จำนวน 35 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มโดยผู้เชี่ยวชาญ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.96/81.68 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .8012 ผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก โดยเห็นว่าแพลตฟอร์มนี้เหมาะที่จะใช้กับผู้เรียนวิชานาฏศิลป์ผลการวิจัยทำให้ได้แพลตฟอร์มที่สามารถนำไปใช้ได้จริง ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านการเรียนรู้เกี่ยวกับวิชานาฏศิลป์ตามที่ได้ออกแบบไว้

คำสำคัญ: แพลตฟอร์มดิจิทัล การเรียนการสอนออนไลน์ เทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง นาฏศิลป์
ประถมศึกษาปีที่ 4

Abstract

The objectives of this research were: 1) to design and create the digital platform for teaching-learning with self-study techniques in Thai Classical Dance for prathomsuksa 4 students; 2) to assess the effectiveness of the digital platform according to the 80/80 standard; 3) to study the opinions of experts on learning with the digital platform; 4) to determine the effectiveness and achievement of learning from the digital platform. The sample group consisted of students prathomsuksa in 4/1 at Wat Om Noi School (Mitkru Ratrangsan) under the Samut Sakhon Primary Education Service Area Office Samut Sakhon Province, academic Year 2021, 35 people through cluster random sampling. The research instruments and tools included: 1) a digital platform for online teaching-learning using self-study techniques in Thai Classical Dance, 2) an achievement test, and 3) a platform quality assessment form by experts. The collected data were analyzed through a statistical software and reported in percentage, mean, standard deviation and t-test values. The research results suggested that the efficiency of developed digital platform for teaching-learning with self-study techniques in Thai Classical Dance for prathomsuksa 4 students was 80.96/81.86 which is consistent with the 80/80 standard criteria recommended by the experts. The effectiveness index of this learning management platform was .8012 (80.12%). The students' achievement score was significantly higher, by comparing before and after using the digital platform, with significance level of .05. The results of the platform quality assessment by experts are very high, the platform suitable for students of Thai Classical Dance. The results of the research provide a practical platform for prathomsuksa 4 students which enables learners to develop their learning about Thai Classical Dance subjects as designed.

Keywords: Digital Platform, Online Teaching-Learning, Self-Study Techniques, Thai Classical Dance, Prathomsuksa 4 Students.

บทนำ

พระบรมราชาชาตของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศรมหาภูมิพลอดุลยเดชบรมนาถบพิตร พระราชทานแก่คณะนาฏศิลป์จากกรมศิลปากรเมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2513 ความตอนหนึ่งว่า “คำว่า วัฒนธรรมนี้จะแปลว่าอะไรก็แล้วแต่จะตีความ ความจริงแปลว่าความเจริญก้าวหน้าแต่วัฒนธรรมในที่นี้ก็จะบ่งถึงว่ามีความเจริญมาช้านานต่อเนื่องมาและจนกระทั่งฝังอยู่ในสายเลือด แต่ถ้าเราไปแสดงตนว่ามีวัฒนธรรมว่ามีฝีมือเท่านั้นเองก็ไม่พอ ต้องแสดงว่าวัฒนธรรมของเราอยู่ในสายเลือด วัฒนธรรมไทยมีความอ่อนโยนก็ต้องเป็นคนอ่อนโยนทั้งในเวลาแสดงทั้งนอกเวลาแสดงวัฒนธรรม หมายถึงว่าเป็นคนที่มีความคิดสูงด้วย อย่างเราบอกว่าคนนี้มีวัฒนธรรมหรือคนที่ไม่มีความหมายว่า คนนี้หยาบคายหรือคนนี้อ่อนโยนมีความสุภาพเรียบร้อย ก็แสดงสุภาพเหมือนกันให้เห็นว่าความสุภาพอ่อนโยนนั้นอยู่ในเลือดของคนไทย” นาฏศิลป์ไทยเป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งในการช่วยดำรงรักษาปลูกฝังการสร้างจิตสำนึกสร้างการคุณค่าแห่งภูมิปัญญาความเป็นไทยในระบบการศึกษาของไทยในบรรดาศิลปะที่ต่างที่แสดงออกซึ่งเอกลักษณ์แห่งชาติและยังเป็นเครื่องมือวัดความเป็นมาของประวัติศาสตร์ได้อย่างดีเยี่ยม นั่นคือ “นาฏศิลป์” ซึ่งนับว่าเป็นศิลปะที่โดดเด่นที่สุดที่สามารถแสดงออกด้วยตัวเองหากจะพิจารณาถึงแก่นและเนื้อหานาฏศิลป์ไทยก็นับว่าเป็นอีกภาษาหนึ่งที่ใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ที่สามารถสื่อให้เกิดความเข้าใจได้ทันทีที่มีความละมุนละไมและสร้างความพึงพอใจแก่ผู้ที่ได้รับรู้รับฟังมาก [1] ดังนั้นนาฏศิลป์ไทยจึงมีบทบาทและความสำคัญต่อการแสดงความเป็นเอกลักษณ์ของ

ชาติไทยซึ่งเป็นสิ่งที่ควรค่าต่อการเรียนรู้หลักวิธีเบื้องต้นของนาฏศิลป์ไทยเพื่อเป็นการเพิ่มพูนมรดกทางวัฒนธรรมที่เป็นของคนไทยให้ควรค่าแก่การอนุรักษ์ความเป็นไทยมากยิ่งขึ้น

กระทรวงศึกษาธิการตระหนักถึงความสำคัญในการสืบต่อเอกลักษณ์ของชาติไทยจึงบรรจุสาระนาฏศิลป์ไว้ในกลุ่มสาระศิลปะโดยมุ่งให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจการคิดที่เป็นเหตุเป็นผลรวมถึงวิถีทางศิลปะภูมิปัญญาท้องถิ่นและรากฐานทางวัฒนธรรมผู้เรียนจะมีจิตใจจดจ่อกับสุนทรียภาพรับรู้อย่างพินิจพิเคราะห์เห็นคุณค่าความสำคัญของศิลปะธรรมชาติสิ่งแวดล้อมตลอดจนศิลปวัฒนธรรมอันเป็นมรดกทางภูมิปัญญาของคนไทยและที่สำคัญอย่างยิ่งคือผู้เรียนมีจินตนาการสร้างสรรค์สามารถค้นพบศักยภาพความสนใจของตนเองเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพ [2] อีกทั้งนาฏศิลป์ยังช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีจินตนาการทางศิลปะชื่นชมความงาม มีสุนทรียภาพทางด้านนาฏศิลป์ที่มีคุณค่าส่งผลคุณภาพชีวิตมนุษย์และยังสามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ร่างกาย สติปัญญา จิตใจ อารมณ์ และสังคม ตลอดจนเสริมสร้างให้ผู้เรียนมีความกล้าแสดงออกเชื่อมั่นในตนเองเป็นพื้นฐานในการศึกษาหรือประกอบอาชีพนาฏศิลป์จึงจัดเป็นกลุ่มสาระหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนได้เรียนรู้เสริมสร้างพื้นฐานความเป็นมนุษย์และสร้างศักยภาพในการคิดในการทำงานอย่างสร้างสรรค์

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวด 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มาตรา 65 ได้กำหนดไว้ว่า “ให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิตและผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาเพื่อมีความสามารถและทักษะในการผลิตรวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมมีคุณภาพและประสิทธิภาพ” [3] ซึ่งสอดคล้องกับประกาศกระทรวงศึกษาธิการที่ได้ระบุไว้ว่ากำหนดนโยบายการจัดการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการปีงบประมาณ 2564-2565 ไว้ดังนี้ 1) การปรับปรุงหลักสูตรและกระบวนการเรียนรู้ให้ทันสมัยและทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกระดับการศึกษาให้มีความรู้ทักษะและคุณลักษณะที่เหมาะสมกับบริบทสังคมไทย 2) การพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพครูและอาจารย์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและอาชีวศึกษาให้มีสมรรถนะทางภาษาและดิจิทัล เพื่อให้ครูและอาจารย์ได้รับการพัฒนาให้มีสมรรถนะทั้งด้านจัดการเรียนรู้ด้วยภาษาและดิจิทัลสามารถปรับวิธีการเรียนการสอนและการใช้สื่อทันสมัยและมีความรับผิดชอบต่อผลลัพธ์ทางการศึกษาที่เกิดกับผู้เรียน 3) การปฏิรูปการเรียนรู้ด้วยดิจิทัลผ่านแพลตฟอร์มการเรียนรู้ด้วยดิจิทัลแห่งชาติ (NDLP) และการส่งเสริมการฝึกทักษะดิจิทัลในชีวิตประจำวันเพื่อให้มีหน่วยงานรับผิดชอบพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ด้วยดิจิทัลแห่งชาติที่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ทันสมัยและเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวางผ่านระบบออนไลน์และการนำฐานข้อมูลกลางทางการศึกษามาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาประสิทธิภาพการบริหารและการจัดการศึกษา[4] นอกจากนี้ใช้สื่อการสอนทางคอมพิวเตอร์และระบบออนไลน์ที่สามารถอธิบายเนื้อหาแสดงภาพประกอบรวมถึงการเคลื่อนที่ของภาพหรือวิดีโอซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจและได้เห็นถึงส่วนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ตามระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning Management System : LMS) สมัยใหม่การมีระบบการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอนออนไลน์ยังสามารถที่จะให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระโดยให้ผลย้อนกลับได้อย่างอิสระและมีประสิทธิภาพสามารถตอบสนองต่อผู้เรียนได้อย่างรวดเร็วซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนรู้ของตนเองประโยชน์ของระบบจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่เห็นได้ชัดก็คือสามารถช่วยเพิ่มแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนได้โดยการออกแบบโปรแกรมให้มีภาพและเสียงมีมิติมีเสียงและสามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว [5]

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนวัดอ้อมน้อย (มิตรครูราษฎร์รังสรรค์) กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ สาระนาฏศิลป์มีมาตรฐานการเรียนรู้ 2 มาตรฐาน คือ 1) เข้าใจและแสดงออกทางนาฏศิลป์อย่างสร้างสรรค์ วิเคราะห์วิพากษ์วิจารณ์คุณค่านาฏศิลป์ถ่ายทอดความรู้สึกความคิดอย่างอิสระชื่นชมและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และ 2) เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างนาฏศิลป์ประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมเห็นคุณค่าของนาฏศิลป์ที่เป็น

มรดกทางวัฒนธรรมภูมิปัญญาท้องถิ่นภูมิปัญญาไทยและสากล ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจและกล้าแสดงออกทางนาฏศิลป์ได้อย่างสร้างสรรค์เห็นคุณค่าของนาฏศิลป์ที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรมภูมิปัญญาท้องถิ่นภูมิปัญญาไทยดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิชานาฏศิลป์จึงพัฒนาและเสริมสร้างผู้เรียนให้กล้าแสดงออกทางนาฏศิลป์ได้อย่างถูกต้องและเห็นคุณค่าของนาฏศิลป์ที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรมแต่ในการจัดการเรียนการสอนวิชานาฏศิลป์สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า มีการจัดชั่วโมงเรียนสำหรับวิชานาฏศิลป์เพียง 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่ส่งผลให้การจัดการเรียนไม่เป็นไปตามมาตรฐานการเรียนรู้ประกอบกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัสโคโรนา (COVID-19) ในปัจจุบันส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนวิชานาฏศิลป์ซึ่งเป็นวิชาที่ต้องฝึกทักษะการปฏิบัติทำร่ายของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยพบว่า เมื่อนักเรียนไม่สามารถฝึกปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอจะส่งผลให้ทักษะการเรียนรู้ไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดหลายตัวชี้วัดโดยเฉพาะตัวชี้วัดที่ว่าด้วยนักเรียนเข้าใจและแสดงออกทางนาฏศิลป์อย่างสร้างสรรค์วิเคราะห์วิพากษ์วิจารณ์คุณค่านาฏศิลป์ถ่ายทอดความรู้สึกความคิดอย่างอิสระชื่นชมและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอีกทั้งยังไม่สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 “ที่นักเรียนรู้จักรู้เรียนทำความเข้าใจสังเกตและหาเหตุผลด้วยตนเองครุคอยเป็นที่ปรึกษา” [6]

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสาครจังหวัดสมุทรสาคร โดยใช้วิธีการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาเป็นเครื่องมือเสริมในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาดังกล่าวทำให้ผู้เรียนรู้จักการแสวงหาคำตอบจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองอันเป็นผลให้เกิดพฤติกรรมที่ฝังแน่นเมื่อผู้เรียน “เรียนรู้ว่าจะเรียนรู้ได้อย่างไร (Learn How to Learn)” อีกทั้งจะเป็นการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายการเรียนรู้ออนไลน์บนอินเทอร์เน็ตโดยคาดหวังว่าแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นจะเป็นแพลตฟอร์มต้นแบบที่ช่วยให้ผู้เรียนวิชานาฏศิลป์ได้เรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมสมรรถนะแห่งการเรียนรู้และปฏิบัติด้วยตนเองซึ่งตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้อย่างถูกต้องตามแผนการจัดการเรียนรู้วิชาศิลปะไทยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความรู้ให้แพร่หลายในแวดวงการศึกษาที่มีการเรียนการสอนที่ใช้ระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มดิจิทัลตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัล
4. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแพลตฟอร์มดิจิทัล

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (R&D) เพื่อออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1. **กลุ่มตัวอย่าง (Sample)** กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 35 คน โรงเรียนวัดอ้อมน้อย (มิตรรุกราชราษฎร์รังสรรค์) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่

การศึกษาประมศึกษาสมุทรสาครจังหวัดสมุทรสาครได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน จากประชากรทั้งหมด 6 ห้องเรียน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มโดยผู้เชี่ยวชาญ การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามจะเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ตลอดจนความเหมาะสมของภาษาและการใช้ถ้อยคำแล้วนำไปทดลองใช้ จากนั้นนำมาทดสอบหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร Cronbach's Alpha Coefficient และหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยหาค่า Item Total Correlation ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ .926

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ เพื่อนำข้อมูลมาหารูปแบบการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีขั้นตอนย่อยดังนี้ ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการบริหารแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์ ขั้นที่ 2 รวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญวิชานาฏศิลป์ไทย จำนวน 5 คน โดยการสัมภาษณ์ (Interview Method) จากการเลือกผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจง เพื่อกำหนดประเด็นให้สอดคล้องกับรายวิชาและ ขั้นที่ 3 รวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษา โดยการใช้การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) จากการเลือกผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจงนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากขั้นที่ 1 ถึง 3 มาวิเคราะห์และสังเคราะห์สรุปเป็นภาพรวมของแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่พึงประสงค์

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนา เพื่อการออกแบบและสร้างแพลตฟอร์มดิจิทัลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 โดยทำการสร้างแบบจำลองแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในลักษณะฐานข้อมูลและเว็บไซต์ โดยจะทำการประยุกต์ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาระบบ ได้แก่ (1) LMS Module (2) Module (3) Web Page Programming และ (4) e-Learning (Microsoft Office, Adobe Acrobat, OBS และ Canva)

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้ เพื่อทดลองใช้งานแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 รวมถึงการพัฒนากระบวนการให้สอดคล้องกับรูปแบบของแพลตฟอร์มที่ได้ในขั้นที่ 2

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุง ในขั้นตอนนี้เพื่อพิจารณาผลการทดลองใช้งานจริงและการปรับปรุงที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 โดยนำเอาแพลตฟอร์มมาใช้สำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์ตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้ ทำการคำนวณค่าดัชนีประสิทธิผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์รวมถึงประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้วิธีสัมภาษณ์แบบเจาะจง (Focused Interview) ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบไอซีทีและนวัตกรรมทางการศึกษา จำนวน 10 คน เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มให้ดีขึ้นและจัดทำรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

4. ขั้นตอนการสร้างแพลตฟอร์มที่ใช้ในการเรียนการสอน ได้แก่ (1) ศึกษาหลักสูตร/รายวิชา และวิเคราะห์เนื้อหาวิชาญาณศิลป์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบข่ายเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (3) กำหนดรูปแบบในการนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาญาณศิลป์ (4) เขียนผังงาน (Flowchart) บทเรียนออนไลน์เพื่อกำหนดช่องทางการสื่อสาร
ก
า
ย
ใ
น
(5) ออกแบบ Storyboard ตามโครงสร้างแบบลำดับขั้นโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง (6) พัฒนารูปแบบโดยใช้ LMS Tool Box และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (7) นำระบบไปทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข และ (8) ประเมินคุณภาพและหาประสิทธิภาพของระบบ

5. ขั้นตอนการดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล

1) สถานที่ทำการทดลอง ได้แก่ โรงเรียนวัดอ้อมน้อย (มิตรครูราษฎร์รังสรรค์) ตำบลอ้อมน้อย อำเภอกะทู้มบะน จังหวัดสมุทรสาคร

2) การเตรียมการทดลอง ได้แก่ (1) ขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้แพลตฟอร์ม (2) เตรียมแพลตฟอร์มที่พัฒนาแล้วใส่ไว้ในเว็บไซต์ LMS Online ส่งข้อมูลขึ้นเครื่องแม่ข่าย และทดสอบการใช้งาน และ (3) เตรียมสถานที่ คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์เชื่อมต่อ และกำหนดเวลาที่ทำการทดลอง

3) การดำเนินการทดลอง โดยการนำแพลตฟอร์มดิจิทัลที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพโดยมีการทดลองตามรูปแบบดังนี้ (1) ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) ทดลองกับผู้เรียนที่เคยเรียนวิชานี้มาก่อนโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย จำนวน 3 คน ประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 หาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไข (2) ทดลองกลุ่มย่อย (Small Group Testing) ทดลองกับผู้เรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชานี้มาก่อนโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย จำนวน 9 คน ประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 หาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไข และ (3) ทดลองภาคสนาม (Field Testing) โดยเลือกผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 35 คน ซึ่งดำเนินการตามลำดับ ดังนี้ (1) ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยให้ผู้เรียนทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มี 3 หน่วยการเรียนรู้ บทเรียนละ 10 ข้อ (2) ให้นักเรียนเรียนโดยใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้และสื่อการสอนบน Moodle (3) ทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยให้ผู้เรียนทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ และประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 ในภาพรวม

6. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยดำเนินการ ดังนี้

1) การพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชาญาณศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย

1.1 การประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีเกณฑ์การแปลความหมายจะเป็นดังนี้ 4.21-5.00 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด 3.41-4.20 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก 2.61-3.40 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลาง 1.81-2.60 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อยและ 1.00-1.80 หมายถึง ประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุดโดยที่ช่วงความกว้างของอันตรภาคชั้นกำหนดได้จากสูตร = $(5-1)/5 = 0.8$

1.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการบริหารแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ ได้แก่ (1) หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยของคะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งได้จากแบบทดสอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนรู้ (2) หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (3) หาดัชนีประสิทธิผล (4) วิเคราะห์เปรียบเทียบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ

t-test และ (5) วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการดังกล่าว โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และนำค่าเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

2) สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ (1) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามแบบอิงเกณฑ์ของ Brennan (2) ค่าระดับความยาก (Difficulty) (3) ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตร IOC (4) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}, P = \frac{Ru+Rl}{2f}, IOC = \frac{\sum R}{n}, r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

3) สถิติที่ใช้ในการหาค่าดัชนีประสิทธิผล โดยใช้วิธีของกูดแมน เฟรทเซอร์ และชไนเดอร์

$$\text{ค่าดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}{100 - \text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}$$

4) การหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยใช้สูตรในการคำนวณ

$$E_1 = \frac{\sum X}{n} \times 100, E_2 = \frac{\sum X}{n} \times 100$$

5) เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้ t-test (Dependent Samples) โดยใช้สูตรในการคำนวณ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 (\sum D)^2}{(n-1)}}}$$

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชาอนุบาลปีสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4” สามารถแสดงผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชาอนุบาลปีสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทำให้ได้แพลตฟอร์มดิจิทัลที่พัฒนาขึ้น การออกแบบและพัฒนาตามวิธีการที่ได้นำเสนอมานี้สามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชาอนุบาลปีสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ไปใช้ได้จริง

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชาอนุบาลปีสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 พบว่า แพลตฟอร์มนี้มีประสิทธิภาพ 80.36/89.14 หมายความว่า แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับ

ร้อยละ 80.36 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับร้อยละ 89.14 จึงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามความมุ่งหมายในการวิจัยที่ตั้งไว้

3. ผลการศึกษาเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า คุณภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นนี้เฉลี่ยอยู่ในระดับระดับมาก ($\bar{X}=4.12$, S.D.=0.76) โดยมีความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาในการนำเสนอ ($\bar{X}=4.05$, S.D.=0.78) ด้านเทคนิคกระบวนการออกแบบ ($\bar{X}=4.03$, S.D.=0.79) และด้านทัศนคติ ($\bar{X}=4.34$, S.D.=0.69)

4. ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index) ของแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเท่ากับ 0.8249 (82.49%) และผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการบริหารแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 32.15 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 80.36 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 35.65 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 89.14 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปทดสอบด้วย t -test ($t=16.795$) พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 1

ตัวอย่างแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง
วิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผลสัมฤทธิ์	n	\bar{X}	S.D.	t	p-value
ก่อนเรียน	35	13.35	0.632	16.795	.001
หลังเรียน	35	41.42	0.588		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลในประเด็นสำคัญต่อไปนี้

1. ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.36/89.14 หมายความว่า การบริหารแพลตฟอร์มนี้ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 80.36 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้หรือประสิทธิภาพของสื่อการสอนในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับ ร้อยละ 89.14 แสดงว่าแพลตฟอร์มดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 สามารถช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมความก้าวหน้าทางการเรียนวิชานาฏศิลป์ได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ และปรางทิพย์ เสยกะโทก [7] และเตชินี ภิรมย์ [8] และที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก

1.1 แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองพัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ เพราะผู้วิจัยพัฒนาระบบการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบตั้งแต่การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการแบบจำลอง การออกแบบเนื้อหาเกี่ยวกับนาฏศิลป์อาศัยขั้นตอนการเรียนรู้ร่วมกันซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาแล้วปรับปรุงแก้ไขการเขียนผังงาน หลังจากนั้นได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและผลิตโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แล้วจึงนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพแล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งเป็นวิธีการดำเนินการผลิตสื่อและรูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (R&D) และการอาศัย LMS Tool Box ของการสร้างเนื้อหาและส่วนปฏิสัมพันธ์ในรายวิชาภาษาไทย ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการของพัชระ มะแสงสม [9] และสอดคล้องกับงานวิจัยของวิวัฒน์ เพชรศรี [10] ดังนั้นผู้เรียนจึงมีความเข้าใจในการเรียนวิชานาฏศิลป์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มากยิ่งขึ้น

1.2 แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้ศึกษากรอบแนวคิดในการพัฒนาจากแนวคิดของพัชระ มะแสงสม [9] ในการออกแบบ LMS ตามขั้นตอน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา 2) การออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้แก่ (1) ระบุปัญหาการเรียนที่ต้องการวิเคราะห์ (2) การรวบรวมและประมวลผลข้อมูล (3) พัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (4) นำแนวทางแก้ปัญหาไปทดสอบ และ (5) เลือกรูปแบบการเรียนที่ดีที่สุดไปใช้หาคำตอบ 3) การกำหนดกิจกรรมร่วมและการประมวลผลความรู้ 4) การดำเนินการเรียนการสอนด้วยรูปแบบและสื่อการสอนโดยอาศัยช่องทางในการสื่อสารที่จัดไว้ และ 5) การทดสอบหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้โดยพิจารณาจากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนแบบฝึกหัดท้ายบท โดยสอดคล้องกับรูปแบบการพัฒนาระบบของวิวัฒน์ เพชรศรี [11]

1.3 แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองที่พัฒนาขึ้นมีระบบสนับสนุนการจัดการเรียนรู้และการตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดทั้งทางด้านเนื้อหา การค้นคว้า การประมวลผลความรู้ การสนทนา การฝึกปฏิบัติ การคิดเชิงวิพากษ์ และการหาบทสรุปร่วมกัน โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของอดุลย์ ไชยเสนา และคณะ [12] ที่พบว่ารูปแบบการพัฒนาระบบที่ดีต้องสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริงแม้อยู่ในสถานการณ์ที่ต้องเรียนรู้ด้วยตนเองก็ตาม

2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์มีค่าเท่ากับ .8012 หมายความว่า หลังการเรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่มีคะแนนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 80.12 โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ และปรางทิพย์ เสยกะโทก [7]

และเทซีที ภิรมย์ [8] ที่เป็นเช่นนี้เพราะสื่อนี้มีรูปแบบการนำเสนอที่เหมือนกับการเรียนกับครูผู้สอนโดยตรง มีการเพิ่มความเข้าใจโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน มีทั้งตัวอักษร กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว มัลติมีเดีย และมีการเชื่อมโยงกับสื่อสังคมออนไลน์ (Facebook Group) ทำให้ผู้เรียนสนุกสนานไปกับการเรียนรู้ ไม่รู้สึกเบื่อ และให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเสริมแรงโดยอาศัยแนวคิดจากทฤษฎีแรงจูงใจของมาโลนที่ว่า “รูปแบบการเรียนการสอนได้ออกแบบให้มีกิจกรรมและสถานการณ์ที่ท้าทายให้ผู้เรียน โดยมีเป้าหมายการเรียนรู้เชิงวิพากษ์ ผู้เรียนเกิดจินตนาการเป็นตัวกระตุ้น การนำเสนอที่แปลกใหม่สามารถดึงดูดความสนใจอยู่ตลอดเวลา ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นในลักษณะของความต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งที่แปลกใหม่” ดังงานวิจัยของ Lorico et al. [13] รวมถึงการสร้างสมรรถนะการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจวิชาภูมิศาสตร์มากยิ่งขึ้น

3. การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการเรียนด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นด้านเนื้อหาในการนำเสนออยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.05$, S.D.=0.78) แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความพอใจต่อเนื้อหาที่นำมาสร้างแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Brookfield [14] Mcfatridge [15] และ Griffin [16] ด้านเทคนิคกระบวนการออกแบบก็อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.03$, S.D.=0.79) แสดงว่ากระบวนการออกแบบสามารถสร้างรูปแบบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้ ส่วนด้านทัศนคติอยู่ในระดับมากเช่นกัน ($\bar{X}=4.34$, S.D.=0.69) แสดงว่าผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนด้วยแพลตฟอร์มและสื่อที่ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอดุลย์ ไชยเสนา และคณะ [12] Hutasuhut et al. [17] Onah [18] และ Samah [19] เนื่องจากทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนหรือแพลตฟอร์มดิจิทัลต่อการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นเป็นสิ่งสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพการศึกษา ทำให้ทราบถึงความต้องการที่แท้จริงของผู้เรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น การให้ผู้เรียนเป็นผู้เลือกที่จะเรียนสิ่งใดด้วยตนเองนั้นเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ที่ดีและทำให้ผู้เรียนเกิดมีพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ดีขึ้นเช่นเดียวกัน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชาภูมิศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปประเด็นที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการออกแบบและสร้างแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชาภูมิศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทำให้ได้รูปแบบแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชาภูมิศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำไปใช้ได้จริงในการจัดการเรียนการสอนวิชาภูมิศาสตร์

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชาภูมิศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชาภูมิศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 พบว่า ระบบนี้มีประสิทธิภาพ 80.36/89.14 หมายความว่า แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 80.36 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับร้อยละ 89.14 จึงเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามความมุ่งหมายในการวิจัยที่ตั้งไว้

3. ผลการศึกษาเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าคุณภาพของแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นนี้เฉลี่ยอยู่ในระดับมากโดยมีความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาในการนำเสนอ ด้านเทคนิคกระบวนการออกแบบ และด้านทัศนคติ

4. ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเท่ากับ .8012 (80.12%) และผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 32.15 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 80.36 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 35.65 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 89.14 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปทดสอบด้วย t -test ($t=16.795$) พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้น สามารถสรุปโดยภาพรวมได้ว่า จากการศึกษาวิจัยเรื่อง“การพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4” รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การเรียนการสอนนั้นเกิดประสิทธิภาพ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องออกแบบให้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์จริง สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับผู้เรียนได้ ทั้งนี้ควรประเมินความพร้อมของรูปแบบดังกล่าว การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อนของการนำไปใช้เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ให้มีความเหมาะสม อย่างไรก็ตามความท้าทายของการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับระบบไอซีทีและช่องทางการสื่อสารแต่เพียงอย่างเดียว แต่การเตรียมตัวของผู้เรียนและผู้สอนก็มีส่วนสำคัญที่จำเป็นต้องปรับมุมมอง แนวความคิด รวมทั้งไม่ควรยึดติดวิธีการเรียนการสอนรูปแบบเดิมแต่ควรเปิดมุมมอง แนวความคิด และวิธีการเรียนการสอนให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามวิธีการที่ได้นำเสนอมานี้ สามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำรูปแบบการเรียนรู้นี้ไปใช้งานได้จริงสำหรับวิชานาฏศิลป์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 โดยสามารถเป็นต้นแบบให้กับสถานศึกษาอื่นในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อนำไปใช้และพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชานาฏศิลป์ให้ดียิ่งขึ้นรวมถึงการสร้างองค์กรแห่งนวัตกรรมทางการศึกษาและการเรียนรู้เชิงดิจิทัลที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาการศึกษาของชาติต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และพัฒนา เพื่อให้แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชานาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น ควรพิจารณาถึงวิธีการนำไปใช้และพัฒนา ประกอบด้วย

(1) เนื้อหาของบทเรียนต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามมาตรฐานของหลักสูตร รวมถึงการอาศัยเทคนิคการเรียนรู้เชิงรุกที่เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา

(2) บอกจุดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการนำไปสู่การเรียนรู้กับผู้เรียนอย่างชัดเจน

(3) การออกแบบโครงสร้างและวางแผนเส้นทางการเข้าถึงการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยมีการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นระยะ ๆ

(4) มีระบบตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ตามที่กำหนดรวมถึงการสร้างระบบติดตามหรือแจ้งเตือนเป็นบางโอกาส

- (5) ต้องให้ผู้เรียนเรียนรู้แบบ Non-Linear Approach, Active Learning และ Blended Learning โดยการผสมวิธีการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติการให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาอย่างถ่องแท้
- (6) จัดให้มีแบบฝึกปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอและมีการโต้ตอบกลับทันทีทันใดโดยเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- (7) การบันทึกข้อมูลการเข้าถึงและผลการประมวลความรู้โดยอาศัยรูปแบบการประมวลความรู้ตามมาตรการเรียนรู้ด้านนาฏศิลป์ที่กำหนด
- (8) การใช้งานแพลตฟอร์มออนไลน์ในรูปแบบมาตรฐานบนเครื่องมือและอุปกรณ์การสื่อสารต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต และสมาร์ทโฟน เป็นต้น เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- (9) การเลือกโซเชียลแวร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาอย่างเหมาะสมเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ รวมถึงการฝึกปฏิบัติการอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ประกอบด้วย

- (1) ควรมีการนำแพลตฟอร์มนี้ไปทดลองใช้กับผู้เรียนจากสถานศึกษาอื่นในระดับชั้นเดียวกัน จะทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพสำหรับการนำมาปรับปรุงแพลตฟอร์มสำหรับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่จะใช้เป็นการเรียนรู้ให้ได้มาตรฐานมากยิ่งขึ้น
- (2) ควรมีการวิจัยและพัฒนาระบบหรือแพลตฟอร์มนี้ให้มีองค์ประกอบที่จะใช้เป็นการเรียนรู้มาตรฐานมากยิ่งขึ้น จะทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเพื่อนำมาปรับปรุงระบบการบริหารจัดการเรียนรู้ในรายวิชาให้มีประสิทธิภาพและพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้น
- (3) ควรมีการวิจัยและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) ที่สามารถทำให้ผู้เรียนในลักษณะออนไลน์มีความรู้สึกและจินตนาการเชิงบวกมากยิ่งขึ้น โดยการพัฒนามัลติมีเดียที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนระดับประถมศึกษาให้ดีขึ้น
- (4) ควรมีการวิจัยและพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนการสอนรายวิชาอื่น ๆ เพิ่มขึ้นอีกเพื่อเป็นการเพิ่มทรัพยากรการเรียนรู้สมัยใหม่รวมถึงการใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ที่ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่มีประสิทธิผลสำหรับการพัฒนาการศึกษาในระดับขั้นพื้นฐานของประเทศไทยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยและตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] เรณู โกลินานนท์. (2535). *รำไทย*. กรุงเทพฯ: องค์การคำครุสภา.
- [2] กรมวิชาการ. (2546). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545*. กรุงเทพฯ: องค์การคำครุสภา.
- [3] กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- [4] กระทรวงศึกษาธิการ. (2564). *กำหนดนโยบายการจัดการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการปีงบประมาณ 2564-2565*. สืบค้นเมื่อ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2564. จาก <https://moe360.blog/2021/06/30/education-management-policy>
- [5] ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2555). *เทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- [6] สุนิสา อินทนนท์. (2559). *การพัฒนาการสร้างสรรค์ผลงานการแสดงนาฏศิลป์ โดยใช้สื่อ สไลด์และปรินต์มาช่วยเรื่องนาฏยศัพท์ และภาษาทำนาฏศิลป์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Constructionism*. สาขาวิชาการศึกษามัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [7] พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ, และปรามทิพย์ เสยกระโทก. (2556). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบมีปฏิสัมพันธ์ รายวิชาระบบไอซีทีและการจัดการยุคใหม่. *วารสารสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 31(1), 25-43.
- [8] เตชินี ภิรมย์. (2560). ศึกษาและพัฒนาบทเรียนออนไลน์ด้วยโปรแกรม Moodle เพื่อส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21 กรณีศึกษา : โรงเรียนปลายพระยาวิทยา จ.กระบี่. ใน *รายงานการวิจัย. กระบี่: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17*.
- [9] พัชร มะแสงสม. (2544). *ปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับความพร้อมในการเรียนรู้ด้วยตนเอง*. ปรินต์งานพิมพ์ การศึกษามหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [10] วิวัฒน์ เพชรศรี. (2561). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4 S สาระที่ 3 นาฏศิลป์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิจัยและประเมินผลอุบลราชธานี*. 7(1), 21-30.
- [11] วิวัฒน์ เพชรศรี. (2563). *รูปแบบการสอนนาฏศิลป์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรีเขต 1*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต. จันทบุรี: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- [12] อุดลย์ ไชยเสนา, สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล, และพงษ์ศักดิ์ ผกามาศ. (2564). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ด้วยโปรแกรม Moodle เกี่ยวกับการออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่ายรายวิชาการคำนวณสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6. ใน *การประชุมสถาบันพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา (สคบศ.วิชาการ) ครั้งที่ 2*. หน้า 86-87. 22 มิถุนายน 2564. นครปฐม: สคบศ.
- [13] Lorico, D.S., Lapitan, Jr., Cristina, E., Tiangco, Divine, A.G., Sumalinog, N.S., Sabarillo, and Diaz, J.M. (2021). *An effective blended online teaching 15 And learning strategy during the COVID-19 pandemic, Education for Chemical Engineers*. 2021 Apr; 35: 116–131. accessed on 7/12/2021, Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7847201/>
- [14] Brookfield, S.D. (1984). Self-Directed Adult Learning: A Critical Paradigm. *Adult Education Quarterly*. 35(2), 59-71.
- [15] Mcfatridge, C. (2002). *Perceptions of Rural East Texas K-12 Teachers Regarding the Generation of the Internet into the Classroom as a Resources*. Texas: A&M University.
- [16] Griffin, C. (1983). *Curriculum Theory in Adult Lifelong Education*. London: Crom Helm. Knowles, M.S. 1975. *Self- Directed Learning: A Guide for Learner and Teacher*. New York: Association Press.
- [17] Hutasuhut, I., Ahmad Zaidi Adruce, S., and Jonathan, V. (2021). How a learning organization cultivates self-directed learning?. *Journal of Workplace Learning*. 33(5), 334-347.
- [18] Onah, D.F.O., Pang, E.L.L., Sinclair, J.E., and Uhomoibhi, J. (2021). An Innovative MOOC Platform: the Implications of Self-Directed Learning Abilities to Improve Motivation in Learning and to Support Self-Regulation. *International Journal of Information and Learning Technology*. 38(3), 283-298.

- [19] Samah, N.A., Mohd Tahir, L., and Wan Mamat, W.A.@.W.Y. (2021). Exploring Library Management Support for Enhancing Self-Directed Learning: Narratives from Research-Support Librarians. *Library Management*. 42(8/9), 584-610.

RANC15-064 มองขยะที่จุฬารณ์พัฒนา 12 ผ่านแนวคิดสิ่งแวดล้อมระบบโลก THE HOUSEHOLD WASTE IN THE CHULABHORN PATANA 12 VILLAGE AND THE EARTH SYSTEM ENVIRONMENT CONCEPT

พัลลภ เมืองแมน^{1*}, ศราวุธ เจ๊ะไส๊ะ²
Punlop Muangman^{1*}, Sarawuth Chesoh²

¹คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
¹Faculty of Environmental Management, Prince of Songkla University hatyai Campus.

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
² Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University Pattani Campus.

*Corresponding author, E-mail: PunlopMuangman@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานของปริมาณ องค์ประกอบและการบริหารจัดการขยะในครัวเรือน และ (2) เพื่อศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดสิ่งแวดล้อมระบบโลกกับการบริหารจัดการขยะในครัวเรือน โดยใช้หมู่บ้านจุฬารณ์พัฒนา 12 อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส และมีการศึกษาข้อมูลการจัดทิ้งและนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ซึ่งใช้ตัวแทนประชากร 104 ครัวเรือน ผลการศึกษาพบว่า หมู่บ้านจุฬารณ์พัฒนา 12 เดิมเป็นสมาชิกของ CPM.#10 ต่อมายอมจำนนแล้วเข้ามาขอตั้งถิ่นฐานในประเทศไทย ซึ่งตลอดการเคลื่อนไหวยังมีขยะจำพวกกระป๋องและเศษแก้ว โดยใช้วิธีควบคุมการเกิดขยะและกำจัดด้วยการฝังกลบ ในปัจจุบันพบขยะพวกเศษอาหาร วัสดุการเกษตร พลาสติกและขยะอื่นๆ โดยควบคุมการเกิดขยะเน้นการใช้ประโยชน์ และกำจัดทิ้งด้วยการเผาในที่โล่ง การฝังกลบและการเทกองบนพื้น และการเผาในที่โล่งแจ้งมีการเพิ่มขึ้นตามปริมาณขยะ, จำนวนประชากรและรายได้เฉลี่ยต่อชุมชนต่อในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวที่สามารถกระตุ้นการเติบโตของแมลงและเชื้อโรคต่างๆ เช่น ยุงลาย (*Aedes aegypti*) ทำให้เกิดการชุกของโรคไข้เลือดออก ไข้ซิก้าหรือ *M.hiroglyphicus* ที่กระตุ้นให้เกิดการใช้สารเคมีในพื้นที่การทำเกษตรกรรมมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการสะสมของสารเคมีตกค้างใน Lithosphere, Hydrosphere และย้อนกลับมาสู่ Biosphere และ Anthroposphere ดังนั้นหมู่บ้านควรมีแผนการบริหารจัดการขยะรองรับขยะที่เกิดจากการเติบโตทางเศรษฐกิจและประชากรในอนาคต โดยเฉพาะการควบคุมการเผาในที่โล่งแจ้ง

คำสำคัญ: สิ่งแวดล้อมระบบโลก การจัดการขยะในครัวเรือน ผลกระทบจากการกำจัดขยะ

Abstract

The objectives of this study were (1) to study the basic data on the quantity composition and management of household waste and (2) to study the connection between The Earth System Environment Concept and household waste management. The Chulabhorn Phatthana 12 village, Sukhirin district, Narathiwat province the disposal data were studied and the relationship between the data was investigated.

Which used representatives of the population of 104 households. Chulabhorn Phatthana 12 village, formerly a member of CPM.#10, later surrendered and asked to settle in Thailand. Throughout the movement there were trash such as cans and broken glass. By using methods to control waste generation and dispose of by landfill at present, food waste is found agricultural material plastic and other waste by controlling the generation of waste focus on utilization and disposed of by burning in the open-air landfill and ground dumping and the open-air burning increased with the amount of waste, the population and the average income per community per time period. This can affect the rise in surface temperature that can stimulate the growth of insects and pathogens such as *aedes aegypti*, causing the prevalence of dengue fever. Zika or *M. hiroglyphicus* which stimulates the use of chemicals in agricultural areas more this results in the accumulation of chemical residues in the lithosphere, hydrosphere and back into the biosphere and anthroposphere. Therefore, villages should have a waste management plan to support waste generated by future economic and population growth. Especially the control of burning in the open air

Keywords: The Earth System Environment, Household waste management, The impact of waste disposal.

บทนำ

การบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนของพื้นที่ชนบทหลายพื้นที่อาจมีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งกรรมวิธีที่ชุมชนในพื้นที่ที่ไม่มีบริการรวบรวม เก็บขนและกำจัดขยะมูลฝอย นิยมใช้ในการบริหารจัดการขยะมูลฝอย คือ การเผาขยะมูลฝอย ซึ่งจากรายงานผลกระทบของการเผาขยะมูลฝอยในช่วงเวลาต่างๆของเขตที่อยู่อาศัยว่าเป็นการสร้างวิกฤตสุขภาพระยะยาวของคนในครัวเรือน เพราะอันตรายจากการเผาขยะมูลฝอยจะขึ้นอยู่กับชนิด จำนวนและประเภทของขยะมูลฝอย ซึ่งขยะมูลฝอยแต่ละชนิดจะมีปริมาณสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบของขยะมูลฝอยแตกต่างกัน และขยะมูลฝอยที่มีอันตรายและพบได้มาก คือ มูลฝอยพลาสติกจำพวก พีวีซี เพราะในขณะที่เกิดการเผาไหม้ พลาสติกพีวีซีจะก่อให้เกิดสารไดออกซินที่จะเป็นสารประกอบทางเคมี สะสมในระบบกลไกและไขมันของร่างกาย ส่งต่อไปสู่ทารกในครรภ์ผ่านสายรก ซึ่งการเผาผลาญในพื้นที่บ้านจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสมาชิกภายในครัวเรือน ก่อให้เกิดความเสี่ยงของโรคหัวใจ ระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหอบ หืด โรคภูมิแพ้ต่างๆ อาการปวดหัว ทำลายระบบประสาทไตและโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปอด และนอกจากนี้ การเผาสารจำพวกโพลีสไตรีน โพลีเมอร์ เช่น กล่องบรรจุอาหารที่ทำมาจากโฟมและพลาสติก ลังไข่พลาสติก ขวดนม โยเกิร์ต สารสไตรีนที่ได้จะสามารถผ่านเข้าสู่ผิวหนังและปอด ในปริมาณที่สูง สารเคมีเหล่านี้จะทำลายตาและระบบประสาท อันส่งผลต่อการเกิดอาการเบื้องต้น ปวดหัว หดหู่ เหนื่อยง่าย อ่อนเพลีย[1]

การบริหารจัดการขยะมูลฝอยในชุมชนก่อให้เกิดผลกระทบเป็นวงกว้าง ผู้วิจัยจึงใช้แนวคิดสิ่งแวดล้อมระบบโลก(The Environmental Concept of The Earth System) เข้ามาอธิบายปรากฏและผลกระทบที่เกิดขึ้น ซึ่งแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้ ประกอบด้วยระบบย่อย 5 ส่วน ดังนี้ (1) อุทกภาค (Hydrosphere) (2) ธรณีภาค(Geosphere) (3) อากาศภาค (Atmosphere) (4) ชีวภาค (Biosphere) และ (5) มนุษยภาค (Anthroposphere) ซึ่งหากระบบในภาคใดเกิดการเปลี่ยนแปลง ระบบภาคที่เหลือก็จะได้รับผลกระทบในมิติต่างๆตามไปด้วย[2] ดังนั้น “การบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือน” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ดำเนินการโดยผู้คนในชุมชน (Anthroposphere) จึงเป็นสถานการณ์ที่สำคัญยิ่ง อันจักนำมาสู่การเชื่อมโยงหรืออาจมีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมระบบโลกส่วนอื่นๆ ได้ เช่น ก่อให้เกิดการสะสมตัวของมลพิษในระบบนิเวศ ปัญหามภาวะโลกร้อน ปัญหาสุขภาพ

ชุมชน เป็นต้น หากชุมชนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ไม่การให้บริการรวบรวม เก็บขนและกำจัดขยะมูลฝอยนั้น เป็นพื้นที่
ชนบทในสภาพแวดล้อมเฉพาะอย่างเช่น พื้นที่ป่าต้นน้ำ หรือพื้นที่ชายฝั่งทะเล ชุมชนเหล่านั้นจะบริหารจัดการขยะ
มูลฝอยในครัวเรือนอย่างไรให้เหมาะสมกับพื้นที่ โดยที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์

- (1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานของปริมาณ องค์ประกอบและการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือน
- (2) เพื่อศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดสิ่งแวดล้อมระบบโลก(The Environmental Concept of The Earth System) กับการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือน

วิธีการดำเนินการวิจัย

ส่วนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของปริมาณและการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการศึกษาและรวบรวมข้อมูล โดยมีช่วง
ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล 4 เดือน เดือนละ 3 ครั้งติดต่อกัน รวมทั้งสิ้น 12 ครั้ง จึงทำให้ผู้วิจัยออกแบบ
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาออกเป็นส่วนตัวอย่าง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 1.1 ชุดข้อมูลที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของครัวเรือน
- 1.2 ชุดข้อมูลที่ 2 : ข้อมูลครอบครัวผู้ตอบแบบสอบถาม
- 1.3 ชุดข้อมูลที่ 3 : ข้อมูลชนิด ปริมาณขยะมูลฝอยในครัวเรือน

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยทำการสำรวจพื้นที่และการทบทวนเอกสารรายงานข้อมูลประชากรในเขตองค์การบริหารส่วน
ตำบลสุคริบน อำเภอสุคริบน จังหวัดนครราชสีมา[3] พบว่า จำนวนบ้านเรือนที่มีผู้อาศัยของพื้นที่หมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา
12 มีจำนวน 148 หลังคาเรือน และเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับตารางสำเร็จรูปของ Krejcie and
Morgan โดยมีระดับความเชื่อมั่น 95% หรือมีความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น 5%[4] ข้อมูลจำนวนประชากร 140
หลังคาเรือน พบว่า ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้จะเท่ากับ 104 หลังคาเรือนการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้เป็นข้อมูลที่ใช้วิธีการบันทึกข้อมูลเชิงปริมาณแบบเติมคำตอบ(Short
Answer) ผู้วิจัยจะนำข้อมูลทั้ง 3 ระยะ ระยะละ 3 ครั้ง/ชุดข้อมูล (รวมทั้งหมดเป็น 9 ชุดข้อมูล) มาวิเคราะห์ด้วย
กระบวนการทางสถิติเชิงพรรณนา คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ส่วนที่ 2 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในครัวเรือนที่นำไปกำจัดทิ้ง

การหองค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอย

ทำการสุ่มตัวอย่างขยะมูลฝอย ประมาณ 1-2 ลูกบาศก์เมตร แยกขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่ให้มี
ขนาดเล็ก และคลุกเคล้าขยะมูลฝอยให้เข้ากันมากที่สุดและแบ่งขยะมูลฝอยออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆกัน จากนั้นเลือก
ขยะมูลฝอยมา 2 ส่วน โดยเลือกนั้นต้องเป็นกองที่อยู่ต้องข้ามกัน กระทำตามขั้นตอนนี้จึงกระทั่งขยะมูลฝอยเหลือ
ประมาณ 50 ลิตรหรือ ราว 20 กิโลกรัม หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอยตัวอย่างและองค์ประกอบแต่ละประเภท
ซึ่งแต่ละองค์ประกอบที่ได้จะมีหน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนักรวมของขยะมูลฝอย ทำการสำรวจซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อนำ
ข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย(Mean) เมื่อชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอยตัวอย่างจากการหองค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูล
ฝอยแล้ว ผู้วิจัยจะจำแนกประเภทขยะมูล

การหาความหนาแน่นของขยะมูลฝอยในครัวเรือน

รวบรวมและคลุกเคล้าผสมขยะมูลฝอยให้เข้ากันและตักใส่ถังขนาด 50 ลิตร จนเต็มโดยไม่ต้องกดหรือทับ แล้วยกถังให้สูงขึ้นราว 1 ฟุต แล้วปล่อยลงสู่พื้น 3-4 ครั้ง หากขยะหล่นหรือถังไม่เต็มให้เติมขยะมูลฝอยจนเต็มโดยไม่ต้องกดหรือทับ จากนั้นชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนัก ทำการสำรวจซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย

$$\text{ความหนาแน่นปกติของขยะมูลฝอย (กิโลกรัม/ลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักรวมของขยะมูลฝอย (กิโลกรัม)}}{\text{ปริมาตรภาชนะตวง (ลิตร)}}$$

และเมื่อนำข้อมูลจากการคำนวณวิเคราะห์ความหนาแน่นปกติของขยะมูลฝอยในรายเดือนแล้ว ผู้วิจัยจะคำนวณหาค่าเฉลี่ยความหนาแน่นปกติของขยะมูลฝอยรายเดือนต่อไป

รูปแบบและลำดับขั้นตอนการบริหารจัดการขยะมูลฝอยตามชนิดและประเภทของครัวเรือน ในส่วนของการกำจัดทิ้งและการใช้ประโยชน์

ผู้วิจัยมุ่งเน้นการศึกษารูปแบบและลำดับขั้นตอนในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยตามชนิดและประเภทของขยะมูลฝอยครัวเรือน โดยเฉพาะในส่วนของการกำจัดทิ้งและการใช้ประโยชน์ ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามในประเด็น “การบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือน” เพื่อนำไปสู่การออกแบบการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือนในส่วนของการกำจัดทิ้งและการใช้ประโยชน์

ผู้วิจัยทำการศึกษาสัดส่วนชนิดของขยะมูลฝอยในลำดับขั้นตอนการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนโดยใช้วิธีการสุ่มคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 หลังคาเรือน และกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างคัดแยกขยะในแต่ละประเภทตามรูปแบบการบริหารจัดการในครัวเรือน จากนั้นผู้วิจัยจะทำการชั่งน้ำหนักและคำนวณเพื่อหาสัดส่วนชนิดของขยะมูลฝอยตามลำดับขั้นตอนการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือน ซึ่งสามารถสรุปเป็นรูปแบบและลำดับขั้นตอนการบริหารจัดการขยะมูลฝอยตามชนิดที่เกิดขึ้นภายในครัวเรือนของหมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วิธีการที่ 1 การเผาในที่โล่ง	แทนด้วยอักษร A
วิธีการที่ 2 การฝังกลบ	แทนด้วยอักษร B
วิธีการที่ 3 การเทกองบนพื้น	แทนด้วยอักษร C
วิธีการที่ 4 การนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ	แทนด้วยอักษร D

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของปริมาณและการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือน

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม สรุปได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 104 ครัวเรือน ซึ่งตัวแทนของประชากรภายในครัวเรือนที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีเพศกำเนิดเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 71.2 มีช่วงอายุเฉลี่ย 48 ปี ครองสถานภาพสมรส คิดเป็นร้อยละ 86.5 และส่วนใหญ่ไม่ได้เข้ารับการศึกษาคิดเป็นร้อยละ 51.9 ตามที่ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมและสรุปข้อมูลด้านการศึกษาของตัวแทนประชากรภายในครัวเรือนที่ตอบแบบสอบถาม ซึ่งส่วนใหญ่ไม่ได้เข้ารับการศึกษานั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงสาเหตุของการไม่ได้เข้ารับการศึกษ แล้วพบว่า สมาชิกส่วนใหญ่ของหมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12 สามารถจัดแบ่งออกเป็น 2 รุ่นอายุ ได้แก่ รุ่นอายุแรก คือ อดีตสมาชิกกองกำลังติดอาวุธของ The Communist Party of Malayan (CPM) กรมที่ 10 ซึ่งไม่ได้รับเข้ารับการศึกษิตตามข้อกำหนดและมาตรฐานของรัฐบาลประเทศไทย แต่รุ่นอายุที่ 2 คือ กลุ่มสมาชิก

ทนายทของอดีตสมาชิกกองกำลังติดอาวุธของ The Communist Party of Malayan (CPM) กรมที่ 10 ที่ได้รับเข้า
การศึกษาตามข้อกำหนดและมาตรฐานของรัฐบาลไทยแล้ว

ข้อมูลครอบครัวผู้ตอบแบบสอบถาม

การประกอบอาชีพหลักของสมาชิกในหมู่บ้านส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพ คิดเป็นร้อยละ 78.8 และ
ในจำนวนนี้มีผู้ที่ประกอบอาชีพเสริม โดยเลือกประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไปเป็นอาชีพเสริม คิดเป็นร้อยละ 8.8 ซึ่ง
รายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือนของหมู่บ้านอยู่ที่ 7,500 บาท มีสมาชิกภายในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คนต่อครัวเรือน
และข้อมูลรายได้เฉลี่ยรายวันของหมู่บ้านจุฬารัตน์พัฒนา 12 ถือเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญและมีส่วน
เกี่ยวข้องกับการกำหนดชนิดและปริมาณของขยะมูลฝอยในครัวเรือน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลรายได้
เฉลี่ยรายวันและสรุปได้ว่า รายได้เฉลี่ยรายวันของชุมชนส่วนใหญ่ได้มาจากอาชีพเกษตรกรรมสวนยางพารา ซึ่ง
รายได้เฉลี่ยต่อวันในช่วงเดือนกรกฎาคมและเดือนกันยายนจะอยู่ระหว่าง 325 - 326 บาทต่อครัวเรือน เนื่องจาก
เป็นช่วงเวลาที่ผู้ตอบแบบสอบถามได้เข้าสวนเพื่อกรีดยางพาราและนำน้ำยางออกจำหน่ายได้ แต่ในรายได้เฉลี่ยต่อ
วันช่วงเดือนสิงหาคมและเดือนตุลาคมจะอยู่ในช่วง 46 – 55 บาทต่อครัวเรือน เนื่องจากสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย
ต่อการเข้าสวนกรีดยางพารา และผู้ตอบแบบสอบถามบางส่วนได้ประกอบอาชีพอื่นหรือนำข้าวข้างและพืชผัก
ออกจำหน่าย

ข้อมูลชนิด ปริมาณขยะมูลฝอยในครัวเรือน

ผู้วิจัยทำการศึกษาและพบว่า ปริมาณขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมากที่สุดในช่วงเดือนกรกฎาคมและ
เดือนกันยายน พ.ศ.2561 คือ ขยะมูลฝอยจำพวกเศษหญ้าและกิ่งไม้ต่าง รองลงมาคือ ขยะมูลฝอยจำพวกเศษผัก
ผลไม้และเศษอาหาร และขยะมูลฝอยจำพวกยางและเศษหนัง ส่วนขยะมูลฝอยที่น้อยที่สุดคือ ขยะมูลฝอยจำพวก
ขยะอันตรายและปริมาณขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมากที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคมและเดือนตุลาคม พ.ศ.2561 คือ
ขยะมูลฝอยพวกเศษผัก ผลไม้และเศษอาหาร รองลงมาคือ ขยะมูลฝอยจำพวกวัสดุจำพวกแก้ว และขยะมูลฝอย
จำพวกขยะอันตรายเป็นขยะมูลฝอยที่มีปริมาณน้อยที่สุด

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลชนิดและปริมาณขยะมูลฝอยในครัวเรือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561
ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2561 และได้คำนวณวิเคราะห์เพื่อศึกษาแนวโน้มของข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยในครัวเรือน
ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ในช่วงเดือนกรกฎาคมกับเดือนกันยายน พ.ศ.2561 มีค่าเฉลี่ยปริมาณขยะมูลฝอยในหมู่บ้าน
ต่อครั้งทำลาย 79.609 กิโลกรัมและ 78.194 กิโลกรัม และในช่วงเดือนสิงหาคมกับเดือนตุลาคม พ.ศ.2561 มี
ค่าเฉลี่ยปริมาณขยะมูลฝอยในหมู่บ้านต่อครั้งทำลาย 35.559 กิโลกรัมและ 25.087 กิโลกรัม

ผลการวิจัยส่วนที่ 2 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในครัวเรือน

การศึกษาในส่วนย่อยที่ 2 เพื่อรวบรวมข้อมูลองค์ประกอบของขยะมูลฝอยและความหนาแน่นของ
ขยะมูลฝอยในครัวเรือน และนำเสนอเป็นแนวโน้มและทิศทางของข้อมูลอันเป็นส่วนสำคัญในการแสวงหาแนว
ทางการลดอัตราการผลิตและวางแผนบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบท
ของพื้นที่ต่อไป โดยผู้วิจัยได้ใช้ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมปริมาณขยะมูลฝอยจากบ้านเรือนตัวอย่าง จำนวน 3
วันต่อช่วงเวลา มีรายละเอียดการเก็บรวบรวมปริมาณดังนี้

- ช่วงเวลาที่ 1 วันที่ 10 - 12 กรกฎาคม พ.ศ.2561
ปริมาณขยะมูลฝอยที่รวบรวมได้ทั้งหมด 33.20 กิโลกรัม
- ช่วงเวลาที่ 2 วันที่ 15 - 17 สิงหาคม พ.ศ.2561
ปริมาณขยะมูลฝอยที่รวบรวมได้ทั้งหมด 21.60 กิโลกรัม
- ช่วงเวลาที่ 3 วันที่ 11 - 13 กันยายน พ.ศ.2561
ปริมาณขยะมูลฝอยที่รวบรวมได้ทั้งหมด 31.40 กิโลกรัม

- ช่วงเวลาที่ 4 วันที่ 16 - 18 ตุลาคม พ.ศ.2561

ปริมาณขยะมูลฝอยที่รวบรวมได้ทั้งหมด 20.60 กิโลกรัม

ผลการศึกษาข้อมูลองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในครัวเรือน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ช่วงเดือนกรกฎาคมกับเดือนกันยายน มีเศษหญ้าและกิ่งไม้ต่างๆ เป็นองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในครัวเรือนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 39.759 และ 54.369 ตามลำดับ รองลงมาคือ เศษผัก ผลไม้และอาหาร คิดเป็นร้อยละ 26.506 และ 34.951 ตามลำดับ และในช่วงเดือนสิงหาคมกับเดือนตุลาคม มีเศษผัก ผลไม้และอาหารเป็นองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในครัวเรือนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.741 และ 45.631 ตามลำดับ รองลงมาคือ เศษหญ้าและกิ่งไม้ต่างๆ คิดเป็นร้อยละ 26.852 และ 27.184

และผลการศึกษาความหนาแน่นของขยะมูลฝอยในครัวเรือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2561 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2561 ผู้วิจัยได้คำนวณวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิธีการเติมขยะมูลฝอยจนเต็มถึงขนาด 20 ลิตร ก่อนยกและปล่อยจากที่สูงกว่าพื้น 30 เซนติเมตร ประมาณ 3-4 ครั้ง และนำไปชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอยพร้อมน้ำหนักถังและหากลบน้ำหนักถัง พร้อมกับบันทึกผล และทำในลักษณะนี้ซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ซึ่งผลการศึกษาสรุปได้ว่า ความหนาแน่นของขยะมูลฝอยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.127, 0.112, 0.123 และ 0.107 กิโลกรัมต่อลิตร ตามลำดับเดือน

รูปแบบและลำดับขั้นตอนการบริหารจัดการขยะมูลฝอยตามชนิดและประเภทของครัวเรือนในส่วนของการกำจัดทิ้งและการใช้ประโยชน์

การศึกษาสัดส่วนชนิดของขยะมูลฝอยในลำดับขั้นตอนการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนพบว่า ขยะมูลฝอยในครัวเรือนส่วนใหญ่มีการเลือกใช้วิธีการเผาในที่โล่งแจ้งรวมอยู่ในกระบวนการ ยกเว้น วัสดุจำพวกโลหะ แก้วและขยะอันตราย

ตารางที่ 1 ข้อมูลสัดส่วนปริมาณชนิดของขยะมูลฝอยในการบริหารจัดการตามลำดับขั้นตอนการบริหารจัดการขยะมูลฝอยตามชนิดของขยะมูลฝอยในครัวเรือนของหมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12

ชนิดของขยะมูลฝอย	ลำดับขั้นตอนการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือน			
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4
เศษผัก ผลไม้และอาหาร	D _{70%}	A _{20%}	B _{10%}	-
เศษหญ้าและกิ่งไม้ต่างๆ	C _{10%}	A _{50%}	B _{10%}	D _{30%}
กระดาษ	A _{10%}	D _{80%}	B _{10%}	-
วัสดุจำพวกพลาสติก	D _{50%}	A _{40%}	B _{10%}	-
วัสดุจำพวกโลหะ	D _{100%}	-	-	-
วัสดุจำพวกแก้ว	D _{80%}	C _{15%}	B _{5%}	-
ขยะอันตราย	C _{70%}	D _{10%}	B _{20%}	-
ผ้าและเศษผ้า	A _{90%}	B _{10%}	-	-
ยางและเศษหนัง	A _{50%}	B _{10%}	D _{40%}	-
ขยะชนิดอื่นๆ	A _{70%}	B _{30%}	-	-

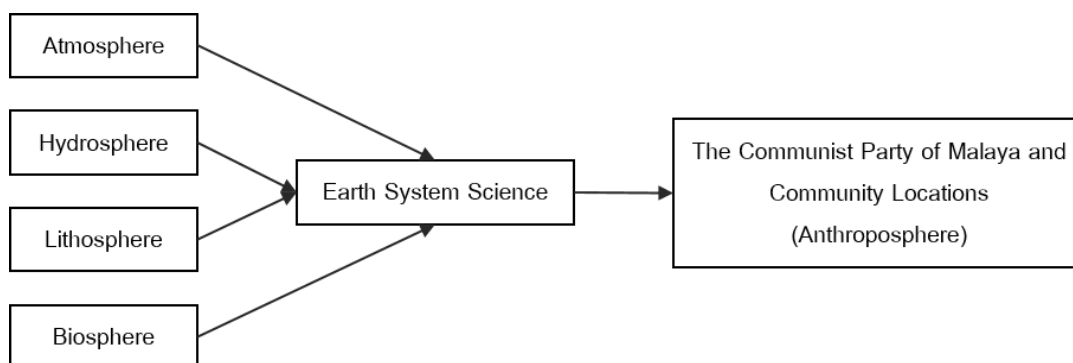
สรุปผลการวิจัย

ประเด็นที่ 1 บริบทเชิงพื้นที่ : ที่มาของขยะมูลฝอยในจุฬารักษ์พัฒนา 12

การถอยร่นเข้าสู่พื้นที่ภาคใต้ในประเทศไทยของ The Communist Party of Malaya อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการกดดันตาม The Briggs Plan ของรัฐบาลประเทศมาเลเซียและอังกฤษ ซึ่งทำให้เกิดข้อจำกัดในเรื่องของการเคลื่อนไหวและอาหารเสียบียง สมาชิกของ The Communist Party of Malaya จึงจำเป็นต้องเลือกพื้นที่สำหรับการตั้งฐานปฏิบัติการที่มีความสำคัญทางยุทธศาสตร์ทางการทหารและยังเอื้ออำนวยในการดำรงชีพโดยปราศจากความช่วยเหลือจากภายนอกได้ โดยพื้นที่ดังกล่าวต้องเป็นพื้นที่สูง มีแหล่งน้ำหลายสายและพื้นที่อุดมสมบูรณ์ด้วยพืชพรรณต่างๆ และพื้นที่ที่สมาชิก The Communist Party of Malaya จึงได้เลือกพื้นที่ในอำเภอวังจังหวัดนราธิวาส(ปัจจุบันคือ อำเภอสุคีริน) เป็นฐานปฏิบัติการทางทหารและต่อเมื่อยังได้เลือกพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่จัดตั้งถิ่นฐานเพื่ออยู่อาศัยภายใต้การดูแลของรัฐบาลประเทศไทย

ตลอดระยะเวลาที่เคลื่อนไหวและปฏิบัติการกิจทางทหาร สมาชิกของ The Communist Party of Malaya กรม 10 ได้อาศัยความช่วยเหลือทางด้านต่างๆ จากสมาชิกในประเทศไทย โดยเฉพาะความช่วยเหลือทางด้านอาหารเสียบียง เพื่อใช้ในการเดินทางไปปฏิบัติการกิจสอดคล้องกับการศึกษาของพรชัย เมฆไตรรัตน์ กับ นครินทร์ เมฆไตรรัตน์[5] ที่ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลการปฏิบัติการของสมาชิก The Communist Party of Malaya ซึ่งผู้วิจัยได้สัมภาษณ์อดีตของ The Communist Party of Malaya กรม 10 เพิ่มเติมและพบว่าส่วนใหญ่จะเป็นอาหารเสียบียงจำพวกกระป๋อง ส่งผลให้ขยะมูลฝอยที่พบมากที่สุด นั่นคือ ขยะมูลฝอยจำพวกกระป๋อง เนื่องจากขยะมูลฝอยชนิดและประเภทอื่นๆ สามารถย่อยสลายได้ หรือไม่ก็สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลายทาง โดยการกำจัดทิ้งของสมาชิกจะเป็นการฝังกลบในพื้นที่ที่เตรียมไว้โดยเฉพาะ

เมื่อสมาชิกของ The Communist Party of Malaya กรม 10 ได้รับข้อเสนอของรัฐบาลประเทศไทยในการเข้าเป็นผู้ร่วมพัฒนาชาติไทย จึงดำเนินการเลือกสรรพื้นที่ในการจัดตั้งชุมชนเพื่อการอยู่อาศัย โดยเลือกพื้นที่ที่ตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับฐานปฏิบัติการเดิม โดยมีลักษณะเป็นที่ราบสูงเชิงเขา อุดมสมบูรณ์ด้วยป่าไม้หลากหลายชนิดทั้งน้อยใหญ่อย่างหนาแน่น เนื่องจากมีลักษณะดินเป็นดินร่วนและมีเส้นสายน้ำไหลขนาดเล็กหลายสายไหลจากยอดเขาลงมารวมเป็นสายน้ำไหลผ่านของหมู่บ้านจุฬารักษ์พัฒนา 12 ตลอดทั้งปี จนเป็นเส้นสายน้ำหลักและเรียกสายน้ำหลักนี้ว่า คลองกือซา หรือ คลองป่าไม้ ทำให้บริเวณสองข้างริมคลองมีความชื้นของดินค่อนข้างสมบูรณ์ทำให้มีพืชปกคลุมตลอดแนวตลิ่ง ซึ่งพืชปกคลุมตลิ่งหลายชนิดสามารถนำอาหารให้กับปลาหลายชนิด ซึ่งสามารถนำทั้งพืชผักและปลาปรุงอาหารได้ตลอดทั้งปี



ภาพที่ 1 ปัจจัยพื้นฐานในการจัดตั้งฐานปฏิบัติการทางทหารและการจัดตั้งถิ่นที่อยู่อาศัยของ CPM.#10

จากการเลือกพื้นที่ตั้งฐานปฏิบัติการทางทหารในอดีตและการเลือกพื้นที่ตั้งถิ่นฐานในปัจจุบันจะเห็นว่าล้วนมีการคัดเลือกปัจจัยต่างๆ โดยสามารถนำประเด็นทางสิ่งแวดล้อมระบบโลกมาพิจารณาได้ดังภาพที่ 1 และเมื่อพิจารณาข้อจำกัดทางด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่แล้ว พบว่า อาชีพที่เหมาะสมในการ

ดำรงชีพคือ การทำเกษตรกรรม โดยเลือกปลูกต้นยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจ ร่วมกับปลูกไม้สวนยืนต้นกินได้ไว้ เนื่องจากหากไม่สามารถจำหน่ายน้ำยางพาราได้ ก็สามารถนำผลผลิตทางเกษตรจากไม้สวนยืนต้นกินได้มาบริโภคหรือจัดจำหน่าย อีกทั้งชุมชนยังสามารถหารายได้เสริมด้วยการหาของป่าอย่าง “สะตอป่า” และ “ลูกประ” เพื่อนำมาแปรรูปไว้บริโภคในครัวเรือนหรือหากมีปริมาณมากก็จะนำออกมาจำหน่ายเป็นสินค้าของชุมชน และหลายครัวเรือนในชุมชนยังมีการปลูกพืชผักสวนครัวและไม่มีการไว้คอยบริโภค เพื่อชดเชยรายได้ ประหยัดรายจ่ายของครัวเรือนในยามที่ไม่สามารถกรีดยางและจำหน่ายน้ำยางพาราได้ในช่วงฝนตก ซึ่งนับเป็นแนวคิดเรื่องความมั่นคงทางอาหารและรายได้ต่อวันของครัวเรือน ซึ่งส่วนใหญ่รายได้ต่อวันจะมาจากการจำหน่ายน้ำยางพารา และการจำหน่ายพืชผักและของป่า ดังนั้นรายได้ต่อวันของครัวเรือนจะขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน แต่ในขณะที่รายจ่ายต่อวันของครัวเรือนจะมี 2 ลักษณะ คือ รายจ่ายประจำ(รายจ่ายคงที่) เช่น ค่าศึกษาเล่าเรียนของบุตรหลาน ค่าผ่อนสินค้าจำเป็นและหนี้สินอื่นๆ เช่น ค่าวงเวียนพาหนะ เป็นต้น เมื่อเฉลี่ยแล้วพบว่ารายจ่ายในครัวเรือนจะอยู่ประมาณ 1,000-3,000 บาทต่อเดือนหรือคิดเป็น 50-100 บาทต่อวัน ซึ่งเมื่อไม่สามารถจำหน่ายน้ำยางพาราได้เนื่องจากฝนตก สมาชิกของหมู่บ้านจะปรับตัวโดยการจำกัดรายจ่ายในการซื้อสินค้าฟุ่มเฟือยและหันกลับมาบริโภคอาหารหลักที่ใช้วัตถุดิบภายในครัวเรือน เช่น ปลาในคลอง ในลำและผักกริมรั้วทดแทน

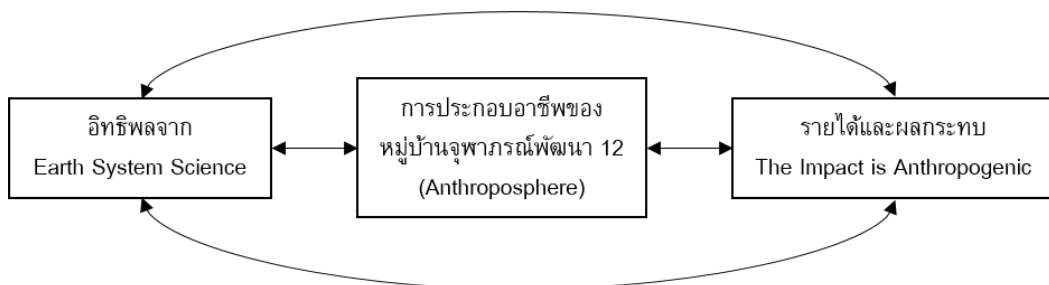
เมื่อผู้วิจัยสังเคราะห์ชุดการประกอบสร้างความเป็นชุมชนของหมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12 ก็พบว่าระบบรากฐานความคิดที่เกี่ยวข้องกับขยะมูลฝอยในครัวเรือนของหมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12 ถูกพัฒนาจากการปรับตัวต่ออิทธิพลของ The Briggs Plan ซึ่งเป็นนโยบายในการปราบปรามด้วยวิธีการจำกัดขอบเขตการเคลื่อนไหวและจำกัดเสปียง และเมื่อ The Briggs Plan ถูกยกเลิกประกาศใช้ แต่การปรับตัวให้แปรเปลี่ยนยังคงดำเนินต่อไปจนถึงปัจจุบันกลายเป็นการบริหารจัดการขยะมูลฝอยด้วยการควบคุมปริมาณการอุปโภคบริโภคในปริมาณที่จำเป็น ซึ่งนับเป็นวิธีการลดปริมาณวัสดุที่อาจจะก่อให้เกิดขยะมูลฝอยในอนาคตได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์สมาชิกหมู่บ้านหลายรุ่นและพบว่า สมาชิกหมู่บ้านส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมต่างๆ อันแรงขั้บตันให้เกิดการอุปโภคบริโภคน้อยกว่าชุมชนภายนอก ซึ่งแรงขั้บตันดังกล่าวประกอบด้วย การปรับตัวจาก The Briggs Plan, รายได้เฉลี่ยต่อวันของครัวเรือน, การประกอบอาชีพ, สภาพอากาศและการเข้าถึงแหล่งกระจายสินค้า โดยขยะมูลฝอยจำพวกเศษหญ้าและกิ่งไม้ต่างๆ กับขยะมูลฝอยจำพวกเศษผัก ผลไม้และอาหาร เป็นประเภทขยะมูลฝอยที่พบมากที่สุดเนื่องจากเป็นวัสดุที่เกิดขึ้นในพื้นที่หมู่บ้าน ส่วนขยะมูลฝอยจำพวกขยะอันตรายเป็นขยะมูลฝอยที่พบน้อยที่สุดเนื่องจากเป็นวัสดุที่มีการใช้สอยน้อยและมีอายุการใช้งานที่ค่อนข้างยาวนาน ทั้งนี้สมาชิกหมู่บ้านใช้วิธีการกำจัดทิ้งหลัก 2 วิธี คือ วิธีการเผาในที่โล่งและวิธีการฝังกลบและการเทกองบนพื้น เนื่องจากไม่มีระบบการให้บริการรวบรวม เก็บขนและกำจัดทิ้งจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สอดคล้องกับผลงานการศึกษาของณัฐชนันท์ เขียวพฤษ์และคณะ[6] ทำการศึกษาในพื้นที่ชุมชนชนบทบ้านโคกม่วง อำเภอโนนสัง จังหวัดหนองบัวลำภู ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่มีระบบการให้บริการรวบรวม เก็บขนและกำจัดจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จึงจำเป็นต้องวิธีการเผากลางแจ้งเป็นวิธีการหลักในการกำจัดทิ้งเช่นเดียวกับการศึกษาของดิษฐพล ใจชื่อและคณะ[7] ที่พบว่าวิธีการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนส่วนใหญ่จะเป็นการเผาในที่โล่งและพบปัญหาเรื่องมลพิษฟุ้งกระจาย ซึ่งส่วนใหญ่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ

ประเด็นที่ 2 ขยะมูลฝอยในครัวเรือน

ผู้วิจัยทำการศึกษาดำเนินการตามชนิดของขยะมูลฝอยในครัวเรือน จำนวน 26 ชนิด ซึ่งพบว่าปริมาณขยะมูลฝอยที่มากที่สุดในช่วงสภาพอากาศปกติ(ฝนไม่ตก) คือ เศษหญ้า เศษไม้และเศษใบไม้ รองลงมาคือ ยางและเศษหนัง ส่วนปริมาณขยะมูลฝอยที่มากที่สุดในช่วงสภาพอากาศฝนตก คือ เศษผัก ผลไม้ รองลงมาคือ เศษหญ้า เศษไม้และเศษใบไม้ และขยะมูลฝอยจำพวกพลาสติกและอื่นๆ จากนั้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาชนิดขยะมูลฝอยเป็นประเภทขยะมูลฝอยที่แบ่งออกเป็น 10 ประเภท พบว่าผลรวมปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันถูกจำแนก

ตามสภาพอากาศที่แตกต่างกัน 2 ช่วง คือ สภาพอากาศที่ฝนตกและฝนไม่ตก โดยสภาพอากาศมีผลกับรายได้ต่อวันของครัวเรือนและรายได้ต่อวันของครัวเรือนก็มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณเศษผัก ผลไม้และอาหาร, ปริมาณเศษหญ้าและกิ่งไม้ต่าง ๆ, ปริมาณกระดาษ, ปริมาณขยะมูลฝอยจำพวกพลาสติก, ปริมาณขยะมูลฝอยจำพวกผ้าและเศษผ้า และปริมาณขยะมูลฝอยจำพวกยางและเศษหนัง ซึ่งเป็นความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 ผลการศึกษาวิจัยในส่วนนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ S.Sheheli[8] ที่ได้ทำการศึกษา Waste Disposal and Management System in Rural Areas of Mymensingh และพบว่า ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในครัวเรือนจะขึ้นอยู่กับรายได้ของครัวเรือนเช่นกัน ในขณะที่ขยะมูลฝอยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ทั้งด้วยวิธีจำหน่าย วิธีการแปรรูปและวิธีการอื่นใดทำให้สามารถลดปริมาณที่ต้องนำไปกำจัดทิ้งลดลง ซึ่งขยะมูลฝอยที่นำไปใช้ประโยชน์นั้นคือ ขยะมูลฝอยจำพวกกระดาษ ขยะมูลฝอยจำพวกแก้ว ขยะมูลฝอยจำพวกพลาสติก ขยะมูลฝอยจำพวกโลหะและขยะอันตรายบางส่วน

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระยะของขยะมูลฝอยในครัวเรือนที่ถูกนำมากำจัดทิ้งด้วยวิธีการต่าง ๆ พบว่า ขยะมูลฝอยจำพวกเศษหญ้าและกิ่งไม้ต่าง ๆ มีองค์ประกอบมากที่สุดในรอบเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 กับเดือนกันยายน พ.ศ.2561 และในรอบเดือนสิงหาคม พ.ศ.2561 กับเดือนตุลาคม พ.ศ.2561 มีองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในครัวเรือนที่ถูกนำมากำจัดทิ้งด้วยวิธีการต่าง ๆ คือขยะมูลฝอยจำพวกเศษผัก ผลไม้และอาหาร แต่ในขณะที่ความหนาแน่นของขยะมูลฝอยในครัวเรือนที่ถูกนำมากำจัดทิ้งด้วยวิธีการต่าง ๆ จะมีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 0.107-0.127 กิโลกรัมต่อลิตร ซึ่งสาเหตุที่ความหนาแน่นของขยะมูลฝอยต่ำ เนื่องจากประเภทของขยะมูลฝอยส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่ แต่น้ำหนักน้อย



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบใน The Earth System Science(Environment) กับตัวแปรอื่นๆ

ประเด็นที่ 3 แนวคิดสิ่งแวดล้อมระบบโลกกับการบริหารจัดการขยะมูลฝอย

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของปริมาณขยะมูลฝอยในครัวเรือนและการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนในประเด็นที่ 2 นั้นเป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลมาคำนวณวิเคราะห์นำไปเชื่อมโยงกับแนวคิดสิ่งแวดล้อมระบบโลกหรือ The Environmental Concept of The Earth System (ตามภาพที่ 2) โดยอาศัยการคำนวณวิเคราะห์ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดทิ้งด้วยวิธีการต่าง ๆ ร่วมกับการคำนวณสมการทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยอธิบายในเชิงของปริมาณ และผู้วิจัยยังนำข้อมูลด้านมลพิษที่เกิดขึ้นจากการกำจัดทิ้งขยะมูลฝอยประกอบสร้างเป็นภาพความเชื่อมโยงดังนี้

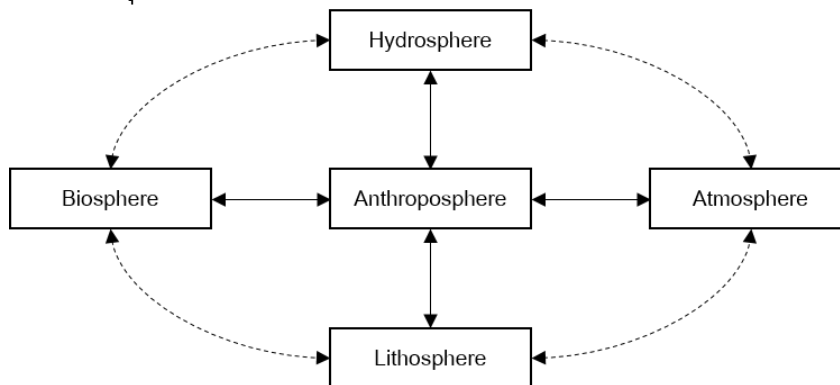
Greenhouse Gas : GHGs

จากการศึกษาในข้างต้น ผู้วิจัยมองว่าปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันตามสภาพอากาศในแต่ละช่วง ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์หาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่แยกตามสัดส่วนปริมาณตามวิธีการกำจัดทิ้งด้วยโปรแกรมคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการจัดการขยะมูลฝอย Version 2 (ฉบับแก้ไขปรับปรุงเมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2556) ของ Institute for Global Environmental Strategies (IGES) ประเทศญี่ปุ่น ก็สามารถพบได้ว่า ปริมาณก๊าซเรือน

กระจกมีการเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดและปริมาณของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ซึ่งสภาพอากาศที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกวิธีการและมีส่วนสำคัญกับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเช่นกัน

ในส่วนของหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยแนะนำให้ทำการศึกษาด้วยวิธีการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล Pearson Correlations ซึ่งจะนำเข้าสู่การวิเคราะห์ทางสถิติ Multiple Regression Analysis พบว่า ผลรวมของรายได้เฉลี่ยต่อชุมชนต่อวันเป็นตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการเกิดปริมาณขยะมูลฝอยในหลายชนิด และเมื่อนำข้อมูลต่างๆ มาวิเคราะห์ทางสถิติ Multiple Regression Analysis โดยใช้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกำจัดทิ้งด้วยวิธีการเผาในที่โล่งแจ้งและวิธีการฝังกลบและการเทกองบนพื้นเป็นตัวแปรตาม ก็พบว่า ผลรวมของรายได้เฉลี่ยต่อวันต่อชุมชนเป็นตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวที่มีความสัมพันธ์ ซึ่งแม้ว่าจะมีค่า Pearson Correlations ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระจะมีค่าสูงกว่า 0.750 จนทำให้ค่าการทำนายของสมการปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกำจัดทิ้งด้วยวิธีการวิธีการฝังกลบและการเทกองบนพื้นสูงถึง 89.10% และสมการปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกำจัดทิ้งด้วยวิธีการเผาในที่โล่งแจ้งสูง 57.30% ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดปัญหา Multicollinearity แต่ผู้วิจัยก็ยอมรับค่าการทำนายสมการทั้งสองได้ และจะนำข้อมูลดังนั้นไปแสวงหาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกำจัดทิ้งด้วยวิธีการเผาในที่โล่งแจ้งและวิธีการฝังกลบและการเทกองบนพื้นต่อไป

จากการศึกษาการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนของผู้วิจัย บัดนี้ก็เดินทางมาถึงขั้นตอนสุดท้าย อันเป็นขั้นตอนของการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงเดี่ยวต่างๆ ที่ได้ทำการเรียบเรียงและคำนวณวิเคราะห์มาตลอด ซึ่งการจับข้อมูลเชิงเดี่ยวในแต่ละตัวมาเชื่อมโยงอาจจำเป็นต้องใช้รูป ภาพในการเขียนความสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยผู้วิจัยมองว่าการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ต่างๆ โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบให้บริการรวบรวม เก็บขนและการกำจัดทิ้งอย่างถูกต้อง ซึ่งทำให้ชุมชนเหล่านั้นต้องหันมากำจัดทิ้งด้วยวิธีการต่างๆ และหนึ่งในวิธีการที่นิยมมากที่สุด นั่นคือ การเผาในที่โล่งแจ้ง



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์เชิงระบบและการไหลระหว่างกันใน The Earth System Environment

Health Human ใน Anthroposphere

ความน่ากังวลใจทั้งหลายเหล่านี้ จะตกอยู่ในประเด็นเรื่องของการขยายตัวทางเศรษฐกิจในพื้นที่หมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12 ทั้งในมิติของการเติบโตทางด้านจำนวนประชากร การเปิดพื้นที่เพื่อสอดรับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เป็นต้น จากกิจกรรมเหล่านี้ล้วนเป็นกิจกรรมที่เพิ่มปริมาณขยะมูลฝอยทั้งในทางตรง อันเกิดจากนักท่องเที่ยวและทางอ้อมจากการเพิ่มขึ้นของรายได้ชุมชน เพราะหากยังไม่มีการบริหารจัดการขยะมูลฝอยที่ถูกต้องและเหมาะสมกับบริบทเชิงพื้นที่ ก็เท่ากับการพัฒนาเชิงพื้นที่ชนบทที่ไม่ตรงจุด ก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพชุมชนทั้งกลุ่มอาการของโรคติดต่อและไม่ติดต่อกันมา ซึ่งจากภาพที่ 3 เป็นภาพการแสดงความสัมพันธ์เชิงระบบและการไหลระหว่างกันใน The Earth System Environment โดยสามารถนำไปประยุกต์กับการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนด้วยวิธีการเผาในที่โล่งแจ้งและวิธีการฝังกลบและการเทกองบนพื้นว่าเกิดเป็น Carbon Dioxide

และมลพิษอย่าง Dioxin กระจายเข้าสู่ระบบต่างๆ ใน The Earth System Environment ในทิศทางใด และจะเกิดผลกระทบตามมาอย่างไร

จากความสัมพันธ์ดังภาพที่ 3 จะพบว่ามีเส้นความสัมพันธ์อยู่ 2 เส้น นั่นคือ เส้นความสัมพันธ์ที่จำแนกตามความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงถึงกันของแต่ละระบบใน The Earth System Environment โดยเส้นที่บคือ ความสัมพันธ์ที่ส่งผลกระทบต่อกันและกันของระบบต่างๆ กับ Anthroposphere ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเน้นไปทางการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในครัวเรือนเป็นสำคัญ เพราะฉะนั้นจึงมีความสัมพันธ์ในรูปของการส่งผ่าน Carbon Dioxide และมลพิษอย่าง Dioxin เข้าสู่ระบบต่างๆ จากนั้นระบบต่างๆ จะสะสมและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวโลก รวมถึงแสดงอาการบางอย่างที่จะส่งผ่านไปยังระบบต่างๆ หรืออาจเป็นการถ่ายทอดมลพิษอย่าง Dioxin ที่ส่งผ่านเข้าสู่ระบบนิเวศและสะสมตัวในชั้นดินและแหล่งน้ำ การเขียนในลำดับนี้ ผู้วิจัยจะทำการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในรูปแบบดังกล่าว โดยมีรายละเอียดของห้องเรื่องดังนี้

การเผาขยะมูลฝอยและเศษวัสดุทางการเกษตรต่างๆ สามารถพบได้โดยทั่วไป แต่ในความทั่วไปเหล่านั้นล้วนส่งผลกระทบต่อปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะเศษวัสดุที่นำมาเผาไหม้จะมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสารพิษออกสู่ชั้นบรรยากาศ อันเป็นสาเหตุหนึ่งของการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่พื้นผิวโลก ซึ่งเมื่อผู้วิจัยมองความเชื่อมโยงจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวโลกที่กระทบต่อปัญหาสุขภาพมนุษย์ว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวโลกนั้นเป็นการกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของแมลงและเชื้อโรคต่างๆ สอดคล้องกับการศึกษาของพรพรรณ สอนเชื้อ[9] ที่ทำการศึกษเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับโรคติดเชื้อ และพบว่าการเจริญเติบโตของยุงลาย (*Aedes aegypti*) ที่ปกติแล้วจะมีวงจรการแพร่พันธุ์ที่ 12-15 วัน แต่เมื่ออุณหภูมิพื้นผิวโลกเพิ่มสูงขึ้นมากกว่า 30 องศาเซลเซียสทำให้วงจรการเจริญเติบโตเปลี่ยนเป็น 7-9 วัน อีกทั้งอุณหภูมิพื้นผิวโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นยังส่งผลกระทบต่อปริมาณและความชุกของฝนที่ตกในแต่ละพื้นที่ ทำให้บางพื้นที่มีปริมาณและความชุกมากกว่าปกติ เกิดแหล่งน้ำขังใหม่ ซึ่งเท่ากับว่าช่วยเพิ่มปริมาณแหล่งรังโรคไขเลือดออก ไข้ซิกาและไข้มาลาเรียอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

หรือหากมองในเรื่องของการการเกษตรกรรมนั้น ก็ยังสามารถอธิบายโดยนำเรื่องการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวโลกเข้ามาเชื่อมโยงกับประเด็นการแพร่กระจายของแมลงศัตรูพืชอย่างโรคใบขาวอ้อยที่มีแมลงพาหะ *M. hiroglyphicus* ซึ่งผลการวิจัยของชนาตญ์ แก้วมณีและคณะ[10] ชี้ว่าปริมาณการแพร่กระจายของแมลงเพิ่มสูงขึ้น เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น และเมื่อใช้สารเคมีในปริมาณที่มากขึ้น แมลงก็จะวิวัฒนาการตัวเองเพื่อให้สามารถต้านทานสารเคมีที่ได้รับมา ทำให้เกษตรกรต้องปรับแผนการใช้สารเคมีที่รุนแรงขึ้น ซึ่งวิธีการดังกล่าวถือเป็นวงจรมลพิษที่จะตกทอดออกเป็นระลอกต่อไปอย่างไม่รู้สิ้น เพราะเมื่อมีการใช้สารเคมีที่รุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ ค่าใช้จ่ายก็ต้องมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการแสวงหารายได้มากขึ้น เพื่อนำมาใช้ซื้อสารเคมีเหล่านี้ ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยและปัญหามลพิษในชุมชนและพื้นที่อื่นๆ เพิ่มขึ้นสอดคล้องตามแนวคิดใน Absolute Income Theory of Consumption และแนวคิด Environmental Kuznets Curves (อ้างอิงในงานของพงษ์เทพ แซ่ลิ้ม และพินิจ ดวงจินดา[11])

แม้ว่าการเพิ่มขึ้นของรายได้และปริมาณขยะมูลฝอยจะหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากการขยายทางเศรษฐกิจและการเติบโตของเทคโนโลยี แต่หากการบริหารจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ต่างๆ ยังไม่สามารถวางแผนเพื่อรับมือได้อย่างจริงจังและสมบูรณ์เหมาะสม ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะว่า ควรทำการเพิ่มเติมความรู้ ความเข้าใจเรื่องมลพิษที่เกิดขึ้นจากการกำจัดทิ้งด้วยวิธีการเผาในที่โล่ง เพราะเมื่อชุมชนใช้วิธีการเผาในที่โล่งกับปริมาณขยะมูลฝอยที่มากขึ้น จะส่งผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพโดยตรง อาทิเช่น กลุ่มอาการ Hypoxia หรือ Hypoxemia ที่เกิดจากการเผาขยะมูลฝอยในที่โล่ง ทำให้เกิดการรับ Carbon Dioxide มากเกินกว่าที่ร่างกายควรได้รับ เมื่อปริมาณ Carbon Dioxide สะสมมากขึ้นจะทำให้ร่างกายเกิดอาการต่างๆ ตามมา เช่น Alveolar Hypoventilation ค่า pH ใน

เลือดเปลี่ยนแปลง เป็นต้น[12] ซึ่งจากเอกสารของวิระชัย สมัย[13] ระบุได้อย่างสอดคล้องว่าหากได้รับ Carbon Dioxide ในปริมาณมากเกินไปอาจเป็นสาเหตุของการเสียชีวิต เนื่องจากกลุ่มอาการ Asphyxial Dead และเมื่อได้ จะเกิดปัญหาสุขภาพในระยะยาวได้[14] อีกทั้งชุมชนยังสามารถรับสารพิษจำพวก Dioxin ที่จะถูกปลดปล่อยจากการเผาในที่โล่ง การฝังกลบและการเทกองบนพื้น เพราะเมื่อ Dioxin ถูกปลดปล่อยออกมาในชั้นบรรยากาศแล้ว มนุษย์จะสูดดมและแพร่เข้าทางผิวหนังได้ทันที และอีกวิธีหนึ่งคือการเข้าสู่ระบบนิเวศทั้งระบบอากาศ ระบบน้ำและระบบดิน ซึ่งห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตล้วนแล้วแต่ต้องใช้ระบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศในการดำรงชีพ เมื่อ Dioxin เข้าสู่ร่างกายสิ่งมีชีวิตแล้วจะสามารถสะสมในไขมันและส่วนต่างๆของร่างกายได้ เมื่อมนุษย์นำสัตว์เหล่านี้มาบริโภคก็จะได้รับ Dioxin เข้าไปด้วย[15]

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เพื่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานศึกษาวิจัยที่ต้องใช้ระยะเวลาในการค้นคว้าหาความรู้ทางด้านประวัติศาสตร์ของพื้นที่การศึกษา ซึ่งหากขาดการสนับสนุนจากพี่น้องชาวบ้านหมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12 อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ก็ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและกำลังใจในการดำเนินการเรื่อยมาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศราวุธ เจ๊ะโสะ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โรจนจักรีย์ ต่านสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รวมถึงคณาจารย์คณะต่างๆ ที่มอบประสบการณ์ที่ดีและมีคุณค่า

ผู้วิจัยต้องกราบขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) ที่สนับสนุนโครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิตสกว. ด้านสังคมศาสตร์-มนุษยศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2561 และทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ในหัวข้อการแก้ไขปัญหาของชุมชน ประจำปี 2561 ที่สนับสนุนทุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัย

บรรณานุกรม

- [1] ฉัตรชัย นกดี. “เผาโฟม-พลาสติกอันตรายรับก๊าซพิษ - Thaihealth.or.th | สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)”. Thaihealth.or.th, 17 สิงหาคม 2558.
<http://www.thaihealth.or.th/Content/29150-เผาโฟม-พลาสติกอันตรายรับก๊าซพิษ.html>.
- [2] “ระบบโลก (Earth System) - LESA: ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์”. สืบค้น 17 มีนาคม 2022. <http://www.lesa.biz/earth/earth-system>.
- [3] องค์การบริหารส่วนตำบลสุคิริน อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส. “แผนพัฒนาท้องถิ่น 4 ปี (พ.ศ.2561-2564) ขององค์การบริหารส่วนตำบลสุคิริน อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส”. องค์การบริหารส่วนตำบล-สุคิริน, 2560.
- [4] วนิดา วาตีเจริญ, รังสรรค์ เลิศในสัตย์, และสมบัติ ทิมทรัพย์. *ระเบียบวิธีวิจัย จากแนวคิด ทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติ*. 1 พิมพ์ครั้งที่. ปี 2560. กรุงเทพมหานคร: บริษัท วี.พี.พี.(1991) จำกัด, 2560.
- [5] พรชัย เมฆไตรรัตน์, และ นครินทร์ เมฆไตรรัตน์. “โจรจีนคอมมิวนิสต์มาลาয়া”. *ฐานข้อมูลการเมืองการปกครองสถาบันพระปกเกล้า*. สืบค้น 22 สิงหาคม 2019.
<http://wiki.kpi.ac.th/index.php?title=%E0%B9%82%E0%B8%88%E0%B8%A3%E0%B8%88%E0%B8%B5%E0%B8%99%E0%B8%84%E0%B8%AD%E0%B8%A1%E0%B8%A1%E0%B8%B4%E0%B8%A7%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B9%8C%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%B2>.

- [6] ณัฐชนันท์ เชียงพุกษ์, อติศักดิ์ สิงห์สีโว, และ เพ็ญแข ธรรมเสนานุกภาพ. “สภาพการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ชนบทบ้านโคกม่วง อำเภอโนนสัง จังหวัดหนองบัวลำภู.” *SDU research journal humanities and social science* 2015, ฉบับที่ 11 (ม.ป.ป.): 9–28.
- [7] ดิษฐพล ใจซื่อ, เรณูวัฒน์ โคตรพัฒน์, ณัฐพร คำศิริรักษ์, สมฤทธิ์ ขวัญโพน, อภรณ์รัตน์ เนาวะดี, และธรรวรา ตันติกุลวัฒนกิจ. “สถานการณ์ขยะและการจัดการขยะที่ต้นทางในชุมชน อำเภอวาปีปทุม จังหวัด มหาสารคาม”. *วารสารโรงพยาบาลมหาสารคาม* 14, ฉบับที่ 3 (2560): 38–46.
- [8] S. Sheheli. “Waste Disposal and Manament system in Rural Areas of Mymensingh”. *Progressive Agriculture* 2007, ฉบับที่ 18 (2007): 241–46.
- [9] พรพรรณ สอนเชื้อ. “การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับโรคติดเชื้อ”. *ธรรมศาสตร์เวชสาร* 2560, ฉบับที่ 3 (2560): 440–47.
- [10] ชนาณัฐ แก้วมณี, ยุพา หาญบุญทรง, และ ทศนีย์ แจ่มจรรยา. “ผลของอุณหภูมิต่อแมลงพาหะ *Matsumuratettix hiroglyphicus* นำโรคใบขาวอ้อย”. *แก่นเกษตร* 40 ฉบับพิเศษ 3 2555, ฉบับที่ 3 (2555): 274–80. <https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=352.pdf&id=662&keeptrack=16>.
- [11] พงษ์เทพ แซ่ลิ้ม และ พินิจ ดวงจินดา. “ขยะ : อุปสรรคการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในจังหวัดภูเก็ต”, ม.ป.ป. www2.tsu.ac.th/ecba/UserFiles/%E0%B8%82%E0%B8%A2%E0%B8%B0%20%E0%B8%AD%E0%B8%B8%E0%B8%9B%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%88%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%8D%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%9A%E0%B9%82%E0%B8%95%E0%B8%97%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%A8%E0%B8%A3%E0%B8%A9%E0%B8%90%E0%B8%81%E0%B8%B4%E0%B8%88%E0%B9%83%E0%B8%99%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%AB%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B8%A0%E0%B8%B9%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B9%87%E0%B8%95.pdf ขยะ อุปสรรค การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในจังหวัดภูเก็ต.
- [12] “พยาธิสภาพตามทฤษฎี”. สืบค้น 27 พฤศจิกายน 2018. <https://coggle.it/diagram/WkKCD-a28AAB5XNh/t/%E0%B8%9E%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%98%E0%B8%B4%E0%B8%AA%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%9E%E0%B8%95%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%97%E0%B8%A4%E0%B8%A9%E0%B8%8E%E0%B8%B5>.
- [13] วิระชัย สมัย. “เสียชีวิตจากการขาดออกซิเจน(Asphyxial Dead)”. นำเสนอที่ การปฏิบัติงานด้านนิติเวช ศาสตร์ สำหรับแพทย์จังหวัดชายแดนภาคใต้ ครั้งที่ 1, คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2552.
- [14] กิตติศักดิ์ แสนประเสริฐ. “Simple Asphyxiants”. ใน *การรักษาภาวะพิษสารเคมี 1*, เรียบเรียงโดย ชีระศิษฐ์ เงินบำรุง และ อมรรัตน์ สุขบัน, 1 พิมพ์ครั้งที่, 2558:103–8. มหาวิทยาลัยมหิดล: ศูนย์พิษวิทยา รามาธิบดี คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล, 2559. <https://med.mahidol.ac.th/poisoncenter/th/books/11aug2016-1035>.
- [15] “PCD: The Dangerous Dioxin”, 2010. http://www.pcd.go.th/info_serv/haz_dioxin.html.

**RANC15-066 ผลของสารสกัดหยาบขมิ้นชันต่อไนตริกออกไซด์ และอินดิวิซิเบิล
ไนตริกออกไซด์ซินเทสของเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ที่กระตุ้น
ด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์ในสภาวะน้ำตาลสูง**

**EFFECTS OF CURCUMA LONGA CRUDE EXTRACT ON NITRIC OXIDE AND iNOS
IN LPS-STIMULATED HUMAN GINGIVAL FIBROBLASTS UNDER HIGH GLUCOSE
CONDITIONS**

กมลพร บุญยฤทธิ์^{} ปริมา บุรณสิน ณรงค์ศักดิ์ เหล่าศรีสิน^{*}
Kamonporn Boonyarit, Prima Buranasin, Narongsak Laosrisin^{*}*

*สาขาปริทันตวิทยา ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Division of Periodontology, Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics,
Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University*

^{}Corresponding author, E-mail: narong@g.swu.ac.th*

บทคัดย่อ

จากการที่พบว่ามีการแสดงออกของอินดิวิซิเบิลไนตริกออกไซด์ซินเทส (iNOS) ในเนื้อเยื่อเหงือกของผู้ที่เป็นโรคปริทันต์อักเสบและ/หรือเบาหวาน ซึ่งสัมพันธ์กับการทำลายของเนื้อเยื่อปริทันต์ จึงอาจทำให้ iNOS ถูกใช้เป็นเป้าหมายในการรักษา เคอร์คิวมินมีคุณสมบัติทั้งด้านการอักเสบและต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นการใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันซึ่งคงสารประกอบอื่นอาจช่วยเสริมผลในการรักษา จึงนำมาสู่การศึกษาผลของสารสกัดหยาบขมิ้นชันต่อการสร้างไนตริกออกไซด์ (NO) และการแสดงออกของ iNOS ในเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ (Human gingival fibroblasts; HGF) ที่กระตุ้นด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์ (LPS) ในสภาวะน้ำตาลสูง โดยสกัดขมิ้นชันด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 และเลี้ยง HGF ในอาหารเลี้ยงเซลล์น้ำตาลปกติ (5.5 มิลลิโมลาร์) หรือน้ำตาลสูง (50 มิลลิโมลาร์) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ต่อมาเปลี่ยนเป็นอาหารเลี้ยงเซลล์ไม่ผสมซีรัมที่มีสารสกัดหยาบขมิ้นชันความเข้มข้น 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ/หรือ LPS 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ด้วยวิธี MTT วิเคราะห์การสร้าง NO ด้วย Nitrate assay และวิเคราะห์การแสดงออกของ iNOS ด้วยวิธี qRT-PCR จากการศึกษาพบว่าสารสกัดหยาบขมิ้นชันไม่แสดงความเป็นพิษต่อเซลล์ สภาวะน้ำตาลสูงทำให้จำนวนเซลล์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนการสร้าง NO และการแสดงออกของ iNOS ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่ได้รับและไม่ได้รับสารสกัดหยาบขมิ้นชัน อย่างไรก็ตามสารสกัดหยาบขมิ้นชันมีแนวโน้มลดการแสดงออกของ iNOS ในกลุ่มควบคุมภาวะน้ำตาลสูง ซึ่งอาจอนุมานได้ว่าการใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันเสริมอาจช่วยป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อน เช่น โรคปริทันต์อักเสบในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดี

คำสำคัญ: สารสกัดหยาบขมิ้นชัน เซลล์สร้างเส้นใยเหงือก ไนตริกออกไซด์ อินดิวิซิเบิลไนตริกออกไซด์ซินเทส

Abstract

Inducible nitric oxide synthase (iNOS) expresses in the gingival tissue of periodontitis and/or diabetes patients, which is associated with the destruction of periodontal tissues and as a potential therapeutic target. Curcumin has anti-inflammatory and antioxidant properties, so the usage of crude turmeric extract (TUR) may have pharmacological effects on other compounds that could improve therapeutic outcomes. This study aims to investigate the effects of TUR on nitric oxide (NO) production and iNOS expression in lipopolysaccharide (LPS)-stimulated human gingival fibroblasts (HGF) under high glucose conditions. Turmeric was extracted with 95% ethanol. HGF were cultured in normal (5.5 mM) or high (50 mM) glucose media for 72 hours, then the media were replaced with serum-free media containing 15 µg/ml TUR and/or 1 µg/ml LPS for 24 hours. The cell cytotoxicity was determined by MTT assay. The NO production was assessed by a nitrate assay and the iNOS mRNA expression was evaluated by qRT-PCR. The results showed that TUR had no cytotoxicity. The high glucose condition significantly reduced the number of viable cells ($p < 0.05$). There were no significant differences in NO production and iNOS expression between groups, with and without TUR. However, TUR tended to suppress high glucose-induced iNOS expression in HGF. Therefore, adjunctive therapy with TUR may prevent complications such as periodontitis in patients with uncontrolled diabetes.

Keywords: Crude Turmeric Extract, Gingival Fibroblasts, Nitric Oxide, iNOS

บทนำ

ไนตริกออกไซด์ (Nitric oxide) เป็นสารอนุมูลอิสระ ไม่มีขั้ว ที่มีช่วงอายุสั้น ทำหน้าที่ส่งสัญญาณสำหรับกระบวนการทางสรีรวิทยาและพยาธิวิทยาต่าง ๆ ไนตริกออกไซด์สร้างจากกรดอะมิโนแอลอาร์จินีน (L-arginine) โดยเอนไซม์ไนตริกออกไซด์ซินเทส (Nitric oxide synthase; NOS) ซึ่งมีอยู่ 3 ไอโซฟอร์ม (Isoforms) ได้แก่ นิวรอนอลไนตริกออกไซด์ซินเทส (Neuronal NOS; nNOS/NOS1) อินดิวิซิเบิลไนตริกออกไซด์ซินเทส (Inducible NOS; iNOS/NOS2) และเอนโดทีเลียลไนตริกออกไซด์ซินเทส (Endothelial NOS; eNOS/NOS3) โดยเอนไซม์ที่มีอยู่ประจำ (Constitutive enzyme) คือ eNOS และ nNOS ทำหน้าที่สร้างไนตริกออกไซด์ความเข้มข้นต่ำในช่วงเวลาสั้น ๆ ซึ่งมีบทบาทในกระบวนการทางสรีรวิทยา ตรงข้ามกับ iNOS ที่จะถูกกระตุ้นด้วยตัวกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ได้แก่ ลิโปโพลีแซคคาไรด์ (Lipopolysaccharides; LPS) ของแบคทีเรีย และไซโตไคน์กระตุ้นการอักเสบ การกระตุ้น iNOS จะทำให้เกิดการสร้างไนตริกออกไซด์ความเข้มข้นสูงเป็นระยะเวลายาวนาน [1] ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับโรคต่างๆ จากการศึกษาพบว่า เนื้อเยื่อเหงือกของผู้ที่เป็นโรคปริทันต์อักเสบและเบาหวาน ผู้ที่เป็นโรคปริทันต์อักเสบอย่างเฉียบ และผู้ที่เป็นโรคเบาหวานอย่างเฉียบ มีการแสดงออกของ iNOS มากกว่ากลุ่มควบคุม และเซลล์ในเนื้อเยื่อเหงือกที่มีการแสดงออกของ iNOS ได้แก่ เซลล์อักเสบ และเซลล์สร้างเส้นใย [2] ในหนูทดลองที่เหนี่ยวนำให้เป็นโรคปริทันต์อักเสบโดยการมัดฟันด้วยไหมเย็บแผลมีการแสดงออกของ iNOS ในเนื้อเยื่อเหงือกเพิ่มขึ้น และมีการละลายตัวของกระดูกเบ้าฟัน เมื่อให้เมอร์แคปโทเอทิลกวานิดีน (Mercaptoethyl guanidine; MEG) ซึ่งเป็นตัวยับยั้งเฉพาะ iNOS พบว่า สามารถลดการละลายของกระดูกได้ แสดงถึงบทบาทของ iNOS ต่อพยาธิกำเนิดของโรคปริทันต์อักเสบ [3] นอกจากนี้ในการศึกษาที่เหนี่ยวนำหนูทดลองให้เป็น

โรคเบาหวานและปริทันต์อักเสบโดยการฉีดยาและผูกมัดมัดฟัน พบว่า กลุ่มที่เป็นโรคเบาหวานและปริทันต์อักเสบมีการละลายของกระดูกมากกว่ากลุ่มที่เป็นโรคปริทันต์อักเสบอย่างเดียว สัมพันธ์กับการแสดงออกของ iNOS นิวเคลียร์แฟกเตอร์แคปปาบี (Nuclear factor kappa B; NF-kB) และทูเมอร์เนคโครซิสแฟกเตอร์ แอลฟา (Tumor necrosis factor alpha; TNF- α) แสดงถึงการที่โรคเบาหวานทำให้โรคปริทันต์อักเสบมีความรุนแรงขึ้น และ iNOS มีบทบาทในกระบวนการนี้ [4]

ขมิ้นชัน (Turmeric) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ เคอร์คูมา ลองกา (*Curcuma longa* L.) เป็นพืชสมุนไพรที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการแพทย์แผนทางเลือก เป็นสารที่ไม่เป็นพิษ และมีคุณสมบัติที่หลากหลาย เช่น ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ฆ่าเชื้อ เป็นต้น [5] มีการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเคอร์คิวมิน (Curcumin) ซึ่งเป็นสารสำคัญของขมิ้นชันอย่างกว้างขวาง โดยพบว่า เคอร์คิวมินสามารถยับยั้งการแสดงออกของ iNOS และการสร้างไนตริกออกไซด์ ในเซลล์แมคโครฟาจเพาะเลี้ยง (Cell line) ที่ได้จากหนู (RAW 264.7) ที่กระตุ้นด้วย LPS โดยยับยั้งการกระตุ้น NF-kB [6] นอกจากนี้มีการศึกษาที่บ่งชี้ว่าสารประกอบอื่นของขมิ้นชันมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ [7] ผู้วิจัยจึงต้องการนำสารสกัดหยาบขมิ้นชัน ซึ่งมีวิธีการเตรียมไม่ซับซ้อน และคงสารประกอบอื่น ๆ ของขมิ้นชันรวมทั้งเคอร์คิวมินมาศึกษาผลต่อการสร้างไนตริกออกไซด์ และการแสดงออกของ iNOS ในเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ ซึ่งเป็นเซลล์หลักในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ไม่แสดงความทนต่อ LPS (LPS tolerance) มีบทบาทในการคงการอักเสบ [8] โดยกระตุ้นด้วย LPS จากเชื้อพอร์ไฟโรโมแนส จิงจิवालิส (*Porphyromonas gingivalis*; Pg) ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคปริทันต์อักเสบ (Keystone pathogen) [9] และสภาวะน้ำตาลสูง เทียบเท่ากับระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมไม่ได้ [10, 11]

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของสารสกัดหยาบขมิ้นชันต่อการสร้างไนตริกออกไซด์และการแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA ของเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ที่กระตุ้นด้วย LPS ในสภาวะน้ำตาลสูง

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมสารสกัดหยาบขมิ้นชัน

ผงขมิ้นชัน (เวชพงศ์โอสด, ประเทศไทย) ถูกสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ในห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีสมุนไพรและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีปริมาณสารสกัดหยาบขมิ้นชัน (%Yield) อยู่ที่ร้อยละ 22.16 ± 0.84 เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High performance liquid chromatography; HPLC) พบว่า มีสารกลุ่มเคอร์คิวมินอยด์ (Curcuminoids) ร้อยละ 16.583 ± 0.57 ประกอบด้วย เคอร์คิวมินร้อยละ 5.694 ± 0.182 ดีเมทอกซีเคอร์คิวมิน (Demethoxycurcumin) ร้อยละ 3.521 ± 0.107 และบิสดีเมทอกซีเคอร์คิวมิน (Bisdemethoxycurcumin) ร้อยละ 7.368 ± 0.282 การเตรียมสารเพื่อใช้ในการทดสอบจะละลายสารสกัดหยาบขมิ้นชันโดยใช้ไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (Dimethyl Sulphoxide; DMSO) (Panreac, Spain) เป็นตัวทำละลาย จากนั้นเจือจางด้วยอาหารเลี้ยงเซลล์ไม่ผสมซีรัม (Gibco, USA) และกรองผ่านแผ่นกรองทำให้ปราศจากเชื้อความละเอียด 0.22 ไมโครเมตร (Pall Corporation, USA) โดยเตรียมให้ได้ความเข้มข้นสุดท้ายของ DMSO \leq ร้อยละ 0.1 ซึ่งไม่เป็นพิษต่อเซลล์ [12]

การเพาะเลี้ยงเซลล์

ใช้เซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ จากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของเหงือกบริเวณเพดานปากที่ไม่มีอาการอักเสบของผู้ที่ไม่มีโรคประจำตัวที่เข้ารับการทำศัลยกรรมปริทันต์ที่คลินิกหลังปริญญา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ซึ่งผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (SWUEC/F-313/2563) โดยนำเซลล์ในรุ่นที่ 3-6 จากผู้เข้าร่วมวิจัย 3 คน มาเพาะเลี้ยงแบ่งเป็นกลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมภาวะปกติ (NG)

กลุ่มที่ 2 กลุ่มน้ำตาลปกติ และได้รับสารสกัดหยาบขมมันชัน (NG+TUR)

กลุ่มที่ 3 กลุ่มน้ำตาลปกติ และกระตุ้นด้วย LPS (NG+LPS)

กลุ่มที่ 4 กลุ่มน้ำตาลปกติ กระตุ้นด้วย LPS และได้รับสารสกัดหยาบขมมันชัน (NG+LPS+TUR)

กลุ่มที่ 5 กลุ่มควบคุมภาวะน้ำตาลสูง (HG)

กลุ่มที่ 6 กลุ่มน้ำตาลสูง และได้รับสารสกัดหยาบขมมันชัน (HG+TUR)

กลุ่มที่ 7 กลุ่มน้ำตาลสูง และกระตุ้นด้วย LPS (HG+LPS)

กลุ่มที่ 8 กลุ่มน้ำตาลสูง กระตุ้นด้วย LPS และได้รับสารสกัดหยาบขมมันชัน (HG+LPS+TUR)

การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์

ถ่ายเซลล์สร้างเส้นใยเหงือก ปริมาณ 1×10^4 เซลล์ต่อหลุม ในอาหารเลี้ยงเซลล์ผสมซีรัม ระดับน้ำตาลปกติ 100 ไมโครลิตร ในถาดเลี้ยงเซลล์ 96 หลุม เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเปลี่ยนเป็นอาหารเลี้ยงเซลล์ตามกลุ่มน้ำตาล ได้แก่ อาหารเลี้ยงเซลล์ไม่มีฟินอลเรด ผสมซีรัม ระดับน้ำตาลปกติ 5.5 มิลลิโมลาร์ และระดับน้ำตาลสูง 50 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เมื่อครบแล้วเปลี่ยนเป็นอาหารเลี้ยงเซลล์ไม่มีฟินอลเรด ไม่ผสมซีรัม ตามกลุ่มการได้รับสารสกัดหยาบขมมันชันความเข้มข้น 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และการกระตุ้นด้วย LPS จากเชื้อ *Pg* (InvivoGen, USA) ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ด้วย MTT assay (Invitrogen, USA) โดยวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Asys UVM 340 (Biochrom, UK) ที่ 570 นาโนเมตร และคำนวณจำนวนเซลล์ด้วยสมการ $\text{Viable cell number (\%)} = \frac{(\text{OD}_{\text{sample}} - \text{blank})}{(\text{OD}_{\text{control}} - \text{blank})} \times 100$ ตัวอย่างจากผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 คน จะถูกทำการทดลองแยกกัน 3 ครั้ง ในแต่ละครั้งจะทำซ้ำ 3 หลุมในแต่ละกลุ่ม

การวิเคราะห์การสร้างไนตริกออกไซด์

ใส่เซลล์สร้างเส้นใยเหงือกในถาดเพาะเลี้ยงเซลล์แบบ 6 หลุม ปริมาณ 2×10^5 เซลล์ต่อหลุม จำนวน 8 หลุม เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ผสมซีรัม ระดับน้ำตาลปกติ 1 มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ตามกลุ่มน้ำตาลเป็นเวลา 72 ชั่วโมง และเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ตามกลุ่มการได้รับสารสกัดหยาบขมมันชันและการกระตุ้นด้วย LPS จนครบ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำเลี้ยงเซลล์ในเงื่อนไขต่าง ๆ มาวิเคราะห์การสร้างไนตริกออกไซด์ด้วย Nitric Oxide (total) detection kit (Enzo Life Sciences, USA) แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Multiskan Sky Microplate Spectrophotometer (Thermo Scientific, USA) คำนวณปริมาณไนตริกออกไซด์ (ไมโครโมลาร์) โดยเทียบค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของสารตัวอย่างที่หักลบ blank กับกราฟมาตรฐาน จากนั้นนำค่าที่ได้ไปปรับ (Normalize) กับร้อยละความมีชีวิตของเซลล์จาก MTT assay เพื่อกำจัดปัจจัยความแตกต่างของจำนวนเซลล์ในแต่ละกลุ่ม ตัวอย่างจากผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 คน จะถูกทำการทดลองแยกกัน 2 ครั้ง ในแต่ละครั้งจะทำซ้ำ 2 หลุมในแต่ละกลุ่ม

การวิเคราะห์การแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA

ใส่เซลล์สร้างเส้นใยเหลืองในงานเพาะเลี้ยงเซลล์ขนาด 60 มิลลิเมตร ปริมาณ 3×10^5 เซลล์ต่อจาน จำนวน 8 จาน เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ผสมซีรัม ระดับน้ำตาลปกติ 3 มิลลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ตามกลุ่มน้ำตาลเป็นเวลา 72 ชั่วโมง หลังจากนั้น 24 ชั่วโมง เลี้ยงเซลล์ในอาหารเลี้ยงเซลล์ตามกลุ่มการได้รับสารสกัดหยาบขมมันชันและการกระตุ้นด้วย LPS จากนั้นนำเซลล์ที่ได้จากการเลี้ยงในเงื่อนไขต่าง ๆ มาวิเคราะห์การแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA โดยสกัด RNA รวมด้วย TRIzol™ Reagent (Invitrogen, USA) และวัดปริมาณ RNA โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร (A260) ด้วยเครื่อง UV-1800 Spectrophotometer (Shimadzu, Japan) แล้วนำไปสังเคราะห์ cDNA ด้วย PrimeScript™ RT Master Mix (Perfect Real Time) (Takara Bio, Japan) และเครื่อง Dry bath incubator (Major Science, Taiwan) จากนั้นเพิ่มจำนวน DNA และวิเคราะห์การแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA ด้วย Real-time PCR โดยใช้ LightCycler® 480 SYBR Green I Master (Roche, USA) และเครื่อง LightCycler® 480 Instrument II (Roche, USA) และใช้ไพรเมอร์ (Macrogen, Republic of Korea) ซึ่งมีลำดับเบสดังนี้ iNOS [13] F (5'-3') CAGTACGTTTGGCAATGGAGACTG, R (5'-3') GTGTAGAGCTTGGGGATCTGAATG และ β -actin [10] F (5'-3') GGCATCCTCACCTGAAGT, R (5'-3') GGGTGTGAAGTCTCAA โดยปฏิกิริยา PCR มีขั้นตอนดังนี้ Pre-incubation 95°C 5 นาที จากนั้น Amplification 45 รอบ แต่ละรอบประกอบด้วย Denaturation 95°C 15 วินาที Annealing 60°C 40 วินาที และ Extension 72°C 40 วินาที จากนั้นคำนวณการแสดงออกของ iNOS ด้วยสมการ Fold change = $2^{-\Delta\Delta CT}$ ตัวอย่างจากผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 คน จะถูกทำการทดลองแยกกัน 3 ครั้ง ในแต่ละครั้งจะทำซ้ำ 3 หลุมในแต่ละกลุ่ม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์สถิติด้วยโปรแกรม SPSS Statistics Base 20.0 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) แสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบการแจกแจงของข้อมูลด้วย Shapiro-Wilk test วิเคราะห์ข้อมูลความเป็นพิษต่อเซลล์ การสร้างไนตริกออกไซด์ และการแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA ด้วย Paired sample t-test

ผลการวิจัย

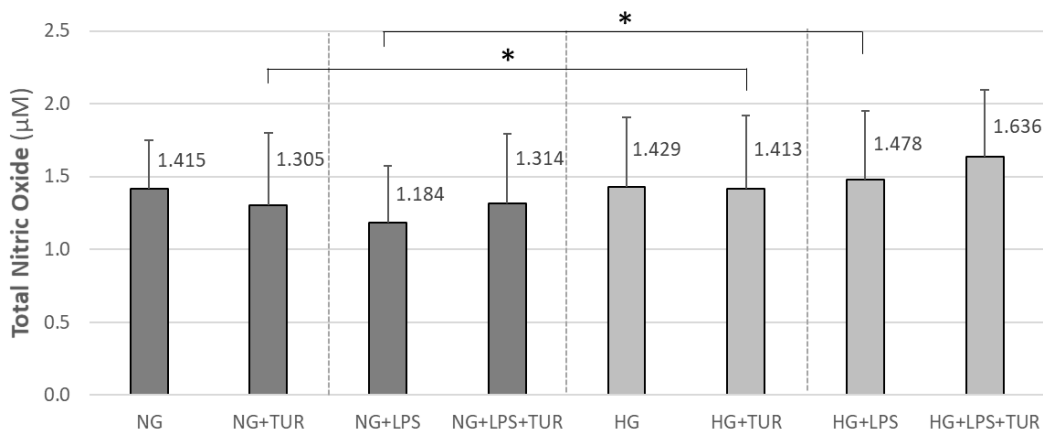
ผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์

เมื่อทดสอบเซลล์ที่เลี้ยงในเงื่อนไขต่าง ๆ 8 กลุ่ม พบว่า การได้รับสารสกัดหยาบขมมันชัน 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร หรือการกระตุ้นด้วย LPS จากเชื้อ *Pg 1* ไมโครกรัมต่อมิลลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างของจำนวนเซลล์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่แสดงความเป็นพิษต่อเซลล์ แต่เมื่อพิจารณาปัจจัยน้ำตาล พบว่า กลุ่มน้ำตาลสูง ได้แก่ HG, HG+TUR, HG+LPS และ HG+LPS+TUR มีจำนวนเซลล์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม NG, NG+TUR, NG+LPS และ NG+LPS+TUR ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงความเป็นพิษต่อเซลล์

ผลการวิเคราะห์การสร้างไนตริกออกไซด์

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณไนตริกออกไซด์ในน้ำเลี้ยงเซลล์เงื่อนไขต่าง ๆ พบว่า สภาวะน้ำตาลสูงทำให้เซลล์มีการสร้างไนตริกออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในกลุ่ม HG+TUR และ HG+LPS และ

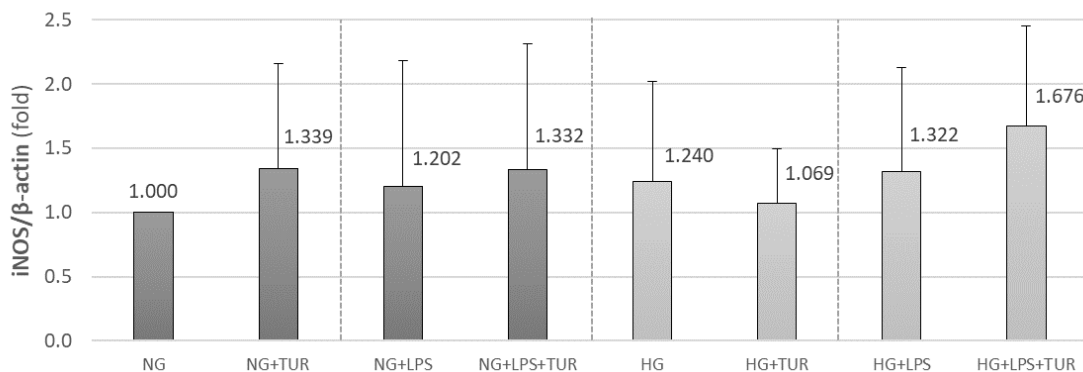
เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญในกลุ่ม HG และ HG+LPS+TUR เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม NG+TUR, NG+LPS, NG และ NG+LPS+TUR ตามลำดับ เช่นเดียวกับการกระตุ้นด้วย LPS ที่ทำให้เกิดการสร้างไนตริกออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ยกเว้นในกลุ่ม NG+LPS ที่ LPS ไม่กระตุ้นการสร้างไนตริกออกไซด์ ส่วนสารสกัดหยาดขมิ้นชันนั้นไม่ทำให้เกิดความแตกต่างของการสร้างไนตริกออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่ได้รับและไม่ได้รับสารสกัดหยาดขมิ้นชัน



ภาพที่ 1 ปริมาณไนตริกออกไซด์ (ไมโครโมลาร์) ในน้ำเลี้ยงเซลล์กลุ่มต่าง ๆ

ผลการวิเคราะห์การแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA

ในการวิเคราะห์การแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม เมื่อเปรียบเทียบ NG+LPS กับ NG และ HG+LPS กับ HG พบว่า LPS มีแนวโน้มเพิ่มการแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ HG กับ NG และ HG+LPS กับ NG+LPS พบว่าสภาวะน้ำตาลสูงมีแนวโน้มเพิ่มการแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณากลุ่ม NG+TUR, NG+LPS+TUR และ HG+LPS+TUR พบว่าการได้รับสารสกัดหยาดขมิ้นชันมีแนวโน้มเพิ่มการแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่ม NG, NG+LPS และ HG+LPS ตามลำดับ ยกเว้นในกลุ่ม HG+TUR ที่การได้รับสารสกัดหยาดขมิ้นชันมีแนวโน้มลดการแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่ม HG



ภาพที่ 2 อัตราส่วน (เท่า) การแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA เทียบกับ β-actin ของเซลล์กลุ่มต่าง ๆ

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษานำร่อง (Pilot study) พบว่า เซลล์ที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ไม่ผสมซีรัมที่มีสารสกัดหยาบไขมันชั้น 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับสารสกัดหยาบไขมันชั้น 15 ซึ่งแสดงถึงความไม่เป็นพิษต่อเซลล์ จึงใช้เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดหยาบไขมันชั้นสำหรับการศึกษาต่อไป

เมื่อทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์สร้างเส้นใยเหนือกมมนุษย์ที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ตามกลุ่มน้ำตาลเป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นเปลี่ยนเป็นอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีหรือไม่มี LPS 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสารสกัดหยาบไขมันชั้น 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า การได้รับสารสกัดหยาบไขมันชั้นไม่ทำให้เกิดการลดลงของจำนวนเซลล์หรือไม่เป็นพิษต่อเซลล์ ส่วนการกระตุ้นด้วย LPS จากเชื้อ *Pg* 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเซลล์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่เป็นพิษต่อเซลล์ ทั้งเซลล์ที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์น้ำตาลปกติ (NG+LPS) และเซลล์ที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์น้ำตาลสูง (HG+LPS) สอดคล้องกับการศึกษาอื่น ๆ ก่อนหน้า [14-16] นอกจากนี้ ยังพบว่า สภาวะน้ำตาลสูง (50 มิลลิโมลาร์ 72 ชั่วโมง) ทำให้จำนวนเซลล์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) หรือมีความเป็นพิษต่อเซลล์ โดยในการศึกษาของ Wu และคณะ (2017) พบว่า สภาวะน้ำตาลสูง 25 มิลลิโมลาร์ ที่ 12, 24 และ 72 ชั่วโมง ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเซลล์สร้างเส้นใยเหนือกมมนุษย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [17] ในขณะที่การศึกษาของ พรินา บูรณสิน และคณะ (2018) พบว่า สภาวะน้ำตาลสูง 50 มิลลิโมลาร์ ที่เวลา 72 ชั่วโมง ทำให้เซลล์สร้างเส้นใยเหนือกมมนุษย์มีอัตราการเพิ่มจำนวนลดลง และวัดค่าเอนไซม์แลคเตตดีไฮโดรจีเนส (Lactate dehydrogenase; LDH) ที่แสดงความเป็นพิษต่อเซลล์ได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งยังมีการเพิ่มขึ้นของอนุมูลอิสระออกซิเจนที่ว่องไว (Reactive oxygen species; ROS) ภายในเซลล์และการแสดงออกของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [10] ซึ่งอธิบายการที่จำนวนเซลล์สร้างเส้นใยเหนือกมมนุษย์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญนั้นเกิดจากสภาวะน้ำตาลสูงเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress)

ในการวิเคราะห์การสร้างไนตริกออกไซด์และการแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA ของการศึกษานี้ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ได้รับและไม่ได้รับสารสกัดหยาบไขมันชั้น ซึ่งอาจเกิดจากการกระตุ้นด้วย *Pg* LPS 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร 24 ชั่วโมง และ/หรือสภาวะน้ำตาลสูง 50 มิลลิโมลาร์ 72 ชั่วโมง นั้นไม่เหมาะสม สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่กระตุ้น HGF ด้วยสารสกัดของเชื้อ *Pg* 1-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วไม่พบการสร้างไนตริกออกไซด์ [13] แต่แตกต่างจากการศึกษาถัดมาที่สามารถกระตุ้นการสร้างไนตริกออกไซด์ของ HGF ด้วย LPS จากเชื้อซัลโมเนลลา เอนทีโรติติส (*Salmonella enteritidis*) 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หรือ *Pg* LPS 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร 24 ชั่วโมง [18, 19] อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาที่แสดงว่าการกระตุ้น HGF ด้วย LPS ร่วมกับไซโตไคน์ [19, 20] หรือการกระตุ้นด้วยไซโตไคน์หลายชนิดร่วมกัน [21] สามารถเพิ่มการแสดงออกของ iNOS และการสร้างไนตริกออกไซด์ได้มากกว่า ส่วนการกระตุ้นด้วยน้ำตาล มีรายงานการศึกษาในเซลล์ RAW 264.7 ซึ่งพบว่า HG เพียงอย่างเดียวไม่สามารถกระตุ้นการสร้างไนตริกออกไซด์ได้ แต่เมื่อใช้ HG 15 มิลลิโมลาร์ 48 ชั่วโมง หรือ 25 มิลลิโมลาร์ 24 ชั่วโมง ร่วมกับ LPS ของเชื้อเอสเชอริเชีย โคลิ (*Escherichia coli*; *E. coli*) 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถเพิ่มการสร้างไนตริกออกไซด์และการแสดงออกของ iNOS ได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มน้ำตาลปกติ (5.5 มิลลิโมลาร์) ที่กระตุ้นด้วย LPS เนื่องจาก HG เพิ่มการทำงานของโปรตีนไคเนสซี แอลฟา/เดลตา (Protein kinase C alpha/delta; PKC- α/δ) และ NF- κ B [22] ขณะที่อีกการศึกษาพบว่าเมื่อกระตุ้นเซลล์ RAW 264.7 ด้วย HG 12 หรือ 24 มิลลิโมลาร์ เพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับ *E. coli* LPS 3 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 72 ชั่วโมง สามารถเพิ่มการสร้างไนตริกออกไซด์ได้อย่างมีนัยสำคัญ [23] ส่วนผลของ HG ต่อ HGF มีรายงานว่า เมื่อกระตุ้นด้วย HG 25 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 24

ชั่วโมง จะพบการแสดงออกของตัวรับเหมือนทอลล์ 2 (Toll-like receptor 2; TLR 2) มากที่สุด และมีการเพิ่มขึ้นของ NF- κ B p65 TNF- α และอินเตอร์ลิวคิน 1 เบต้า (Interleukin 1 beta; IL-1 β) อย่างมีนัยสำคัญ โดย HG กระตุ้นการหลั่งไซโตไคน์ด้วยการเหนี่ยวนำ TLR2 ผ่าน PKC- α/δ [24] สอดคล้องกับอีกการศึกษาที่พบการเพิ่มการแสดงออกของ TLR2 และ TLR4 และการหลั่งของ IL-1 β เมื่อกระตุ้น HGF ด้วย HG 25 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และพบการเพิ่มขึ้นของ NF- κ B p65 และ ROS เมื่อกระตุ้นด้วย HG เป็นเวลา 1 ชั่วโมง [25] อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาการสร้างไนตริกออกไซด์ในเซลล์ HGF ที่กระตุ้นด้วย HG

ในการวิเคราะห์การแสดงออกของ iNOS ของการศึกษานี้พบว่า สารสกัดหยาบไขมันชั้นมีแนวโน้มเพิ่มการแสดงออกของ iNOS ในกลุ่ม NG, NG+LPS และ HG+LPS และมีแนวโน้มลดการแสดงออกของ iNOS ในกลุ่ม HG อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีทั้งส่วนที่แตกต่างและสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่แสดงคุณสมบัติของไขมันชั้นในการต้านการอักเสบ และต้านอนุมูลอิสระ ในการต้านการอักเสบ ผลของเคอร์คิวมินต่อเซลล์ RAW 264.7 ที่ถูกกระตุ้นด้วย LPS นั้นทำให้เซลล์ลดการหลั่งไซโตไคน์ ได้แก่ IL-1 β และ TNF- α [26] และลดการแสดงออกของ iNOS และการสร้างไนตริกออกไซด์ [6, 27] ด้วยกลไกที่เคอร์คิวมินยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไอแคปปาบีไคเนส (IKB kinase; IKK) ทำให้ไม่เกิดการกระตุ้น NF- κ B [6] นอกจากนี้ เคอร์คิวมินยังมีส่วนส่งเสริมการสลาย iNOS และยับยั้งการทำงานของ iNOS ผ่านการยับยั้งเอกตราเซลล์ลูลาร์ซิกแนล-เรกูเลทโปรตีนไคเนส 1/2 (Extracellular signal-regulated protein kinases 1/2; ERK1/2) [27] ส่วนไนเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกหนูที่กระตุ้นด้วย LPS เคอร์คิวมินลดการสร้าง IL-1 β และ TNF- α ยับยั้งการกระตุ้น NF- κ B และยับยั้งการลดลงของอัตราส่วนของออสทีโอโปรเทจเรจิน ตอร์เซ็ปเตอร์แอกทิเวเตอร์ออฟนิวเคลียร์แฟกเตอร์แคปปาบีไลแกนด (Osteoprotegerin/receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand; OPG/RANKL) [28] และไนเซลล์ HGF ที่ถูกกระตุ้นด้วย LPS เคอร์คิวมินมีผลยับยั้งการแสดงออกของ COX-2 [29] ขณะที่การศึกษานี้ สารสกัดหยาบไขมันชั้นมีแนวโน้มเพิ่มการแสดงออกของ iNOS ใน HGF กลุ่มที่กระตุ้นด้วย LPS ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกับการศึกษาก่อนหน้านี้ โดยอาจเป็นผลมาจากการได้รับสารสกัดหยาบไขมันชั้นพร้อมกับการกระตุ้นด้วย LPS ทำให้ไม่เกิดการยับยั้งการกระตุ้น NF- κ B เนื่องจากมีการศึกษาไนเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวมนุษย์เพาะเลี้ยง (ML-1a) ที่พบว่า หากเซลล์ได้รับเคอร์คิวมิน 1 ชั่วโมง ก่อนการกระตุ้นด้วย TNF- α จะแสดงการยับยั้งการกระตุ้น NF- κ B ขณะที่เซลล์ที่ได้รับเคอร์คิวมินพร้อมกับการกระตุ้นด้วย TNF- α จะไม่เกิดการยับยั้งการกระตุ้น NF- κ B [30] ในส่วนคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ เคอร์คิวมินสามารถดักจับ ROS ภายในเซลล์ [31] และไนตริกออกไซด์ได้ [32] จากการศึกษาไนเซลล์เยื่อบุท่อไตมนุษย์เพาะเลี้ยง (HK-2) ที่กระตุ้นด้วย HG พบว่า เคอร์คิวมินลด ROS และเพิ่มส่วนที่เกี่ยวข้องกับการต้านอนุมูลอิสระภายในเซลล์ ได้แก่ กลูตาไทโอน (Glutathione; GSH) ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (Super oxide dismutase; SOD) และการแสดงออกของนิวเคลียร์แฟกเตอร์อีริทรอยด์ 2 รีเลทเทดแฟกเตอร์ 2 (Nuclear factor erythroid 2-related factor 2; Nrf2) [33] สอดคล้องกับการศึกษาไนเซลล์เยื่อบุท่อไตหนูเพาะเลี้ยง (NRK-52E) ที่กระตุ้นด้วย HG ซึ่งพบว่า เคอร์คิวมินลดการเพิ่ม ROS และยับยั้งการกระตุ้น TLR4/NF- κ B [34] ดังนั้นในการศึกษานี้ การที่สารสกัดหยาบไขมันชั้นมีแนวโน้มลดการแสดงออกของ iNOS ในกลุ่ม HG อาจเป็นผลมาจากคุณสมบัติในการดักจับ ROS ที่เพิ่มขึ้นจากการกระตุ้นด้วย HG ทำให้เกิดการยับยั้งวิถี ROS/NF- κ B [25, 35]

เนื่องจากในการวิเคราะห์ผลของสารสกัดหยาบไขมันชั้นต่อการสร้างไนตริกออกไซด์ และการแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม แต่มีการศึกษาที่พบว่า HGF เป็นแหล่งที่พบการเหนี่ยวนำให้เกิดการสร้างไนตริกออกไซด์มากเกินจาก iNOS ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดของโรคปริทันต์อักเสบ [21] และการที่โรคเบาหวานทำให้โรคปริทันต์อักเสบมีความรุนแรงมากขึ้น [2] จึงควรต้องมีการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการต่อไป โดยปรับเปลี่ยนชนิดตัวกระตุ้น และปรับความเข้มข้น รวมถึงระยะเวลา

หรือช่วงเวลาในการกระตุ้น นอกจากนี้ อาจเพิ่มเติมตัวชี้วัดเพื่อให้เข้าใจกลไกการออกฤทธิ์หรือเป้าหมายระดับโมเลกุลภายในเซลล์ของสารสกัดหยาบไขมันชั้น

สรุปผลการวิจัย

สารสกัดหยาบไขมันชั้นความเข้มข้น 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ไม่เป็นพิษต่อ HGF ในการวิเคราะห์ผลของสารสกัดหยาบไขมันชั้นต่อการสร้างไนตริกออกไซด์ และการแสดงออกของ iNOS ในระดับ mRNA ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ได้รับและไม่ได้รับสารสกัดหยาบไขมันชั้น แต่สารสกัดหยาบไขมันชั้นมีแนวโน้มลดการแสดงออกของ iNOS ในกลุ่ม HG ดังนั้นการใช้สารสกัดหยาบไขมันชั้นเสริมอาจช่วยป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อน เช่น โรคปริทันต์อักเสบ ในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดี ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย (สัญญาเลขที่ 633/2563) และคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Moncada, S., *Nitric oxide: physiology, pathophysiology and pharmacology*. Pharmacol rev, 1991. **43**: p. 109-142.
- [2] Shaker, O., et al., *Inducible nitric oxide synthase (iNOS) in gingival tissues of chronic periodontitis with and without diabetes: immunohistochemistry and RT-PCR study*. Archives of oral biology, 2013. **58**(10): p. 1397-1406.
- [3] Lohinai, Z., et al., *Protective effects of mercaptoethylguanidine, a selective inhibitor of inducible nitric oxide synthase, in ligature-induced periodontitis in the rat*. British journal of pharmacology, 1998. **123**(3): p. 353-360.
- [4] Sun, S., et al., *The expression of inducible nitric oxide synthase in the gingiva of rats with periodontitis and diabetes mellitus*. Arch Oral Biol, 2020. **112**: p. 104652.
- [5] Amalraj, A., et al., *Biological activities of curcuminoids, other biomolecules from turmeric and their derivatives—A review*. Journal of traditional and complementary medicine, 2017. **7**(2): p. 205-233.
- [6] Pan, M.-H., S.-Y. Lin-Shiau, and J.-K. Lin, *Comparative studies on the suppression of nitric oxide synthase by curcumin and its hydrogenated metabolites through down-regulation of IKB kinase and NFkB activation in macrophages*. Biochemical pharmacology, 2000. **60**(11): p. 1665-1676.
- [7] Lantz, R.C., et al., *The effect of turmeric extracts on inflammatory mediator production*. Phytomedicine, 2005. **12**(6-7): p. 445-452.
- [8] Ara, T., et al., *Human gingival fibroblasts are critical in sustaining inflammation in periodontal disease*. Journal of periodontal research, 2009. **44**(1): p. 21-27.

- [9] Usui, M., et al., *Mechanism of alveolar bone destruction in periodontitis—Periodontal bacteria and inflammation*. Japanese Dental Science Review, 2021. **57**: p. 201-208.
- [10] Buranasin, P., et al., *High glucose-induced oxidative stress impairs proliferation and migration of human gingival fibroblasts*. PloS one, 2018. **13**(8): p. e0201855-e0201855.
- [11] Kato, H., et al., *High glucose concentrations suppress the proliferation of human periodontal ligament stem cells and their differentiation into osteoblasts*. Journal of periodontology, 2016. **87**(4): p. e44-e51.
- [12] Zhuang, Z., et al., *Curcumin Inhibits Joint Contracture through PTEN Demethylation and Targeting PI3K/Akt/mTOR Pathway in Myofibroblasts from Human Joint Capsule*. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2019. **2019**.
- [13] Hirose, M., et al., *Expression of cytokines and inducible nitric oxide synthase in inflamed gingival tissue*. Journal of periodontology, 2001. **72**(5): p. 590-597.
- [14] Azevedo, F.P., et al., *Palatal mucosa derived fibroblasts present an adaptive behavior regarding cytokine secretion when grafted onto the gingival margin*. BMC Oral Health, 2014. **14**(1): p. 21.
- [15] Chiu, H.C., et al., *Effect of high glucose, Porphyromonas gingivalis lipopolysaccharide and advanced glycation end-products on production of interleukin-6/8 by gingival fibroblasts*. J Periodontal Res, 2017. **52**(2): p. 268-276.
- [16] Yiemwattana, I. and R. Kaomongkolgit, *Alpha-mangostin suppresses IL-6 and IL-8 expression in P. gingivalis LPS-stimulated human gingival fibroblasts*. Odontology, 2015. **103**(3): p. 348-55.
- [17] Wu, Y., et al., *MicroRNA-126 Regulates Inflammatory Cytokine Secretion in Human Gingival Fibroblasts Under High Glucose via Targeting Tumor Necrosis Factor Receptor Associated Factor 6*. J Periodontol, 2017. **88**(11): p. e179-e187.
- [18] Gutiérrez-Venegas, G., et al., *Role of p38 in nitric oxide synthase and cyclooxygenase expression, and nitric oxide and PGE2 synthesis in human gingival fibroblasts stimulated with lipopolysaccharides*. Life Sci, 2005. **77**(1): p. 60-73.
- [19] Ji, S., et al., *Effect of aging on expression of nitric oxide and inducible nitric oxide synthase in human gingival fibroblasts*. The Journal of the Korean Academy of Periodontology, 2006. **36**(2): p. 361-373.
- [20] Kendall, H., et al., *Nitric oxide synthase type-II is synthesized by human gingival tissue and cultured human gingival fibroblasts*. Journal of periodontal research, 2000. **35**(4): p. 194-200.
- [21] Daghigh, F., et al., *Human gingival fibroblasts produce nitric oxide in response to proinflammatory cytokines*. Journal of periodontology, 2002. **73**(4): p. 392-400.
- [22] Hua, K.F., et al., *High glucose increases nitric oxide generation in lipopolysaccharide-activated macrophages by enhancing activity of protein kinase C- α/δ and NF-KB*. Inflamm Res, 2012. **61**(10): p. 1107-16.
- [23] Cantuária, A.P.C., et al., *The effects of glucose concentrations associated with lipopolysaccharide and interferon-gamma stimulus on mediators' production of RAW 264.7 cells*. Cytokine, 2018. **107**: p. 18-25.

- [24] Jiang, S.Y., et al., *High glucose induces inflammatory cytokine through protein kinase C-induced toll-like receptor 2 pathway in gingival fibroblasts*. *Biochem Biophys Res Commun*, 2012. **427**(3): p. 666-70.
- [25] Vo, T.T.T., et al., *Protective mechanisms of Taiwanese green propolis toward high glucose -induced inflammation via NLRP3 inflammasome signaling pathway in human gingival fibroblasts*. *Journal of Periodontal Research*, 2021.
- [26] Chen, D., et al., *Anti-inflammatory activity of curcumin in macrophages stimulated by lipopolysaccharides from Porphyromonas gingivalis*. *Pharmacology*, 2008. **82**(4): p. 264-269.
- [27] Ben, P., et al., *Curcumin promotes degradation of inducible nitric oxide synthase and suppresses its enzyme activity in RAW 264.7 cells*. *International immunopharmacology*, 2011. **11**(2): p. 179-186.
- [28] Xiao, C.-J., et al., *Protective effect and related mechanisms of curcumin in rat experimental periodontitis*. *Head & face medicine*, 2018. **14**(1): p. 1-8.
- [29] Hu, P., P. Huang, and M.W. Chen, *Curcumin attenuates cyclooxygenase -2 expression via inhibition of the NF- κ B pathway in lipopolysaccharide -stimulated human gingival fibroblasts*. *Cell biology international*, 2013. **37**(5): p. 443-448.
- [30] Singh, S. and B.B. Aggarwal, *Activation of transcription factor NF- κ B is suppressed by curcumin (diferuloylmethane)*. *Journal of Biological Chemistry*, 1995. **270**(42): p. 24995-25000.
- [31] Barzegar, A. and A.A. Moosavi-Movahedi, *Intracellular ROS Protection Efficiency and Free Radical-Scavenging Activity of Curcumin*. *PLOS ONE*, 2011. **6**(10): p. e26012.
- [32] Sreejayan and M.N. Rao, *Nitric oxide scavenging by curcuminoids*. *J Pharm Pharmacol*, 1997. **49**(1): p. 105-7.
- [33] Guan, T., et al., *Effects of curcumin pretreatment on cell proliferation, oxidative stress, and Nrf2 pathways in HK-2 cells cultured in high glucose medium*. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CLINICAL AND EXPERIMENTAL MEDICINE*, 2018. **11**(12): p. 13422-13428.
- [34] Liu, X., et al., *Effects of Curcumin on High Glucose-Induced Epithelial-to-Mesenchymal Transition in Renal Tubular Epithelial Cells Through the TLR4-NF- κ B Signaling Pathway*. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 2021. **14**: p. 929.
- [35] Volpe, C.M.O., et al., *Cellular death, reactive oxygen species (ROS) and diabetic complications*. *Cell Death Dis*, 2018. **9**(2): p. 119.

**RANC15-067 ผลของสารสกัดหยาบขมิ้นชันต่อการแสดงออกของทูเมอร์เนคโครซิส
แฟกเตอร์ แอลฟา และอินเตอร์ลิวคิน-1 เบต้าของเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ที่กระตุ้น
ด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์ในสภาวะน้ำตาลสูง**

**EFFECTS OF CURCUMA LONGA CRUDE EXTRACT ON TNF-ALPHA AND IL-1 BETA
IN LPS-STIMULATED HUMAN GINGIVAL FIBROBLASTS UNDER HIGH GLUCOSE
CONDITIONS**

รพีพรรณ นะภิใจ ปริมา บุรณสิน ณรงค์ศักดิ์ เหล่าศรีสิน*
*Rapeepan Napijai, Prima Buranasin, Narongsak Laosrisin**

สาขาปริทันตวิทยา ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
*Division of periodontology, Department of conservative dentistry and prosthodontics,
Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University.*

*Corresponding author, E-mail: narong@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

ทูเมอร์เนคโครซิสแฟกเตอร์แอลฟา (TNF- α) และอินเตอร์ลิวคิน-1 เบต้า (IL-1 β) เป็นไซโตไคน์ที่มีส่วนในการทำลายเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน กระดูกเบ้าฟัน และส่งผลต่อภาวะดื้อต่ออินซูลิน ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับขมิ้นชัน (Curcuma longa หรือ Turmeric; TUR) อย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีฤทธิ์ลดการอักเสบและการฆ่าเชื้อ ในการศึกษาจึงต้องการศึกษาผลของสารสกัดหยาบ (Crude extract) ขมิ้นชันต่อการแสดงออกของ TNF- α และ IL-1 β ในเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ (Human gingival fibroblasts; HGF) ที่กระตุ้นด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์ (LPS) ในสภาวะน้ำตาลสูง โดยสกัดขมิ้นชันด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 และเพาะเลี้ยงเซลล์ในอาหารระดับน้ำตาลปกติ (5.5 มิลลิโมลาร์; NG) หรือน้ำตาลสูง (50 มิลลิโมลาร์; HG) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นในอีก 24 ชั่วโมงต่อมา ทั้งสองกลุ่มจะมีการเติมขมิ้นชัน 15 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร LPS 1 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และเติมขมิ้นชันร่วมกับ LPS ร่วมด้วย ต่อมาตรวจสอบความเป็นพิษต่อเซลล์โดยวิธี MTT และวิเคราะห์การแสดงออกของยีนโดยวิธี qRT-PCR พบว่า สารสกัดหยาบขมิ้นชันไม่เกิดพิษต่อเซลล์ ตรงข้ามกับสภาวะน้ำตาลสูงที่ทำให้จำนวนเซลล์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05) ในกลุ่ม HG ทั้งหมด เมื่อเทียบกับกลุ่ม NG ที่ถูกกระตุ้นในสภาวะเดียวกัน นอกจากนี้ขมิ้นชันสามารถลดการแสดงออกของยีน IL-1 β ในกลุ่ม NG+TUR และ HG+TUR เมื่อเทียบกับกลุ่ม NG และ HG อย่างมีนัยสำคัญ อาจสรุปได้ว่า ขมิ้นชันไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ แม้ว่าขมิ้นชันจะลดการแสดงออก IL-1 β ได้ในสภาวะน้ำตาลปกติและน้ำตาลสูง แต่ไม่สามารถลดการแสดงออกของ IL-1 β ในสภาวะที่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบด้วย LPS นอกจากนี้ยังไม่ส่งผลต่อยีน TNF- α อย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: โรคปริทันต์อักเสบ ทูเมอร์เนคโครซิสแฟกเตอร์แอลฟา อินเตอร์ลิวคิน-1 เบต้า สารสกัดหยาบขมิ้นชัน

Abstract

Tumor necrosis factor- α (TNF- α) and Interleukin (IL-1 β) are pro-inflammatory cytokines, commonly promote connective tissue destruction, alveolar bone resorption, and insulin resistance. Nowadays Curcuma longa (Turmeric; TUR) have been extensively studied, according to its anti-inflammation and antimicrobial activities. Hence, this study aims to analyze the effects of turmeric crude extract on TNF- α and IL-1 β expression in lipopolysaccharide (LPS)-stimulated human gingival fibroblasts (HGF) under high glucose condition. Turmeric was extracted with 95% ethanol. HGF were cultured in normal glucose (5.5 mM; NG) or high glucose (50mM; HG) for 72 h. Then cells were cultured for another 24 h with or without 1 μ g/ml Lipopolysaccharides (LPS) together with or without 15 μ g/ml turmeric. Subsequently, MTT assay to analyze cell cytotoxicity or gene expression analysis by qRT-PCR was performed. Based on the given results, turmeric does not has cytotoxic activity. The HG conditions can significantly impair cell proliferation in all HG groups (P-value<0.05) when compared to NG groups that have the same stimulants. In addition, turmeric significantly decreased the expression of IL-1 β in NG+TUR and HG+TUR groups when compared to NG and HG groups. In conclusion, turmeric crude extract is not toxic to HGF. Even though its properties can decrease the expression of IL-1 β in normal and high glucose conditions, it does not have an effect on IL-1 β in LPS-induced inflammation. Moreover, it does not have an effect on TNF- α significantly.

Keywords: Periodontitis, Tumor Necrosis Factor Alpha, Interleukin-1 Beta, Turmeric Crude Extract

บทนำ

โรคปริทันต์อักเสบ (Periodontitis) เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่สะสมอยู่ในคราบจุลินทรีย์บริเวณคอฟัน ส่งผลให้มีการทำลายเหงือก (Gingiva) เอ็นยึดปริทันต์ (Periodontal ligament) เคลือบรากฟัน (Cementum) และกระดูกเบ้าฟัน (Alveolar bone) ภายในเนื้อเยื่อเหงือกประกอบด้วยเซลล์หลากหลายชนิด หนึ่งในนั้นคือ เซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ (Human gingival fibroblasts; HGF) ซึ่งทำหน้าที่สร้างคอลลาเจนจึงทำให้เซลล์ดังกล่าวมีบทบาทในการคงอยู่และการหายของแผลในเนื้อเยื่อปริทันต์ [1] เมื่อมีการรุกรานของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคปริทันต์ เช่น พอร์ไฟโรโมนัส จิงจิวาริส (*Porphyromonas gingivalis*; Pg) จะมีการปล่อยไลโปโพลีแซ็กคาไรด์ (Lipopolysaccharides; LPS) แทรกเข้ามาในเนื้อเยื่อปริทันต์ หลังจากนั้น HGF จะหลั่งสารสื่อการอักเสบหรือไซโตไคน์ (Cytokine) เช่น ทูเมอร์เนคโครซิสแฟกเตอร์ แอลฟา (Tumor necrosis factor- α ; TNF- α) และอินเตอร์ลิวคิน-1 เบต้า (Interleukin-1 beta; IL-1 β) ส่งผลให้มีการทำงานของเอนไซม์ย่อยคอลลาเจน (Collagenolytic enzymes) ยับยั้งการพัฒนาของเซลล์สร้างกระดูก และสร้างเซลล์สลายกระดูก ต่อมาจึงเกิดการทำลายเนื้อเยื่อและกระดูกล้อมรอบฟันจนนำไปสู่การเกิดโรคปริทันต์อักเสบ [2]

เป็นที่ทราบกันดีว่าโรคเบาหวาน และโรคปริทันต์อักเสบเป็นโรคที่มีความสัมพันธ์แบบสองทาง กล่าวคือ เมื่อมีการรุกรานของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคปริทันต์อักเสบในผู้ป่วยเบาหวาน ระดับน้ำตาลในกระแสเลือดที่สูงจะเพิ่มการหลั่งของ TNF- α และ IL-1 β จากเซลล์เม็ดเลือดขาวออกมาสู่น้ำเหลืองเหงือกในปริมาณที่มากกว่าปกติ อีกทั้งยัง

เพิ่มการสร้างความเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) ส่งผลให้เนื้อเยื่อปริทันต์มีการอักเสบที่รุนแรงมากขึ้น ในทางกลับกันเมื่อเป็นโรคปริทันต์อักเสบจะเพิ่มการผลิตของ TNF- α IL-1 β IL-6 และ IL-8 ภายในเนื้อเยื่อเพื่อตอบสนองต่อการติดเชื้อ ซึ่งไซโตไคน์ดังกล่าวจะเพิ่มการอักเสบในระดับต่ำ และทำให้ภาวะต่ออินซูลินเลวร้ายลง [3] ดังนั้นหากมีสารที่สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาล และลดระดับสารสื่ออักเสบได้ ย่อมส่งผลดีในการรักษาทั้งโรคปริทันต์อักเสบและโรคเบาหวาน

ในปัจจุบันขมิ้นชันเป็นสมุนไพรที่ได้รับความนิยมเนื่องจากเป็นสารจากธรรมชาติ ไม่มีพิษ มีคุณสมบัติที่สำคัญ เช่น ต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ ต้านเชื้อแบคทีเรีย และยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง ส่วนเหง้าขมิ้นชันมีองค์ประกอบสำคัญได้แก่ เคอร์คิวมิน (Curcumin) ซึ่งเป็นสารที่สำคัญที่สุดในการต้านการอักเสบ เนื่องจากยับยั้งการส่งสัญญาณของนิวเคลียร์แฟกเตอร์แคปปาบี (Nuclear factor-kappa B; NF-kB) และ ไมโทเจิน-แอคทีเวเตดโปรตีนไคเนส (Mitogen activated protein kinase pathway; MAPK) ซึ่งเป็นทรานสคริปชันแฟกเตอร์ที่มีบทบาทสำคัญในการเกิดขบวนการอักเสบ [4] ด้วยเหตุว่าเคอร์คิวมินสามารถลดการแสดงออกของ TNF- α IL- β และลดอัตราส่วนระหว่างรีเซพเตอร์ แอคทีเวเตด ออฟ เอ็นเอฟแคปปาบี ไลแกนด์ (Receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand; RANKL) และออสทีโอโปรทีจิริน (Osteoprotegerin; OPG) มีผลให้ลดการทำลายเส้นใยคอลลาเจนและกระดูกอ่อนรอบฟัน ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการพัฒนาสารสกัดจากเคอร์คิวมินเพื่อใช้ในการรักษาโรคปริทันต์อักเสบอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เช่น เจล น้ำยาบ้วนปาก น้ำยาฉีดล้างใต้เหงือก ร่วมกับการขูดหินน้ำลายและเกลารากฟันเพื่อประสิทธิภาพในการรักษาที่ดียิ่งขึ้น [5] อีกทั้งเคอร์คิวมินยังมีบทบาทสำคัญต่อโรคเบาหวาน เนื่องจากยับยั้งภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นจากเบาหวาน ลดภาวะต่ออินซูลิน ลดระดับน้ำตาลในเลือด และลดความเครียดออกซิเดชัน [6]

จากคุณสมบัติของเคอร์คิวมินที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้ที่เลือกใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชัน เนื่องจากสามารถสกัดและสังเคราะห์ง่าย แทนการใช้เคอร์คิวมินเพียงอย่างเดียว เนื่องด้วยขมิ้นชันเป็นสมุนไพรหนึ่งที่มีภายในประเทศซึ่งได้รับการบรรจุอยู่ในตำรายา และถูกนำมาทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบเพื่อรักษาโรคปริทันต์อักเสบอยู่หลายการศึกษา อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่นำสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันมาใช้ทดสอบการยับยั้งการแสดงออกของยีน TNF- α และ IL- β ในเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ที่ถูกกระตุ้นด้วย LPS ของเชื้อ *Pg* ในสภาวะน้ำตาลสูง เพื่อจำลองการเกิดโรคปริทันต์อักเสบร่วมกับโรคเบาหวาน โดยผู้ศึกษาหวังว่าผลการศึกษานี้จะนำมาใช้เป็นข้อมูลเพื่อเพิ่มทางเลือกของการรักษาโรคปริทันต์อักเสบในผู้ป่วยเบาหวาน อีกทั้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้สารสกัดหยาบขมิ้นชันได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของสารสกัดหยาบขมิ้นชันต่อการแสดงออกของ TNF- α และ IL- β ในระดับเมสเซนเจอร์ อาร์เอ็นเอ (mRNA) ของเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการอักเสบโดย LPS ในสภาวะน้ำตาลปกติและน้ำตาลสูง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร

เซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ได้จากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของเหงือกในผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาด้วยวิธีศัลยกรรมปริทันต์ ณ คลินิกหลังปริญญา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องมีอายุ

20-60 ปี ไม่มีโรคประจำตัว ไม่มีประวัติสูบบุหรี่ ไม่อยู่ระหว่างการตั้งครรภ์หรือให้นมบุตร ไม่รับประทานยาที่มีผลต่อระบบภูมิคุ้มกัน การอักเสบ และการติดเชื้อภายใน 1 เดือนก่อนเข้าร่วมงานวิจัย โดยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันต้องได้มาจากบริเวณที่ชี้ฟันและเหงือกโดยรอบที่ไม่มีอาการอักเสบ ไม่มีร่องลึกปริทันต์ และไม่มีรอยโรคใด ๆ ซึ่งได้รับความยินยอมจากผู้ป่วย และผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (SWUEC/F-314/2563) ในการทดลองจะใช้เซลล์รุ่นที่ 3-6 จากผู้เข้าร่วมวิจัย 3 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การแบ่งกลุ่มการทดลอง

กลุ่มน้ำตาลปกติ (5.5 มิลลิโมลาร์)	กลุ่มน้ำตาลสูง (50 มิลลิโมลาร์)
กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมภาวะปกติ (NG)	กลุ่มที่ 5 กลุ่มควบคุมภาวะน้ำตาลสูง (HG)
กลุ่มที่ 2 กลุ่มน้ำตาลปกติที่ได้รับไขมันชั้น (NG+TUR)	กลุ่มที่ 6 กลุ่มน้ำตาลสูงที่ได้รับไขมันชั้น (HG+TUR)
กลุ่มที่ 3 กลุ่มน้ำตาลปกติที่ได้รับ LPS (NG+LPS)	กลุ่มที่ 7 กลุ่มน้ำตาลสูงที่ได้รับ LPS (HG+LPS)
กลุ่มที่ 4 กลุ่มน้ำตาลปกติที่ได้รับไขมันชั้นและ LPS (NG+TUR+LPS)	กลุ่มที่ 8 กลุ่มน้ำตาลสูงที่ได้รับไขมันชั้นและ LPS (HG+LPS+TUR)

2. การเตรียมสารสกัดหยาบไขมันชั้น

สารสกัดหยาบไขมันชั้นได้มาจากผงไขมันชั้นแห้ง (เวชพงศ์ไอสด, ประเทศไทย) ที่ถูกสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 โดยเตรียมจากห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีสมุนไพรและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีปริมาณสารสกัดหยาบไขมันชั้น (% yield) อยู่ที่ร้อยละ 22.16 ± 0.84 เมื่อวิเคราะห์โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography; HPLC) พบว่า สารสกัดหยาบไขมันชั้นประกอบด้วย เคอร์คิวมิน 5.694 ± 0.182 ดีเมทอกซีเคอร์คิวมิน 3.521 ± 0.107 และบิสดีเมทอกซีเคอร์คิวมิน 7.368 ± 0.282 (ร้อยละโดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก) การเตรียมสารเพื่อใช้ในการกระตุ้นเซลล์จะละลายสารสกัดหยาบไขมันชั้นโดยใช้ไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (Dimethyl Sulphoxide; DMSO) (Panreac, Spain) เป็นตัวทำละลาย จากนั้นเจือจางด้วยอาหารเลี้ยงเซลล์ไม่ผสมซีรัม (Gibco, USA) ก่อนการทดลองจะกรองสารสกัดผ่านแผ่นกรอง Acrodisc® Syringe Filters (0.2 μ m Supor® membrane, Pall Corporation, NY, USA) เพื่อทำให้ปราศจากเชื้อ โดยเตรียมให้ได้ความเข้มข้นสุดท้ายของสารสกัดหยาบไขมันชั้น 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ใน DMSO ร้อยละ 0.1 ซึ่งไม่พบว่าเป็นพิษต่อเซลล์ [7]

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์

จากการศึกษานำร่อง (Pilot study) เพื่อหาความเข้มข้นของสารสกัดหยาบไขมันชั้นต่อจำนวนเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์พบว่า ไขมันชั้นที่เข้มข้น 15 ไมโครกรัม/มิลลิลิตรสามารถเพิ่มจำนวนเซลล์ได้อย่างมีนัยสำคัญ (P -value < 0.05) ดังนั้นจึงตัดสินใจเลือกความเข้มข้นนี้มาทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ (Cell cytotoxicity) โดยทำการเก็บเซลล์จากผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 คน เซลล์แต่ละคนจะนำไปทดสอบแยกกันในแต่ละสภาวะ 2 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งจะทำ 3 ซ้ำในแต่ละกลุ่ม ในการทดลองแต่ละครั้งต้องเตรียมเซลล์ ปริมาณ 1×10^4 เซลล์ต่อหลุมในอาหารเลี้ยงเซลล์ FBS ร้อยละ 10 ระดับน้ำตาลปกติ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เลี้ยงในภาชนะเลี้ยงเซลล์ 96 หลุม เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเปลี่ยนอาหารเลี้ยงเซลล์ตามกลุ่มน้ำตาล ได้แก่ (1) ระดับน้ำตาลปกติ 5.5 มิลลิโมลาร์ (2) ระดับน้ำตาลสูง 50 มิลลิโมลาร์ จากนั้น

เลี้ยงเซลล์เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ต่อไปจึงเปลี่ยนอาหารเลี้ยงเซลล์เป็นแบบไม่ผสมซีรัมที่มีสารสกัดหยาบไขมันชั้นความเข้มข้นสุดท้าย 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 100 ไมโครลิตรต่อหลุม ซึ่งใช้ DMSO ร้อยละ 0.1 เป็นกลุ่มควบคุม ทั้งในสภาวะที่ไม่มีและมี LPS 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร บ่มต่อ 24 ชั่วโมง [8] ต่อมาเปลี่ยนอาหารเลี้ยงเซลล์เป็นชนิดที่ไม่ผสมซีรัม ปริมาตร 100 ไมโครลิตรที่มีสารละลาย MTT (Invitrogen, USA) ปริมาตร 10 ไมโครลิตร บ่มต่อ 4 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาจึงทำการดูดอาหารเลี้ยงเซลล์ออกและเติม DMSO หลุมละ 100 ไมโครลิตร บ่มต่อ 30 นาที สุดท้ายทำการวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่องอ่านไมโครเพลท (Tecan US, Durham, NC, USA) ที่ 570 นาโนเมตร [8] โดยความเข้มของสีที่เกิดขึ้นจะสัมพันธ์กับจำนวนเซลล์ที่ยังมีชีวิต จากนั้นทำการคำนวณร้อยละความเป็นพิษต่อเซลล์โดยใช้สมการ [9] ดังต่อไปนี้ $\% \text{ Cell proliferation} = (\text{OD}_{\text{sample}} - \text{blank}) / (\text{OD}_{\text{control}} - \text{blank}) \times 100$

3.2 วิเคราะห์การแสดงออกในระดับ mRNA ของยีน TNF- α และ IL- β โดยเทคนิค qRT-PCR

เก็บเซลล์จากผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 คน เซลล์แต่ละคนจะนำไปทดสอบแยกกันในแต่ละสภาวะ 2 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งจะทำ 3 ซ้ำในแต่ละกลุ่ม ในการทดลองแต่ละครั้งต้องเตรียมเซลล์ ปริมาณ 3×10^5 เซลล์ ถ่ายลงในจานเลี้ยงเซลล์ขนาด 60 มิลลิเมตร ในอาหารเลี้ยงเซลล์ปริมาตร 3 มิลลิลิตร โดยมีขั้นตอนและชนิดอาหารเช่นเดียวกับการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ เมื่อครบกำหนดเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากได้รับ LPS และไขมันชั้นจะวิเคราะห์ปริมาณของ mRNA ด้วย TRIzol™ Reagent (Invitrogen, Carlsbad, CA, USA) จากนั้นสังเคราะห์ cDNA จาก RNA ด้วย PrimeScript RT Master Mix (Perfect Real Time :Takara, Shiga, Japan) และวิเคราะห์การแสดงออกของยีน TNF- α และ IL- β ด้วยเทคนิค qRT-PCR โดยใช้ระบบ SYBR Green (LightCycler® 480 SYBR Green I Master :Roche, UK) ตามคำแนะนำของบริษัท โดยใช้ไพรเมอร์ (Macrogen, Seoul, Korea) ความเข้มข้น 100 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีลำดับเบสดังต่อไปนี้ TNF- α [10] F (5'-3') TCTTCTCGAACCCCGAGTGA, R (5'-3') CCTCTGATGGCACCACCAG IL- β [11] F (5'-3') ATGATGGCTTATTACAGTGGCAA, R (5'-3') GTCGGAGATTCGTAGCTGGA และ β -actin [12] F (5'-3') GGCATCCTCACCTGAAGTA, R (5'-3') GGGGTGTTGAAGTCTCAA โดยปฏิกิริยา PCR มีขั้นตอนดังนี้ Pre-incubation 95°C 5 นาที จากนั้น Amplification 40 รอบ แต่ละรอบประกอบด้วยขั้นตอน Denaturation 95°C 15 วินาที Annealing 58°C 40 วินาที และ Extension 72°C 40 วินาที จากนั้นคำนวณการแสดงออกของ TNF- α และ IL- β ด้วยสมการ $\text{Fold change} = 2^{-\Delta\Delta\text{CT}}$

3.3 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

ทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS Statistics Base 22.0 รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-value < 0.05) จากนั้นทดสอบการแจกแจงของข้อมูลด้วยวิธี Shapiro-Wilk test ในขั้นตอนทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ ขั้นตอนการวิเคราะห์การแสดงออกของยีน TNF- α และ IL- β ในระดับ mRNA ทำการทดสอบนัยสำคัญรายคู่ด้วยวิธี Paired Samples t-Test โดยจำกัดการเปรียบเทียบให้ต่างกันเพียง 1 ปัจจัย

ผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์

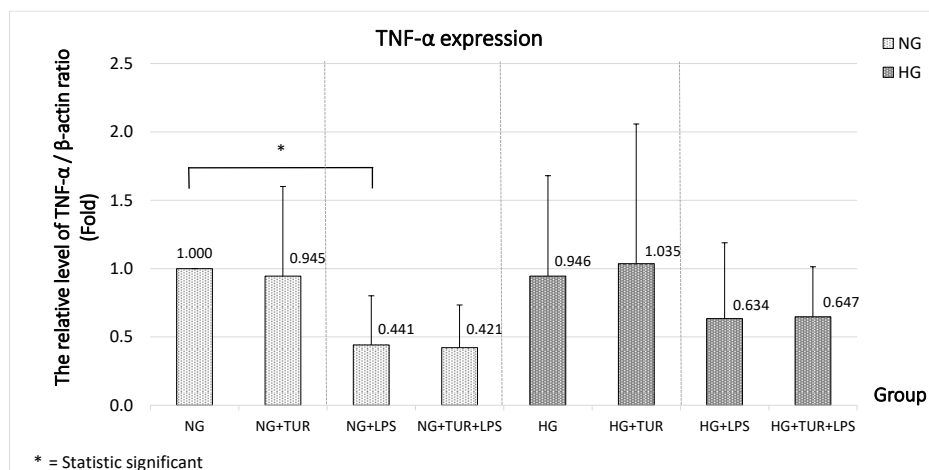
กลุ่มตัวอย่างทดสอบสภาวะน้ำตาลปกติ เมื่อได้รับสารสกัดหยาบไขมันชั้นและ LPS จะมีจำนวนเซลล์เท่ากับ 101.94 ± 6.95 (NG+TUR), 103.51 ± 7.61 (NG+LPS) และ 101.72 ± 7.87 (NG+TUR +LPS) ซึ่งมีจำนวนเซลล์เพิ่มขึ้น

เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมภาวะน้ำตาลปกติ (NG) ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างทดสอบสภาวะน้ำตาลสูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.66 ± 4.35 (HG), 94.55 ± 4.33 (HG+TUR), 93.76 ± 5.99 (HG+LPS) และ 94.75 ± 9.76 (HG+LPS+TUR) ตามลำดับ (ผลการทดสอบดังกล่าวได้วัดผลร่วมกับ การศึกษาผลของสารสกัดหยาดขมิ้นชันต่อการเปลี่ยนแปลงด้านอื่น ๆ เช่น การลดสารสื่ออักเสบ หรือการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นการศึกษาวิจัยในชุดโครงการเดียวกัน) จากผลการทดสอบบ่งบอกได้ว่า ขมิ้นชันและ LPS ไม่เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ เนื่องจากสามารถเพิ่มจำนวนเซลล์ได้เล็กน้อยอย่างไม่มีความสำคัญ ตรงข้ามกับสภาวะน้ำตาลสูงที่พบจำนวนเซลล์ลดลง

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของเซลล์ในกลุ่มทดสอบที่มีน้ำตาลปกติและน้ำตาลสูง โดยกำหนดให้ทดสอบความแตกต่างของปัจจัยในแต่ละคู่ด้วยวิธี Paired Samples t-Test คือกลุ่ม (NG เทียบกับ HG.), (NG+TUR เทียบกับ HG+TUR), (NG+LPS เทียบกับ HG+LPS) และ (NG+TUR+LPS เทียบกับ HG+TUR+LPS) พบว่า ในกลุ่มน้ำตาลสูง จะส่งผลให้มีจำนวนเซลล์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มน้ำตาลปกติ (P-value < 0.05) บ่งบอกได้ว่า เมื่อเซลล์ได้รับน้ำตาลสูงถึง 50 มิลลิโมลาร์ นาน 72 ชั่วโมงจะเกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ และมีจำนวนเซลล์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P-value < 0.05)

2. ผลการวิเคราะห์การแสดงออกในระดับ mRNA ของยีน TNF- α

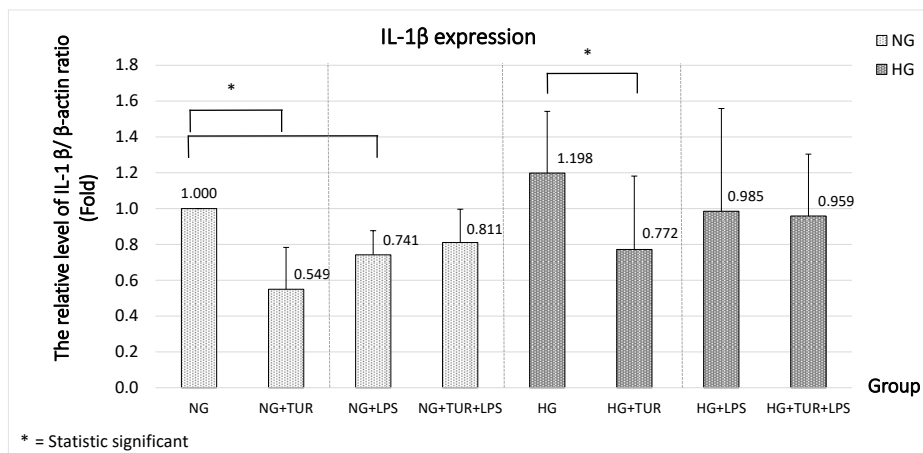
ทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของปัจจัยสารสกัดหยาดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร โดยกำหนดให้ทดสอบความแตกต่างของปัจจัยในแต่ละคู่ด้วยวิธี Paired Samples t-Test คือกลุ่ม (NG เทียบกับ NG+TUR), (NG+LPS เทียบกับ NG+TUR+LPS), (HG เทียบกับ HG+TUR) และ (HG+LPS เทียบกับ HG+TUR+LPS) พบว่า ขมิ้นชันไม่ส่งผลให้การแสดงออกของ TNF- α มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P-value < 0.05) จากนั้นทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของปัจจัย LPS ที่ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร ด้วยวิธี Paired Samples t-Test คือกลุ่ม (NG เทียบกับ NG+LPS), (NG+TUR เทียบกับ NG+TUR+LPS), (HG เทียบกับ HG+LPS) และ (HG+TUR เทียบกับ HG+TUR+LPS) จากผลทดสอบแสดงให้เห็นว่า เฉพาะกลุ่ม NG+LPS มีการแสดงออกของ TNF- α แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P-value < 0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่ม NG บ่งบอกได้ว่า เมื่อเซลล์ได้รับ LPS จะลดค่าการแสดงออกของยีน TNF- α ได้อย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 1



ภาพที่ 1 อัตราส่วนการแสดงออกของ TNF- α ในระดับ mRNA เทียบกับ β -actin (เท่า)
หมายเหตุ [*] ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการวิเคราะห์การแสดงออกในระดับ mRNA ของยีน IL-1 β

ทดสอบสมมุติฐานความแตกต่างของปัจจัยสารสกัดหยาบไขมันชั้นที่ความเข้มข้น 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยกำหนดให้ทดสอบความแตกต่างของปัจจัยในแต่ละคู่ด้วยวิธี Paired Samples t-Test ทำให้ทราบว่า เฉพาะกลุ่ม NG+TUR และ HG+TUR มีการแสดงออกของ IL-1 β แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P-value < 0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่ม NG และ HG ตามลำดับ บ่งบอกได้ว่า เมื่อเซลล์ได้รับไขมันชั้น 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จะลดค่าการแสดงออกของยีน IL-1 β ได้อย่างมีนัยสำคัญทั้งในสภาวะน้ำตาลปกติและน้ำตาลสูง จากนั้นทดสอบสมมุติฐานความแตกต่างของปัจจัย LPS ที่ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วยวิธี Paired Samples t-Test จากผลทดสอบแสดงให้เห็นว่า เฉพาะกลุ่ม NG+LPS มีการแสดงออกของ IL-1 β แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P-value < 0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่ม NG บ่งบอกได้ว่า เมื่อเซลล์ได้รับ LPS จะลดค่าการแสดงออกของยีน IL-1 β ได้อย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2



ภาพที่ 2 อัตราส่วนการแสดงออกของ IL-1 β ในระดับ mRNA เทียบกับ β -actin (เท่า)

หมายเหตุ [*] ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

อภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในห้อง โดยนำเซลล์สร้างเส้นใยเหนือกมมนุษย์เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีสารสกัดหยาบไขมันชั้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมงพบว่า กลุ่มตัวอย่างทดสอบที่มีการให้สารสกัดหยาบไขมันชั้นจะมีจำนวนเซลล์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับไขมันชั้น และไม่เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ ซึ่งสารสกัดหยาบไขมันชั้นที่ความเข้มข้น 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมีจำนวนเซลล์สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value < 0.05) ดังนั้นจึงเลือกความเข้มข้น 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรสำหรับการทดลองต่อไป

จากการศึกษาที่ได้มีการจำลองสภาวะของเซลล์ในผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยให้เซลล์ได้รับน้ำตาลสูงถึง 50 มิลลิโมลาร์ นาน 72 ชั่วโมงจะพบว่า ระดับน้ำตาลที่สูงขึ้นจะเกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ จึงส่งผลให้เซลล์มีจำนวนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P-value < 0.05) สอดคล้องกับการศึกษาของพริมา บูรณสิน และคณะ [12] ที่พบว่า เมื่อเซลล์ได้รับน้ำตาลสูงระดับ 50 มิลลิโมลาร์ ในระยะเวลา 72 ชั่วโมงจะส่งผลให้เกิดความเครียดออกซิเดชัน จากนั้นจะเพิ่มอนุมูลอิสระ

อนุพันธ์ออกซิเจนที่ว่องไว (Reactive oxygen species; ROS) ภายในเซลล์ ซึ่งจะทำให้เซลล์เกิดความบกพร่องในการเคลื่อนที่ การเพิ่มจำนวน และเกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ ในส่วนของการกระตุ้นด้วย LPS ที่เพิ่มเข้ามาทำให้ทราบว่ากลุ่มที่มีการกระตุ้นด้วย LPS สามารถเพิ่มจำนวนเซลล์ได้ อาจจะเนื่องมาจากเมื่อเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ได้รับการกระตุ้นด้วย LPS จะเพิ่มกิจกรรมการเผาผลาญ (Metabolic activity) ภายในเซลล์เพื่อตอบสนองต่อ LPS ที่เพิ่มเข้ามา ส่งผลให้มีจำนวนเซลล์ที่เพิ่มขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญ [13]

ในการใส่สารสกัดหยาบขมิ้นชันเข้มข้น 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรกระตุ้นต่อเซลล์ HGF เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งในกลุ่ม NG+TUR และกลุ่ม HG+TUR พบว่า การแสดงออกของยีน IL-1 β ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P-value < 0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่ม NG และกลุ่ม HG แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงนี้ในยีน TNF- α จากการศึกษาของ Xiao, Yu, Xie, Liu, และ Li [14] แสดงให้เห็นว่า สารเคอร์คิวมินในขมิ้นชันมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของ NF- κ B ส่งผลให้มีการสร้าง TNF- α IL-1 β และ COX-2 ลดลงในเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ที่ได้รับ Pg LPS เนื่องจากเคอร์คิวมินเข้าไปขัดขวางการสร้างเอนไซม์ NF- κ B binding kinase (NIK) จึงไม่เกิดการเติมหมู่ฟอสเฟต (Phosphorylation) และการเติมโปรตีนยูบิควิติน (Ubiquitination) ที่โมเลกุลของ I κ B α (Inhibitory κ B α) จาก IKK complex จากนั้นจะไม่เกิดการปล่อย NF- κ B (RelA และ P50) อีสาระเข้าไปสู่นิวเคลียสของเซลล์ ส่งผลให้ไม่เกิดการ ทำงานของทรานสคริปชันแฟกเตอร์ NF- κ B [4] และจากการศึกษาเพิ่มเติมของ Yin และคณะ [15] พบว่าเคอร์คิวมินเข้าไปรบกวนการสร้าง IL-1 β ในหลาย ๆ ขั้นตอน ซึ่งต่างจาก TNF- α ที่เข้าไปยับยั้งการทำงานของ NF- κ B เท่านั้น โดยเคอร์คิวมินสามารถยับยั้งการถอดรหัสและแปลรหัสของโปรตีนที่ประกอบด้วยโดเมนไพรีน ลิวซีน และโนด (NOD-, LRR- and pyrin domain-containing protein 3 ;NLRP3) และโปร อินเตอร์ลิวคิน-1 เบต้า (pro IL-1 β) ที่เป็นผลจากการยับยั้งของ NF- κ B นอกจากนี้เคอร์คิวมินนี้ยังขัดขวางการปล่อยโปรตีนอะแดปเตอร์ของเอเอสซี (Apoptosis-associated spec-like protein containing a CARD; ASC) จากไมโตคอนเดรีย และป้องกันไม่ให้ไปแตสเซียมออกไปนอกเซลล์ ส่งผลให้ไม่เกิดการรวมตัวของเอ็นแอลอาร์พี 3 อินเฟลมมาโซม (NLRP3 inflammasome) ที่ไม่ก่อให้เกิดการสร้าง IL-1 β ในรูปที่ทำงานได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบการลดลงของยีน IL-1 β เฉพาะในกลุ่ม NG+TUR และ HG+TUR เท่านั้น (ภาพประกอบที่ 2)

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยเรื่องระยะเวลาในการเลี้ยงเซลล์ด้วย โดยจากการศึกษาของ Singh และ Aggarwal [16] พบว่าระยะเวลาในการได้รับเคอร์คิวมินมีความเป็นไปได้ที่จะส่งผลต่อการแสดงออกของยีน TNF- α เนื่องจากเคอร์คิวมินจะมีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการกระตุ้น NF- κ B หากได้รับเคอร์คิวมินเป็นเวลา 1 ชั่วโมงก่อนที่จะมีการกระตุ้นให้เกิดการอักเสบ แต่ในการศึกษานี้ได้ใส่ขมิ้นชันพร้อมกับการกระตุ้นให้เกิดการอักเสบด้วย LPS ซึ่งอาจเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ไม่พบความแตกต่างของยีน TNF- α ในกลุ่มทดสอบเมื่อได้รับสารสกัดหยาบขมิ้นชัน

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ใช้สารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน ซึ่งเป็นสารสกัดขั้นต้นที่ได้จากผงของขมิ้นชันจากตัวทำละลายเอทานอล โดยไม่ได้ใช้สารเคอร์คิวมินบริสุทธิ์ในการทดสอบเหมือนการวิจัยอื่น ๆ ที่ผ่านมา จึงอาจทำให้ความสามารถในการยับยั้งการอักเสบไม่ปรากฏเด่นชัดนัก แตกต่างจากการศึกษาของ R.C. Lantz และคณะ [17] ที่ใช้เคอร์คิวมินบริสุทธิ์สามารถพบระดับความเข้มข้นน้อยที่สุดที่ทำให้พรอสตาแกลนดิน อี 2 (Prostaglandins E2; PGE2) ลดลงอยู่ที่ร้อยละ 50 (Median inhibitory concentration; IC50) เมื่อได้รับเคอร์คิวมิน ลำดับต่อมาคือ สารสกัดหยาบบิสตีเมทอกซีเคอร์คิวมิน และตีเมทอกซีเคอร์คิวมิน แสดงให้เห็นว่าเคอร์คิวมินมีฤทธิ์ในการยับยั้งการอักเสบได้ดีกว่าสารสกัดหยาบ เนื่องจากสามารถยับยั้งการสร้าง PGE2 ได้มากกว่า เมื่อใช้ความเข้มข้นที่เท่ากัน จึงมีความเป็นไปได้ว่าสารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ใช้ในการศึกษานี้ อาจมีความเข้มข้นของเคอร์คิวมินไม่เพียงพอที่จะลดการแสดงออกของยีน TNF- α แต่สำหรับยีน IL-1 β ที่มีการแสดงออกที่ลดลงนั้นอาจเป็นผลมาจากตำแหน่งที่เคอร์คิวมินจะเข้าไปยับยั้งยีนนี้มี

หลายช่องทาง จึงมีแนวโน้มทำให้ยีน IL-1 β ลดลงได้ทั้งในกลุ่มน้ำตาลปกติ และน้ำตาลสูง แต่ในกรณีที่เกิดมีการอักเสบเพิ่มขึ้น เช่น เมื่อได้รับ *Pg* LPS การใส่ไขมันชั้นก็ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของยีน IL-1 β ได้แต่อย่างใด ดังนั้นผลที่ได้จากการศึกษานี้ไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่า สารสกัดหยาบไขมันชั้นมีผลในการลดการแสดงออกของ TNF- α และ IL-1 β ในสภาวะที่ได้รับการกระตุ้นให้เกิดการอักเสบด้วย *Pg* LPS ได้ เนื่องจากการทดลองนี้เข้าไปตรวจสอบการแสดงออกของยีนทั้งสองในช่วงเวลา 96 ชั่วโมง ซึ่งอาจเป็นระยะที่มีการอักเสบที่ลดลงแล้ว

เนื่องจากผลการแสดงออกของ TNF- α และ IL-1 β ไม่พบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มน้ำตาลปกติ และกลุ่มน้ำตาลสูง แต่มีการศึกษาที่พบว่าสภาวะน้ำตาลสูงจะส่งผลให้มีการแสดงออกในระดับ mRNA ของตัวรับเหมือนโทลล์ 2,4 (Toll-like receptors 2,4; TLR 2,4) TNF- α NLRP3 ASC แคสเปส 1 (Caspase-1) และ IL-1 β มากขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มน้ำตาลปกติอย่างมีนัยสำคัญ (P -value < 0.05) ก็ต่อเมื่อเซลล์สร้างเส้นใยเชิงอกมนุษย์ได้รับน้ำตาลเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นการแสดงออกของยีนทั้งหมดจะลดลงใน 72 ชั่วโมง [18, 19] ดังนั้นจึงอาจจะเป็นข้อสันนิษฐานได้ว่าในการทดลองนี้เข้าไปตรวจสอบการแสดงออกของยีนในช่วงเวลา 96 ชั่วโมง ซึ่งอาจเป็นระยะที่มีการอักเสบลดลงแล้ว จึงส่งผลให้ไม่พบความแตกต่างของยีนทั้งคู่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มน้ำตาลปกติ และกลุ่มน้ำตาลสูง เนื่องจากเมื่อเซลล์ได้รับน้ำตาลสูงเป็นเวลามากกว่า 24 ชั่วโมง อาจจะทำให้เกิดกระบวนการแปลรหัสจากลำดับเบสบนสาย mRNA ให้เป็นลำดับกรดอะมิโนเพื่อสังเคราะห์โปรตีน [20] ดังนั้นทางผู้วิจัยเสนอว่าควรที่จะมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยเลือกตรวจสอบในระยะเวลาที่มีแนวโน้มจะเกิดการแสดงออกของยีนมากที่สุด ดังเช่นในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง แทนช่วงเวลา 96 ชั่วโมง อีกทั้งควรที่จะมีการศึกษาในระดับโปรตีนเพิ่มเติมต่อไป

เนื่องจากผลการแสดงออกของ TNF- α และ IL-1 β ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P < 0.05) เมื่อได้รับ *Pg* LPS 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมงในกลุ่มน้ำตาลปกติ ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่า เมื่อเซลล์สร้างเส้นใยเชิงอกมนุษย์ที่ได้รับ *Pg* LPS 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรจะมีการเพิ่มขึ้นของ TNF- α IL-1 β IL-6 และ IL-8 ในระยะ 4-6 ชั่วโมงแรกเท่านั้น ต่อมาสารสื่ออักเสบเหล่านี้จะชักนำให้เกิดการทำงานของตัวควบคุมเชิงลบ (Negative regulator) เช่น miRNA-146 ซึ่งทำหน้าที่ลดการแสดงออกของสารสื่ออักเสบในระยะ 8 ชั่วโมง เนื่องจาก miRNA จะมีหน้าที่ควบคุมหลังการถอดรหัส (Post-transcriptional regulators) โดยจะเข้าไปจับบน mRNA เป้าหมายส่งผลให้หยุดการแสดงออกของยีน (Gene silencing) ต่อมาจะลดการถอดรหัสของสารสื่ออักเสบทั้ง TNF- α และ IL-1 β ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง [21, 22] จึงอาจอนุมานได้ว่า ผลจากการลดลงของยีน IL-1 β และ TNF- α เมื่อได้รับ *Pg* LPS ในการศึกษาครั้งนี้สาเหตุมาจากการทำงานของ miRNA นอกจากนี้ในระบะเวลาดังกล่าวอาจจะเป็นช่วงที่เกิดกระบวนการแปลรหัสของ mRNA เพื่อสังเคราะห์โปรตีนจึงทำให้ไม่สามารถตรวจพบยีนทั้งสองได้ [23] ดังนั้นควรที่จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในช่วงเวลาเหมาะสมต่อไป

สรุปผลการวิจัย

สารสกัดหยาบไขมันชั้นที่เข้มข้น 15 ไมโครกรัม/มิลลิลิตรไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ อีกทั้งยังส่งผลให้การแสดงออก IL-1 β ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P -value < 0.05) เฉพาะในสภาวะน้ำตาลปกติและน้ำตาลสูงเท่านั้น แต่ไขมันชั้นไม่สามารถลดการแสดงออกของ IL-1 β ได้ในสภาวะที่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบด้วย LPS เช่นเดียวกับ TNF- α ที่ไม่พบการลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อได้รับการกระตุ้นด้วยไขมันชั้นที่เข้มข้น 15 ไมโครกรัม/มิลลิลิตรทั้งในสภาวะน้ำตาลปกติ น้ำตาลสูง และเมื่อได้รับ LPS ร่วมด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะทันตแพทยศาสตร์ และสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Zhao, J., et al., *Effect of mesenchymal stem cell conditioned medium on human gingival fibroblast proliferation and collagen synthesis*. International Journal of Clinical and Experimental Medicine, 2017. 10: p. 15244-15249.
- [2] Pan, W., Q. Wang, and Q. Chen, *The cytokine network involved in the host immune response to periodontitis*. International Journal of Oral Science, 2019. 11.
- [3] Mirza, B.A., et al., *Bidirectional relationship between diabetes and periodontal disease: review of evidence*. J Pak Med Assoc, 2010. 60(9): p. 766-8.
- [4] Jobin, C., et al., *Curcumin blocks cytokine-mediated NF-kappa B activation and proinflammatory gene expression by inhibiting inhibitory factor I-kappa B kinase activity*. J Immunol, 1999. 163(6): p. 3474-83.
- [5] Nagpal, M. and S. Sood, *Role of curcumin in systemic and oral health: An overview*. J Nat Sci Biol Med, 2013. 4(1): p. 3-7.
- [6] Zhang, D.-W., et al., *Curcumin and diabetes: a systematic review*. Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM, 2013. 2013: p. 636053-636053.
- [7] Zhuang, Z., et al., *Curcumin Inhibits Joint Contracture through PTEN Demethylation and Targeting PI3K/Akt/mTOR Pathway in Myofibroblasts from Human Joint Capsule*. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2019. 2019: p. 4301238.
- [8] Hu, P., P. Huang, and M.W. Chen, *Curcumin attenuates cyclooxygenase-2 expression via inhibition of the NF-kappaB pathway in lipopolysaccharide-stimulated human gingival fibroblasts*. Cell Biol Int, 2013. 37(5): p. 443-8.
- [9] Cree, I.A., *Cancer cell culture: methods and protocols*. 2011: Springer.
- [10] Subramani, T., et al., *Expression of TNF- α and RANTES in drug-induced human gingival overgrowth*. Indian journal of pharmacology, 2010. 42(3): p. 174-177.
- [11] Costa, C., et al., *In vitro evaluation of Eugenia dysenterica in primary culture of the human gingival fibroblasts cells*. Brazilian Oral Research, 2019. 33: p. 1-11.
- [12] Buranasin, P., et al., *High glucose-induced oxidative stress impairs proliferation and migration of human gingival fibroblasts*. PLoS One, 2018. 13(8): p. e0201855.
- [13] Bender, O., et al., *Porphyromonas gingivalis lipopolysaccharide and glycated serum albumin increase the production of several pro-inflammatory molecules in human gingival fibroblasts via NFkB*. Archives of oral biology, 2020. 116: p. 104766.

- [14] Xiao, C.-J., et al., *Protective effect and related mechanisms of curcumin in rat experimental periodontitis*. Head & Face Medicine, 2018. 14.
- [15] Yin, H., et al., *Curcumin Suppresses IL-1beta Secretion and Prevents Inflammation through Inhibition of the NLRP3 Inflammasome*. J Immunol, 2018. 200(8): p. 2835-2846.
- [16] Singh, S. and B.B. Aggarwal, *Activation of Transcription Factor NF-KB Is Suppressed by Curcumin (Diferuloylmethane)(*)*. Journal of Biological Chemistry, 1995. 270(42): p. 24995-25000.
- [17] Lantz, R.C., et al., *The effect of turmeric extracts on inflammatory mediator production*. Phytomedicine, 2005. 12(6-7): p. 445-52.
- [18] Jiang, S.-Y., et al., *High glucose induces inflammatory cytokine through protein kinase C-induced toll-like receptor 2 pathway in gingival fibroblasts*. Biochemical and biophysical research communications, 2012. 427(3): p. 666-670.
- [19] Vo, T.T.T., et al., *Protective mechanisms of Taiwanese green propolis toward high glucose-induced inflammation via NLRP3 inflammasome signaling pathway in human gingival fibroblasts*. Journal of Periodontal Research, 2021.
- [20] Dasu, M.R., S. Devaraj, and I. Jialal, *High glucose induces IL-1 β expression in human monocytes: mechanistic insights*. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 2007. 293(1): p. E337-E346.
- [21] Xie, Y., et al., *An RNA-seq screen of P. gingivalis LPS treated human gingival fibroblasts*. Archives of oral biology, 2018. 88: p. 77-84.
- [22] Kang, W., Z. Hu, and S. Ge, *Healthy and inflamed gingival fibroblasts differ in their inflammatory response to Porphyromonas gingivalis lipopolysaccharide*. Inflammation, 2016. 39(5): p. 1842-1852.
- [23] Xiong, G., et al., *Quercetin inhibits inflammatory response induced by LPS from Porphyromonas gingivalis in human gingival fibroblasts via suppressing NF-KB signaling pathway*. BioMed research international, 2019. 2019.

**RANC15-069 การพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

**DEVELOPMENT OF AN ONLINE LEARNING MANAGEMENT SYSTEM WITH
INTEGRATED LEARNING MANAGEMENT ON THE SUBJECT OF PARALLEL LINES
TO DEVELOP ACADEMIC ACHIEVEMENT FOR MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS**

สุจิน เปี่ยมมอริยธ^{1*} สายชล จินโจ²
Sujin Piamariyathon^{1*}, Saichol Jinjo²

¹โรงเรียนปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน

¹Pua School, Pua District, Nan Province.

²สถาบันอาชีวศึกษาภาคกลาง 1

²Institute of Vocational Education Central Region 1.

*Corresponding author, E-mail: sujinkk2@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) หาประสิทธิภาพของการพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน ที่พัฒนาขึ้น และ 3) หาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน ที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 36 คน 1 ห้องเรียน คัดเลือกด้วยวิธีการจับสลากหน่วยห้องเรียน แต่ละห้องเรียนประกอบด้วยนักเรียนที่ความสามารถ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ www.krucan.org แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานด้วย t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพรวมเท่ากับ 81.81/81.62 2) ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบนัยสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยอาศัยการแจกแจงของ t-test พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 4.39, S.D. = 0.53)

คำสำคัญ: ระบบบริหารจัดการออนไลน์ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เส้นขนาน

Abstract

The objectives of this research were 1) to find the effectiveness of the development of an online learning management system with integrated learning management on Parallel Lines to develop learning achievements. For students in Mathayomsuksa 2 2) compare the learning achievement before and after studying with the online learning management system with integrated learning management on the developed parallel, and 3) find the satisfaction of the students who study with Online learning management system with integrated learning management on parallel lines developed. 36 students in MatayomSuksa 2 School, Pua District, Nan Province, under the Office of Secondary Education Service Area 37, semester 2 of the academic year 2020, totaling 36 people, 1 classroom, selected by drawing lots of classroom units. Each classroom consists of students with mixed abilities. The tools used in the research were the online learning management system. www.krucan.org achievement test satisfaction questionnaire The statistics used in the research were mean, percentage, standard deviation. and hypothesis testing with t-test. The results showed that 1) the efficiency of the integrated learning management process Fundamental Mathematics 3 for MathayomSuksa 2 students had a total efficiency of 81.81/81.62 2) The results of the analysis examining the significance of academic achievement based on the distribution of the t-test found that the sample group had higher scores after school. score before class and 3) the students' satisfaction with the online learning management system with integrated learning management was at a high level (\bar{X} = 4.39, S.D.= 0.53).

Keywords: Online Management System, Integrated Learning Management, Parallel

บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 เป็นกฎหมายที่ว่าด้วยการศึกษา ที่มุ่งจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานให้สอดคล้องกับสภาพความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคมและความก้าวหน้า ทางวิทยาการเน้นการสร้างกลยุทธ์ใหม่ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้สามารถตอบสนองความต้องการของบุคคลและสังคมไทย เพื่อให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการแข่งขันการร่วมมืออย่างสร้างสรรค์ในสังคมโลกและกำหนดให้การศึกษาเป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคม ดังนั้นการศึกษาต้องเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ จากแนวทางดังกล่าว ได้กำหนดให้มีการจัดทำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 [1]

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 [1] มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขมีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ โดยมีจุดมุ่งหมายพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพ ในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็น

จุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน คือ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเองมีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง การมีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต การมีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย การมีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์สร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข [2]

คณิตศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้กลุ่มหนึ่งที่หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดไว้ว่าเป็นสาระการเรียนรู้พื้นฐานที่สำคัญที่สถานศึกษาต้องใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอน เพื่อสร้างพื้นฐานการคิดรวมทั้งเป็นกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและวิกฤติของชาติ คุณภาพของผู้เรียนในวิชาคณิตศาสตร์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี แล้วผู้เรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์มีทักษะกระบวนการและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ตระหนักในคุณค่าคณิตศาสตร์และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น [3] คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบมีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบทำให้สามารถคาดการณ์วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหา นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องคณิตศาสตร์เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น ทำให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์คิดเป็นทำเป็นแก้ปัญหาเป็นมีความสมดุลทั้งทางร่างกายจิตใจสติปัญญาและอารมณ์สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข [1]

ปัจจุบันสภาพปัญหาการศึกษาไทย มีนักวิจัย นักวิชาการ หลายท่านที่ได้ให้ปัญหาเกี่ยวกับการศึกษาไทยไว้ ดังเช่นพิมพ์พร พงษ์หล้า [4] ได้ทำการศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยเอกชนในกรุงเทพมหานคร พบว่า ปัญหาด้านอาจารย์ผู้สอนคืออาจารย์สอนเนื้อหาเร็วเกินไป ไม่ใช้สื่อการสอนเพื่อช่วยให้เข้าใจเนื้อหา ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของนักศึกษา เข้าสอนไม่ตรงเวลา และบรรยากาศการเรียนการสอนเครียด ปัญหาด้านผู้เรียน คือไม่ชอบอาจารย์ผู้สอน ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ ไม่เห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ทำให้ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นวิชาที่ยาก และรู้สึกท้อแท้ ไม่อยากเรียนเมื่อต้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ บันเทิง แก่นสาร [5] ทำการวิจัยเรื่องสภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 1 จากผลการศึกษาพบว่า ผลกระทบต่อสภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนในระดับการปฏิบัติและในระดับปัญหาคือ 1) อาจารย์ผู้สอน 2) สื่อประกอบการสอน 3) การวัดผลการประเมินผล 4) เทคนิคการสอน ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของพิมพ์พร พงษ์หล้า [4] ได้ทำการวิจัยเรื่องสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ทั่วไปสำนักวิชาศึกษาทั่วไปมหาวิทยาลัยศรีปทุม ผลการศึกษาพบว่า ปัญหาจากตัวนักศึกษาที่พบมากที่สุดคือ นักศึกษาพื้นฐานไม่ดี ไม่มีความถนัด ไม่ตั้งใจเรียน ไม่สามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ขาดเรียนบ่อยหรือเข้าเรียนช้า ไม่สนใจเรียน ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ ไม่ชอบการคิดคำนวณ ไม่ชอบทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง สูตรมาก เนื้อหาในรายวิชามากและยากเกินไป นำเบื่อ ปัญหาจากการเรียนการสอน พบมากที่สุด คือ อาจารย์เข้มงวดในการทำงาน สอนจริงจังทำให้บรรยากาศในการเรียนเครียด ไม่ใช้สื่อการสอน สอนเร็ว สอนไม่น่าสนใจ อธิบายไม่รู้เรื่อง และข้อสอบยากเกินไป ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของแสงจันทร์ มโนสร้อย [6] ทำการวิจัยเรื่องสภาพการเรียนการสอนจริยธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในอำเภอเวียงหนองล่อง จากการวิจัยพบว่า

การจัดทำสื่อที่ไม่สอดคล้องกับพุทธวิธีการสอน ตลอดจนขาดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดประเมินผล ที่สอดคล้องกับเนื้อหา สื่อการสอนที่มีไม่เพียงพอ ขาดสื่อการสอนที่ทันสมัย

จากการสัมมนาครู อาจารย์หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันการศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 118 คน ในหัวข้อ เรื่อง “ ทำอย่างไรให้เด็กไทยเก่งคณิตศาสตร์” และการสัมภาษณ์อาจารย์ นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญจาก 6 มหาวิทยาลัย จำนวน 12 คน ได้ข้อเสนอแนะทางการจัดการเรียนการสอนและการแก้ปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ครูแนะนำและสาธิตแล้วให้นักเรียนปฏิบัติ ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล ให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ ครูผู้สอนต้องอธิบายให้เข้าใจก่อนแล้วจึงให้จำ ครูอย่าด่วนสรุปเพราะจะทำให้เด็กไม่คิด มีการใช้สื่อบ้าง ใช้สภาพที่อยู่ในชีวิตจริงของนักเรียนมาใช้เป็นบริบทในการเรียน ให้ใช้สิ่งตีพิมพ์หรือสื่อโฆษณาเป็นแหล่งความรู้ในชุมชน ใช้ของจริงและของจำลองเป็นสื่อการสอนให้นักเรียนรู้จักคิดเอง ทำเอง แก้ปัญหาเอง ควรมียุทธศาสตร์ที่หลากหลาย ใช้วิธีการสอนแบบร่วมมือบ้าง เพื่อให้เด็กเรียนรู้จักการทำงานร่วมกับเพื่อน ควรใช้การสอนแบบถามตอบและร่วมกันแสดงความคิดเห็นบ้าง บางครั้งอาจสอนโดยแบ่งเป็นฐานโดยกำหนดให้ทำงานกลุ่มหมุนเวียน นักเรียนจะได้รู้จักการแบ่งงาน และช่วยเหลือกัน เนื้อหาบางเนื้อหาที่น่าเบื่อ ควรนำ เกม เพลงมาช่วยบางโอกาส

ท่ามกลางกระแสการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการศึกษาภายใต้ยุทธศาสตร์ของการปฏิรูปการศึกษา ในศตวรรษที่ 21 (พ.ศ. 2552 – 2561) นั้นได้กล่าวถึง การศึกษากับการพัฒนาสังคมเป็นหลักสำคัญโดยรวมของความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในมิติต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการพัฒนา ซึ่งภายใต้ยุทธศาสตร์ของการปฏิรูปการศึกษา ในศตวรรษที่ 21 ในปัจจุบันได้มุ่งเน้นในมิติของการพัฒนา 4 มิติ ที่สำคัญ ได้แก่ การปฏิรูปนักเรียนยุคใหม่ การปฏิรูปครูยุคใหม่ การปฏิรูปโรงเรียนยุคใหม่หรือแหล่งเรียนรู้ยุคใหม่และการปฏิรูประบบบริหารจัดการยุคใหม่ ซึ่งในทุกมิตินั้นจะมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบเพื่อให้บรรลุผลของการปฏิรูปการศึกษาไทยในศตวรรษที่ 21 จาก พ.ร.บ. การศึกษาแห่งชาติปี 2542 ในมาตรา 23 ได้กำหนด ไว้ว่า “การจัดการศึกษาเน้นความรู้ คุณธรรมกระบวนการเรียนรู้ และบูรณาการความเหมาะสมในแต่ละระดับการศึกษา”และในมาตรา 24 ได้กำหนดไว้ว่า “การจัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ อย่างเป็นสัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรมค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในทุกวิชา” ซึ่งความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สรุปได้ว่า การบูรณาการจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเรื่อง/หัวข้อ สาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ และความสัมพันธ์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ กับชีวิตจริง สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่าง ๆ

การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการต้องมีเทคนิคในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ กล่าวคือเทคนิคการสอน เป็นกลวิธีที่จะช่วยให้อธิบายแต่ละวิธีเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น เทคนิคเป็นกลวิธีที่ใช้เสริมกระบวนการหรือขั้นตอนหรือการกระทำใด ๆ เพื่อช่วยให้กระบวนการ ขั้นตอนหรือการกระทำนั้น ๆ มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ต้องอาศัยทักษะการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ได้เต็มตามศักยภาพ ประกอบด้วยการจัดการบรรยากาศ จัดกิจกรรม จัดสื่อ จัดสถานการณ์ ฯลฯ และเป็นที่ยอมรับว่าบุคคลหรือผู้เรียนมีความแตกต่างกัน และทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ ดังนั้นในการจัดการ เรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูหรือผู้จัดการเรียนรู้ควรมีความเชื่อพื้นฐานอย่างน้อย 3 ประการ คือเชื่อว่าทุกคนมีความแตกต่างกัน เชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้ได้เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดได้ทุกที่ ทุกเวลา

ดังนั้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และจากสภาพปัญหาหลักการศึกษาที่กล่าวมาเบื้องต้นทำให้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการที่จะพัฒนาการจัดการเรียนการสอนด้วยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ด้วยเทคนิควิธีการต่าง ๆ พร้อมกับสื่อที่เหมาะสม อาจจะทำให้ผู้เรียน

มีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นและเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน จึงได้ทำการระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ขึ้นในครั้งนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของการพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน ที่พัฒนาขึ้น
3. เพื่อหาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน ที่พัฒนาขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบัว อำเภอบัว จังหวัดน่าน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้อง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบัว อำเภอบัว จังหวัดน่าน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 36 คน 1 ห้องเรียน คัดเลือกด้วยวิธีการจับสลากหน่วยห้องเรียน แต่ละห้องเรียนประกอบด้วยนักเรียนที่ความสามารถโดยมีนักเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในห้องเดียวกัน นักเรียนแต่ละห้องจึงมีคุณสมบัติไม่แตกต่างกัน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่ การพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ www.krucan.org
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเส้นขนาน
3. แบบสอบถามความพึงพอใจ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. ระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ www.krucan.org
 - 1.1 วิเคราะห์ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ระบบบริหารจัดการ หลักสูตรและการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 1.2 ออกแบบตัวต้นแบบสำหรับระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ ออกแบบอัลกอริทึมสำหรับระบบการบริหารจัดการร่วมกับทีมงานพัฒนาซอฟต์แวร์
 - 1.3 ร่างตัวต้นแบบสำหรับเว็บไซต์ ให้ทีมพัฒนาซอฟต์แวร์ช่วยในการตรวจสอบและร่างออกแบบตัวต้นแบบ การเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขระบบบริหารจัดการ ออกแบบฐานข้อมูลรวมถึงอัลกอริทึมในการเขียน

โปรแกรมระบบบริหารจัดการ การเรียนการสอน LMS โดยทีมพัฒนาซอฟต์แวร์ดำเนินการพัฒนา ทดสอบ ประสิทธิภาพเบื้องต้น ตามร่างตัวต้นแบบและอัลกอริทึมที่ออกแบบไว้

1.4 ดำเนินการจัดซื้อเว็บ www.krucan.org ติดตั้งระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ นำข้อมูลสำหรับการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน เข้าระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ www.krucan.org จากนั้นกำหนดสิทธิผู้ใช้งานระบบ ทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นและกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีการศึกษา เพื่อทำการประเมินการทดสอบแบบไวท์บ็อกซ์ ทดสอบให้ครอบคลุมทุกเงื่อนไข โดยเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

1.5 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์สรุปผลการประเมินจัดเตรียม ข้อมูลบนเว็บไซต์ www.krucan.org สำหรับใช้ในการทดลอง (Try-out) กับที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยทำการทดลอง (1:1:1) ทดลองกลุ่มเล็ก (3:3:3) และทดลองภาคสนาม (Field Tryout) ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

1.6 นำผลที่ได้จากการทดลอง (Try-out) มาปรับปรุงและตรวจสอบข้อมูลรายวิชาคณิตศาสตร์บน ระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ www.krucan.org ให้พร้อมสำหรับการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเส้นขนาน

2.1 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิชาการงานอาชีพหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 หลักการและวิธีการสร้างเครื่องมือวัดผล ทางการศึกษา หลักการออกข้อสอบที่เหมาะสมกับนักเรียน

2.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนานสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ

2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และประเมินหาความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence) โดยคัดเลือกที่ผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ มีคะแนนเฉลี่ย ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67-1.00 หมายความว่า แบบทดสอบมีความเที่ยงตรงในการวัดผลตรงกับ จุดประสงค์

2.4 ทำการแก้ไขปรับปรุงแบบทดสอบ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ นำแบบทดสอบไปทดลอง ใช้ (Try-Out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้ทำการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ทำการทดลองเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ดัชนีบี (B-Index) ของข้อสอบแต่ละข้อมาทำการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ดัชนีบี (B-Index) ของข้อสอบโดยใช้วิธีคิด จากสูตรของบุญชม ศรีสะอาด [7] ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณาคือ ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ อยู่ระหว่าง 0.20 ขึ้นไป จึงจะเป็นข้อสอบที่สามารถนำไปใช้ได้ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24-0.48 ไว้จำนวน 40 ข้อ และเมื่อนำไปตรวจสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้พบว่า ครบตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นและคัดเลือกไว้ จำนวน 40 ข้อ มาหาค่า ความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett Method) [7] จากการคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับได้ค่าเฉลี่ยโดยรวมของความ เชื่อมั่นเท่ากับ .80 จากนั้น นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินจัดทำฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้ในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบสอบถามความพึงพอใจ

3.1 ศึกษาหลักการออกแบบ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความพึงพอใจ การวัดและประเมินผล เกณฑ์การให้ระดับคะแนนแบบประเมิน ที่จะนำมาสร้างแบบประเมินความพึงพอใจนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์และปรับปรุงให้สอดคล้องกับบริบทของงานวิจัย

3.2 ออกแบบแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้น ผ่านการตรวจสอบนำเสนอให้กับผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้ และการประเมินที่ถูกต้องแล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ IOC (Index of Item Objectives Congruence)

3.4 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิมาคำนวณหาค่า IOC มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องโดยเปรียบเทียบค่าจากดัชนีความสอดคล้อง ถ้าค่า IOC ได้น้อยกว่า 0.67 เป็นข้อคำถามที่ต้องปรับปรุงหรือตัดออก ถ้าค่า IOC มากกว่า 0.67 - 1.00 ถือว่าเป็นข้อคำถามที่ใช้ได้ ทำคำนวณได้จากโปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติ และปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับรายละเอียดของคำถามให้มีความชัดเจนสามารถสื่อความได้ง่าย

3.6 สรุปผล แก้ไขตามคำแนะนำเพิ่มเติมจัดเตรียมแบบสอบถามความพึงพอใจ สำหรับใช้ในการทดลอง (Try-out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นพบว่าได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 แสดงให้เห็นว่าแบบสอบถามสามารถใช้ได้

3.5 จัดเตรียมแบบสอบถามความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์สำหรับการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

แบบแผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยทดลอง (pre-experimental design) ใช้แบบแผนการทดลองแบบหนึ่งกลุ่ม One Group Pre Test – Post Test Design [8] ดังนี้

กลุ่มทดลอง	Pretest	Treatment	Posttest
N	T ₁	X	T ₂
เมื่อ N	แทน	กลุ่มทดลอง	
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-Test)	
X	แทน	การจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	
T ₂	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง (Post-Test)	

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. อธิบายชี้แจงทำความเข้าใจและข้อตกลงกับกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัย

2. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบเพื่อนำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน

3. ดำเนินการทดลองระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ระยะเวลา 11 ชั่วโมง

4. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามการทดลองแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ด้วยแบบทดสอบซึ่งเป็นชุดเดียวกับก่อนเรียน แล้วทำการบันทึกผลการสอบไว้เป็นคะแนนทดสอบหลังเรียน และให้กลุ่มตัวอย่างประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจ

5. นำคะแนนที่เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบทดสอบและแบบสอบถามความพึงพอใจมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สูตร T-Test แบบ Dependent Samples ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ 1) หาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) 2) หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B-Index) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) หาค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett Method) และแบบสอบถามความพึงพอใจ ด้วยสูตร KR-20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกันด้วยสูตร t-test (Dependent Sample)

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างด้วยการทดสอบก่อนเรียนและดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่พัฒนาขึ้น โดยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เก็บรวบรวมคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างและหลังเรียนในแต่ละแผนหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 80/80

ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ (E_1)	ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการเรียนรู้ (E_2)
81.81	81.62
ประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 81.81/81.62$	

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ $E_1/E_2 = 81.81/81.62$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ผลการตรวจสอบนัยสำคัญของคะแนนทางการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างจากการดำเนินการทดลองระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ระยะเวลา 11 ชั่วโมง ทำการทดสอบก่อนและหลังใช้แบบทดสอบซึ่งเป็นชุดเดียวกันแล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์สรุปผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบนัยสำคัญของคะแนนทางการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่ม	n	\bar{X}	$\sum D$	$\sum D^2$	t
คะแนนก่อนเรียน	36	19.81	493	7279	21.16*
คะแนนหลังเรียน	36	33.50			

* p < .05

จากตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.81 และคะแนนการทดสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.50 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบก่อนเรียน ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบนัยสำคัญของคะแนนทางการเรียนโดยอาศัยการแจกแจงของ t-test พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นำคะแนนระดับความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ผลทางสถิติเทียบกับเกณฑ์ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายการประเมินความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นสนใจเรียน มีความหลากหลาย	4.53	0.55	มากที่สุด
2. การเข้าใช้งานของระบบเว็บไซต์ไม่ยุ่งยาก ง่าย	4.56	0.50	มากที่สุด
3. นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น อีกระมากขึ้น	4.53	0.50	มากที่สุด
4. สามารถทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนได้ด้วยตนเอง	4.33	0.48	มาก
5. ระบบการส่งงานทำให้นักเรียนมีความตรงต่อเวลารับผิดชอบมากขึ้น	4.51	0.51	มากที่สุด
6. นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นสอบถามครูผู้สอนมากขึ้น	4.33	0.48	มาก
7. เนื้อหาเข้าใจง่าย เรียงลำดับจากง่ายไปหายากไม่มี ความยุ่งยากซับซ้อน	4.11	0.49	มาก
8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้มีเพียงพอต่อการศึกษทำให้นักเรียน เรียนรู้ได้ตลอดเวลา	4.57	0.45	มากที่สุด
9. การรายงานผลรายบุคคลทำให้นักเรียนทราบทันทีส่งผลให้นักเรียนมีความกล้าที่อยากเรียนด้วยตนเอง	4.07	0.58	มาก

รายการประเมินความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
10. กิจกรรมการสอนในห้องเรียนมีหลากหลายและนักเรียนสามารถไปศึกษาเพิ่มเติมในเว็บได้ตลอดเวลา	4.39	0.71	มาก
รวม	4.39	0.53	มาก

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X}= 4.39$, S.D.=0.53) เมื่อพิจารณารายชื่อจากมากไปน้อย พบว่า สื่อและแหล่งการเรียนรู้มีเพียงพอต่อการศึกษาทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ($\bar{X}= 4.57$, S.D.=0.45) รองลงมาได้แก่ การเข้าใช้งานของระบบเว็บไซต์ไม่ยุ่งยากง่าย ($\bar{X}= 4.56$, S.D.=0.50) กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นสนใจเรียน มีความหลากหลาย ($\bar{X}= 4.53$, S.D.=0.55) นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นอิสระมากขึ้น ($\bar{X}= 4.53$, S.D.=0.50) ระบบการส่งงานทำให้นักเรียนมีความตรงต่อเวลารับผิดชอบมากขึ้น ($\bar{X}= 4.51$, S.D.=0.51) กิจกรรมการสอนในห้องเรียนมีหลากหลายและนักเรียนสามารถไปศึกษาเพิ่มเติมในเว็บได้ตลอดเวลา ($\bar{X}= 4.39$, S.D.=0.71) สามารถทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนได้ด้วยตนเอง ($\bar{X}= 4.33$, S.D.=0.48) นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นสอบถามครูผู้สอนมากขึ้น ($\bar{X}= 4.33$, S.D.=0.48) เนื้อหาเข้าใจง่าย เรียงลำดับจากง่ายไปหายากไม่มีความยุ่งยากซับซ้อน ($\bar{X}= 4.11$, S.D.=0.49) การรายงานผลรายบุคคลทำให้นักเรียนทราบทันทีส่งผลให้นักเรียนมีความกล้าที่อยากเรียนด้วยตนเอง ($\bar{X}= 4.07$, S.D.=0.58) ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ $E1/E2 = 81.81/81.62$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้สรุปได้ว่าระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบัว อำเภอบัว จังหวัดน่าน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เนื่องจากผู้ศึกษาได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาตามกระบวนการวิธีเชิงระบบ โดยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแนวคิดหลักเกี่ยวกับการสร้างชุดกิจกรรม ศึกษาพัฒนาการธรรมชาติของผู้เรียน คัดเลือกเนื้อหา กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ นอกจากนี้ได้ผ่านกระบวนการกลั่นกรอง ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อความเหมาะสมขององค์ประกอบ และยังมีทดสอบหาประสิทธิภาพตามที่วางแผนไว้ทุกประการ ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้จริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิตติรัตน์ นัยพัฒน์ [9] ได้ทำการศึกษารพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ วิชาการพัฒนาเว็บด้วยภาษา HTML นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคโนโลยีอรรถวิทย์พัฒนวิชาการ ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วิชาการพัฒนาเว็บด้วยภาษา HTML มีประสิทธิภาพ $87.91/81.55$ สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เช่นเดียวกับ ภูวดล บัวบางพลู [10] ได้ทำการศึกษารพัฒนาระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย ระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาแบบระบบโดยประเมินต้นความเหมาะสมของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดต้องมีระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยเท่ากับ 0.96 อยู่ในระดับ

เหมาะสมมากที่สุด 2) ผลการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายระดับอุดมศึกษา ที่พัฒนาขึ้นโดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้วยเทคนิค Black Box Testing Techniques ทั้ง 5 ด้าน พบว่า ผลของการประเมินในภาพรวมของระบบมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก และ 3) ผลการพัฒนาบทเรียนวิชาวิเคราะห์และออกแบบระบบ ผ่านระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายระดับอุดมศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) 86.00/89.00 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบนัยสำคัญของคะแนนทางการเรียนโดยอาศัยการแจกแจงของ t-test พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้ศึกษาได้ดำเนินการตามกระบวนการวิธีเชิงระบบในการออกแบบแบบทดสอบ และได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความสอดคล้อง จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองก่อนทดลองใช้จริง เพื่อหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และทำการคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าอยู่ในระหว่างเกณฑ์ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนกที่กำหนดไว้ จึงได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพสอดคล้องกับงานวิจัยของภูวดล บัวบางพลู [10] ได้ทำการศึกษารูปแบบบริหารจัดการการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผลการวิจัยพบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนออนไลน์วิชาวิเคราะห์และออกแบบระบบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับสุจิตา เทียงจันทร์ [11] ที่ได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยกลวิธีการแก้ปัญหา STAR วิชาคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดธรรมศาลา (หลวงพ่อน้อยอุปถัมภ์) ผลการวิจัยสรุปได้ว่า คะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งทำให้เห็นว่าการศึกษาค้นคว้าวิจัยสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่พัฒนาขึ้น ได้ผลตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้ออนไลน์แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก (\bar{X} = 4.39, S.D.=0.53) ทั้งนี้เนื่องจากในครั้งนี้ผู้วิจัยได้อธิบายชี้แจงทำความเข้าใจและข้อตกลงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการเรียน เวลาเรียน และวิธีการในการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัยธรรมชาติ ในระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนในรายวิชา ทำหน้าที่คอยให้คำชี้แนะ แนะนำการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มให้กับนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรม และสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอน ชวนตั้งคำถามในกระทุ้งสำหรับถาม-ตอบ มีห้องสนทนาสำหรับการพูดคุยของสมาชิกแต่ละกลุ่ม โดยมีการกำหนดการทำงานเป็นกลุ่ม มีแหล่งการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้อัปโหลดข้อมูลไว้ให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมบนระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ออนไลน์ www.krucan.org ทำให้นักเรียนคลายกังวลกับการเรียนได้เป็นอย่างดี จึงทำให้ผลการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุจิตา เทียงจันทร์ [11] ที่ได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยกลวิธีการแก้ปัญหา STAR วิชาคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดธรรมศาลา (หลวงพ่อน้อยอุปถัมภ์) ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับมาก เช่นเดียวกับจิรวุฒิ ตั้งวันเจริญ [12] ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนวิชาคณิตศาสตร์และสถิติเบื้องต้นโดยวิธีการเรียนรู้ออนไลน์ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ YouTube ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในการเรียนอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่นักวิชาการ นักการศึกษาได้นำมาใช้ในการเรียน

การสอนสำหรับการวิจัยส่งผลให้นักเรียนหรือกลุ่มตัวอย่างมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมาก เช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ บูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ $E_1/E_2 = 81.81/81.62$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบนัยสำคัญของคะแนนทางการเรียนโดยอาศัยการแจกแจงของ t-test พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานที่กำหนดไว้

3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยการจัดการ เรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง เส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ($\bar{X} = 4.39$, S.D.=0.53)

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- [2] กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- [3] กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542* แก้ไข. เพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545. กรุงเทพฯ: อรุณสภา.
- [4] พิมพ์พร ฟองหล้า. (2555). *สภาพปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของ มหาวิทยาลัยเอกชนในกรุงเทพมหานคร*. ภาควิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- [5] บันเทิง แก่นสาร. (2554). *สภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาแคลคูลัสสำหรับวิศวกร 1*. หมวดวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ สำนักวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- [6] แสงจันทร์ มโนสร้อย. (2551). *สภาพการเรียนการสอนจริยธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในอำเภอ เวียงหนองล่อง*. ปริญญาพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพระพุทธศาสนา มหาวิทยาลัยมหาพาลงกรณ์.
- [7] บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- [8] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). *การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน*. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-20.
- [9] จูติรัตน์ นัยพัฒน์. (2560). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ วิชาการพัฒนาเว็บ ด้วยภาษา HTML นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัย เทคโนโลยีอรรณพวิทยัพณิชนิคม*.
- [10] ภูวดล บัวบางพลู. (2554). *การพัฒนาแบบบริหารจัดการการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย ระดับอุดมศึกษา*. การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- [11] สุภิตา เทียงจันทร์. (2560, พฤษภาคม - สิงหาคม). ผลการเรียนรู้ผ่านบทเรียนออนไลน์ด้วยกลวิธีการแก้ปัญหา STAR วิชาคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดธรรมศาลา (หลวงพ่อน้อยอุปถัมภ์). วารสารสาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 10(2), 1643-1655.
- [12] จิรวัดน์ ตั้งวันเจริญ. (2562). การเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนวิชาคณิตศาสตร์และสถิติเบื้องต้นโดยวิธีการเรียนออนไลน์ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ YouTube. ใน การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 5 “การวิจัยเพื่อการเปลี่ยนแปลง (Research to Make A CHANG). มหาวิทยาลัยราชธานี.

RANC15-070 กลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรี

BUDGET MANAGEMENT STRATEGIES THAT PROMOTE LEARNING

MANAGEMENT EFFICIENCY IN THE 21ST CENTURY TEACHERS OF SINGBURI

SCHOOL

อรวรรณ ฉ่ำชื่น^{1*} สายชล จินใจ²

Orawan Chamchuen^{1}, Saichol Jinjo²*

¹โรงเรียนสิงห์บุรี อำเภอเมืองสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี

¹Singburi School, Mueang Singburi District, Singburi Province.

²สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 1

²Institute of Vocational Education Central Region 1.

*Corresponding author, E-mail: orawan.chamchuen@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพและระดับความคิดเห็นในการบริหารงบประมาณของครูโรงเรียนสิงห์บุรี 2) สร้างกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรี และ 3) ทดลองใช้กลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรีกลุ่มเป้าหมายคือหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้และครูโรงเรียนสิงห์บุรี จำนวน 145 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถาม แบบประเมิน สถิติที่ใช้เป็น สถิติพื้นฐานแปลผลในรูปของตารางผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นในการบริหารงบประมาณโรงเรียนสิงห์บุรีโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง 2) ผลการประเมินความเหมาะสมของกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรีโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยกลยุทธ์สำหรับการบริหารงบประมาณด้วยกระบวนการ PDCA ได้แก่ การวางแผน (Planer Planning) การลงมือทำ (Do or Implemental) การตรวจสอบ (Check or Evaluation) และการปรับปรุง (Actor Standardization) ซึ่งนำมากำหนดกรอบในการบริหารงานงบประมาณทั้งหมด 7 ด้าน ประกอบด้วย (1) การจัดทำและเสนอของบประมาณ (2) การจัดสรรงบประมาณ (3) การตรวจสอบ ติดตามประเมินผลและรายงานผล (4) การระดมทรัพยากร และการลงทุนเพื่อการศึกษา (5) การบริหารการเงิน (6) การบริหารบัญชี และ (7) การบริหารพัสดุและสินทรัพย์ และ 3) ผลการประเมินการนำกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรีไปใช้ในการปฏิบัติงานของกลุ่มเป้าหมายโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

คำสำคัญ: กลยุทธ์ การบริหารงานงบประมาณ การจัดการเรียนรู้

Abstract

The objectives of this research were 1) to study the condition and level of opinions on budget management of Singburi School teachers, 2) to create a budget management strategy that promotes learning management efficiency in the 21st century of Singburi School teachers, and 3) to experiment a budget management strategies that promote learning management efficiency in the 21st century of Singburi School teachers The target group was 145 subjects of the learning group and teachers of Singburi School. The tools used were questionnaires, assessment forms, and statistical methods used as basic statistics to interpret the results in the form of tables. The results of the research were as follows: 1) The results of the analysis of opinions on budget management in Singburi School as a whole were at a moderate level. 2) The results of the assessment of the appropriateness of budget management strategies that promote the efficiency of learning management in the 21st century of teachers. Overall, Singburi School is at a very reasonable level. Strategies for budget management with PDCA include Planer Planning, Do or Implemental, Check or Evaluation, and Actor Standardization, which are used to define management frameworks. There are 7 areas of budget work, namely (1) budget preparation and proposal (2) budget allocation (3) audit, monitoring, evaluation and reporting (4) resource mobilization and investment for education (5) financial management, (6) accounting management, and (7) supplies and asset management, and 3) the evaluation results of the implementation of budget management strategies that promote learning management efficiency in the 21st century of Singburi School teachers in their operations. The overall target audience is at a very reasonable level.

Keywords: Strategy, Budget Management, Learning Management

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบันส่งผลให้แต่ละประเทศต้องปรับตัวให้ทันต่อความเจริญก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี ที่มีผลอย่างรวดเร็วต่อด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง วัฒนธรรม เทคโนโลยีและการศึกษาก็เช่นกัน แต่ละประเทศพยายามส่งเสริมให้พลเมืองของตนเองเรียนรู้เพื่อให้สามารถที่จะปรับตัวให้รับมือกับความเปลี่ยนแปลงนี้ได้ตลอดเวลา และต้องเตรียมพร้อมที่จะเผชิญความท้าทาย ดังนั้นทุกประเทศจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการปฏิรูปหลาย ๆ ด้านไปพร้อม ๆ กัน ด้านการศึกษาก็เช่นเดียวกันเพราะเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดเรื่องหนึ่งที่จะต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน หากการปฏิรูปการศึกษาไม่บรรลุผล ก็ยากที่จะทำให้สังคมนั้นข้ามผ่านวิกฤตต่าง ๆ ไปได้ เพราะการศึกษาเป็นเงื่อนไขที่สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาในด้านอื่น ๆ [1] และดูเหมือนว่าประเทศไทยผ่านการปฏิรูปการศึกษาครั้งใหญ่ ๆ จำนวนหลายครั้งด้วยกัน ในช่วงทศวรรษที่สอง (พ.ศ.2552-2561) จนถึงปัจจุบันที่มุ่งเน้นให้มีการปฏิรูปการศึกษาทั้งระบบ โดยรัฐบาลจะมุ่งเน้นให้คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ โดยมีเป้าหมายหลัก 3 ประการคือ 1) พัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาและเรียนรู้ของคนไทย 2) เพิ่มโอกาสทางการศึกษาและเรียนรู้อย่างทั่วถึงและมีคุณภาพ และ 3) ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนของสังคมในการบริหารและจัดการศึกษา โดยมีหลักการและกรอบแนวคิด เน้นการปฏิรูประบบการศึกษาและการเรียนรู้ พร้อมทั้งเสนอกลไกที่จะก่อให้เกิดผลต่อการพัฒนาการศึกษาอย่างเป็นระบบไม่ใช่ส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบ และพิจารณาระบบการศึกษาและการเรียนรู้ในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบการพัฒนาประเทศซึ่งต้องเชื่อมโยงกับการพัฒนาระบบอื่น ๆ เป็นต้น [2]

การปฏิรูปการศึกษาอย่างเป็นระบบนั้นจำเป็นต้องพัฒนาคุณภาพ 3 ด้านด้วยกัน คือ 1) พัฒนาคุณภาพคนไทยยุคใหม่ 2) พัฒนาคุณภาพครูยุคใหม่ ให้เป็นผู้เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และ 3) พัฒนาคุณภาพสถานศึกษาและแหล่งเรียนรู้ยุคใหม่ [3] ซึ่งมาตรา 39 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ประกอบกับพระราชบัญญัติระเบียบการบริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการ ได้มีการกระจายอำนาจบริหารและการจัดการศึกษาไปสู่สถานศึกษา 4 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านวิชาการ 2) ด้านงบประมาณ 3) ด้านการบริหารงานบุคคล และ 4) ด้านการบริหารทั่วไป [3] สำหรับส่วนของการบริหารงานงบประมาณนั้นนับได้ว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมสนับสนุนภารกิจในด้านอื่น ๆ ของสถานศึกษา เพราะหากการบริหารงานด้านงบประมาณมีความคล่องตัวแล้ว จะส่งผลดีต่องานด้านอื่น ๆ ตามไปด้วย โดยในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ที่แก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545 ในหมวด 8 ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบการจัดสรรงบประมาณทางการศึกษาเป็นอย่างมาก [2] นั่นคือมีการกำหนดให้รัฐจัดสรรงบประมาณแก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคลอย่างเหมาะสมและเท่าเทียมกัน ในขณะที่เดียวกันก็ต้องจัดสรรงบประมาณเป็นค่าใช้จ่ายดำเนินการและงบการลงทุนให้สถานศึกษาตามนโยบายแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติและภารกิจที่จำเป็น โดยให้สถานศึกษามีอิสระในการบริหารงบประมาณของตนเอง

ดังนั้นการกระจายอำนาจการบริหารงบประมาณให้สถานศึกษาจึงถือเป็นภารกิจหลัก ที่สำคัญโดยในปัจจุบันตามการบริหารการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดขอบเขตการบริหารงบประมาณสำหรับผู้บริหารไว้ 7 ด้าน ได้แก่ 1) การจัดทำและเสนอของบประมาณการจัดสรรงบประมาณ 2) การตรวจสอบติดตาม 3) ประเมินผลและรายงานผลการใช้เงินและผลการดำเนินงาน 4) การระดมทรัพยากรและการลงทุนเพื่อการศึกษา 5) การบริหารการเงิน 6) การบริหารบัญชี และ 7) การบริหารพัสดุและสินทรัพย์ [3] ฉะนั้นหากแต่ละสถานศึกษามีการบริหารงานที่ดีเกี่ยวกับงบประมาณและมีการจัดสรรแต่ละโครงการที่จะส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนที่ดีแล้วย่อมจะมีผลต่อการศึกษาสำหรับนักเรียนด้วย เพื่อให้สอดคล้องกับยุคศตวรรษที่ 21 ที่เป็นการเตรียมความพร้อมของประชากรในวัยให้มีทักษะเพื่อดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 วงการศึกษามีหน้าที่จะต้องพัฒนาคน ต้องมีความตื่นและเตรียมพร้อมในการจัดการเรียนรู้เพื่อผู้เรียนให้มีคุณลักษณะ ทักษะสำคัญ [4] โดยผู้เรียนควรได้เรียนรู้วิชาแกนและแนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 จิตสำนึกต่อโลก ความรู้พื้นฐานด้านสุขภาพอนามัย ด้านสิ่งแวดล้อม รวมถึงได้รับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ที่จำเป็น ประกอบด้วย ทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและการทำงาน เป็นต้น

จากการประเมินตนเองของสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียนสิงห์บุรี อำเภอเมืองจังหวัดสิงห์บุรี [5] ที่ผ่านมากภาพรวมของสถานศึกษามีผลการประเมินระดับดีและมีการประเมินในแต่ละมาตรฐานที่ 2 กระบวนการบริหารและการจัดการ สรุปได้ว่า หลักฐานสนับสนุนผลการประเมินตนเองในมาตรฐานที่ 2 ได้แก่ แผนผังโครงสร้างการบริหารงานของโรงเรียน แผนผังแสดงกระบวนการขับเคลื่อนการบริหารงาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ ค่านิยม การจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษาแผนปฏิบัติการประจำปี สรุปรายงานผลการดำเนินงานโครงการตามแผนปฏิบัติการประจำปี 2561 สารสนเทศโรงเรียน รายงานประจำปี รายงานการติดตามตรวจสอบการประกันคุณภาพภายใน ระบบงานหลักของฝ่ายต่าง ๆ รายงานการประชุมครู การประชุมคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน การประชุมผู้ปกครอง การประชุมสมาคมศิษย์เก่า สมาคมครูและผู้ปกครอง รายงานผลการอบรม สัมมนา ศึกษา ดูงานของครูและบุคลากรทางการศึกษา การจัดสภาพแวดล้อมบรรยากาศ ภูมิทัศน์ ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ รายงานการนิเทศภายใน ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศของโรงเรียน ประเมินผลในระดับดี ยอดเยี่ยม ข้อเสนอแนะสำหรับแผนพัฒนาเพื่อให้ได้มาตรฐานที่สูงขึ้นได้แก่ ควรพัฒนาระบบบริหารจัดการงบประมาณ การบริหารจัดการตามแนวทางโรงเรียนไปสู่เกณฑ์คุณภาพ ยกระดับคุณภาพการติดตามตรวจสอบให้มีความเข้มมากยิ่งขึ้นเพื่อมุ่งสู่ความเป็นเลิศขององค์กรขอแนะนำของคณะกรรมการเกี่ยวกับควรพัฒนาระบบบริหารจัดการงบประมาณนั้นทำให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติระเบียบการบริหารราชการ

กระทรวงศึกษาธิการ [3] ที่ให้ความสำคัญสำหรับส่วนของการบริหารงานงบประมาณนั้นเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมสนับสนุนภารกิจในด้านอื่น ๆ ของสถานศึกษา เพราะหากการบริหารงานด้านงบประมาณมีความคล่องตัวแล้ว จะส่งผลดีต่องานด้านอื่น ๆ ตามไปด้วย และเช่นเดียวกับงานวิจัยของหนันทนา สมิงไพร [6] ได้ทำการศึกษาด้านการบริหารงบประมาณแบบมุ่งเน้นผลงานตามความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาและครูในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 จังหวัดสุพรรณบุรี ได้สรุปไว้ว่า ผู้บริหารสถานศึกษาและครูมีความคิดเห็นว่าการบริหารงบประมาณแบบมุ่งเน้นผลงานในสถานศึกษา ในภาพรวมสามารถดำเนินการได้ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าสามารถดำเนินการได้ในระดับมากที่สุดคือด้านการวางแผนและจัดทำงบประมาณ รองลงไปได้แก่ ด้านการติดตามประเมินผลงบประมาณและด้านการบริหารงบประมาณ และเช่นเดียวกับงานวิจัยของหงลักษณ์ พรหมพา [7] ได้ทำการศึกษาด้านการบริหารงานงบประมาณในสถานศึกษาชั้นพื้นฐาน สหวิทยาเขต 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 โดยสรุปไว้ว่า สภาพการบริหารงานงบประมาณในสถานศึกษาชั้นพื้นฐาน สหวิทยาเขต 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ด้านที่การวางแผนงบประมาณ แต่ด้านที่การปฏิบัติต่ำที่สุด ได้แก่ ด้านการจัดระบบการจัดซื้อจัดจ้าง โดยทำการเปรียบเทียบสภาพการบริหารงานงบประมาณตามความคิดเห็นของบุคลากรที่มีประสบการณ์การทำงานต่างกัน ขนาดของสถานศึกษา พบว่าภาพรวมมีการปฏิบัติแตกต่างกัน แต่ไม่มีนัยสำคัญ จึงได้ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาการพัฒนาระบบการบริหารงานงบประมาณในสถานศึกษาชั้นพื้นฐาน สหวิทยาเขต 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 ไว้ว่า ควรมีการวางแผนงบประมาณให้เชื่อมโยงกับกิจกรรมของหน่วยงาน ควรมีการคำนวณเงินงบประมาณที่ต้องใช้ในการจัดทำแผน/โครงการ ควรมีการกำหนดวัตถุประสงค์ในการจัดซื้อจัดจ้างอย่างชัดเจน ควรมีระบบบัญชีและการควบคุมบัญชีอย่างชัดเจน ควรมีการจัดทำแผนปฏิบัติงานและแผนการใช้จ่ายเงินงบประมาณล่วงหน้า ควรมีการวางแผนกำหนดความต้องการในการใช้สินทรัพย์ ควรมีการวางแผนการตรวจสอบภายใน ที่กล่าวมาจึงทำให้เห็นว่าการวิจัยที่ค้นพบสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้สำหรับ โรงเรียนสิงห์บุรี

ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะเป็นส่วนหนึ่งในทีมบริหารงานของโรงเรียนสิงห์บุรี จึงนำแนวทางดังกล่าวที่กล่าวไว้เบื้องต้นและคำแนะนำจากคณะกรรมการได้เสนอไว้ในรายงานการประเมินคุณภาพนามาสู่การพัฒนากลยุทธ์การบริหารงานงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรี โดยการศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติให้กับคณะครูโรงเรียนสิงห์บุรีได้มีการพัฒนาสู่การส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพและระดับความคิดเห็นในการบริหารงบประมาณของครูโรงเรียนสิงห์บุรี
2. เพื่อสร้างกลยุทธ์การบริหารงานงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรี
3. เพื่อทดลองใช้กลยุทธ์การบริหารงานงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรี

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษากลยุทธ์การบริหารงานงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรี มีขอบเขตดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพและระดับความคิดเห็นในการบริหารงานงบประมาณของครูโรงเรียนสิงห์บุรี

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา รองผู้อำนวยการ และคณะครูโรงเรียนสิงห์บุรี จำนวน 150 คน ประจำปีงบประมาณ 2563

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามสภาพและระดับความคิดเห็นในการบริหารงบประมาณของครูโรงเรียนสิงห์บุรี

การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ร่วมกันกับคณะผู้บริหารและคณะครูที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 2 สร้างกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรี

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้อำนวยการเขตพื้นที่การศึกษา ศึกษาพิเศษ ผู้บริหารสถานศึกษา รองผู้อำนวยการและผู้เชี่ยวชาญด้านนโยบายที่มีส่วนเกี่ยวข้องและ/หรือมีประสบการณ์ด้านการบริหารงบประมาณ จำนวน 9 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามประเมินความเหมาะสมของกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรี

การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามประเมินความเหมาะสมกับ กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้อำนวยการเขตพื้นที่การศึกษา ศึกษาพิเศษ ผู้บริหารสถานศึกษา รองผู้อำนวยการและผู้เชี่ยวชาญด้านนโยบายที่มีส่วนเกี่ยวข้องและ/หรือมีประสบการณ์ด้านการบริหารงบประมาณ

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้กลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรี

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย คณิตศาสตร์ ภาษาต่างประเทศ ภาษาไทย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคมศึกษาศาสนาและวัฒนธรรม ภาษาอังกฤษ สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ และอีก 2 กลุ่มงาน คือ งานแนะแนว และงานห้องสมุด ครูโรงเรียนสิงห์บุรี จำนวน 145 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินการนำกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรีไปใช้ในการปฏิบัติงาน

การเก็บรวบรวมข้อมูล ทดลองใช้กลยุทธ์การบริหารงบประมาณกับกลุ่มเป้าหมาย ติดตามและประเมินผลแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ด้วยกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือสำหรับการวิจัยในแต่ละขั้นตอนผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวกับการบริหารงบประมาณเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือ

2. สร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยได้แก่แบบสอบถามและแบบประเมิน ที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนการวิจัย

3. นำแบบสอบถามหรือแบบประเมินที่สร้างขึ้นตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ทำการตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยการใช้ค่า IOC (Item-Objective Congruence Index) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 – 1.00

4. ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ จัดทำเครื่องมือสำหรับการวิจัยแต่ละขั้นตอน ก่อนนำไปใช้จริง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องโดยใช้ IOC (Item-Objective Congruence Index)

2. สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำเสนอข้อมูลที่ได้ในรูปแบบตารางและเทียบกับเกณฑ์

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสภาพและระดับความคิดเห็นในการบริหารงบประมาณของครูโรงเรียนสิงห์บุรีกับกลุ่มเป้าหมายด้วยกระบวนการชุมชนการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อศึกษาสภาพและปัญหาในการบริหารงบประมาณที่ผ่านมาและศึกษากลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่จะนำมาใช้ในการบริหารงานพบว่า สภาพการบริหารงบประมาณของโรงเรียนสิงห์บุรีประกอบด้วย ด้านการวางแผนงบประมาณ ด้านการจัดระบบการจัดซื้อจัดจ้าง ด้านการบริหารทางการเงินและการควบคุมงบประมาณ ด้านการรายงานทางการเงินและผลดำเนินงาน อยู่ในระดับปานกลาง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นในการบริหารงบประมาณโรงเรียนสิงห์บุรี

ภาพรวมด้านการบริหารงบประมาณ	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านการวางแผนงบประมาณ	2.92	1.04	ปานกลาง
ด้านการจัดระบบการจัดซื้อจัดจ้าง	2.89	0.95	ปานกลาง
ด้านการบริหารทางการเงินและการควบคุมงบประมาณ	3.05	1.06	ปานกลาง
ด้านการรายงานทางการเงินและผลดำเนินงาน	3.10	0.99	ปานกลาง
รวม	2.99	1.01	ปานกลาง

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นในการบริหารงบประมาณโรงเรียนสิงห์บุรีพบว่า โดยรวมการบริหารงบประมาณที่ผ่านอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.99$, S.D.=1.01) เมื่อพิจารณารายด้านแต่ละด้านอยู่ในระดับปานกลางโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ด้านการรายงานทางการเงินและผลดำเนินงาน ($\bar{X} = 3.10$, S.D.=0.99) รองลงมาได้แก่ ด้านการบริหารทางการเงินและการควบคุมงบประมาณ ($\bar{X} = 3.05$, S.D.=1.06) ด้านการวางแผนงบประมาณ ($\bar{X} = 2.92$, S.D.=1.04) และด้านการจัดระบบการจัดซื้อจัดจ้าง ($\bar{X} = 2.89$, S.D.=0.95) ตามลำดับ

2. ผลสร้างกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรีกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ร่วมกันกับคณะผู้บริหารและคณะครู กลุ่มเป้าหมายในขั้นตอนที่ 1 นำมาร่างเป็นกลยุทธ์การบริหารงบประมาณและนำสร้างเป็นกลยุทธ์การบริหารงานงบประมาณ จากนั้นดำเนินการประเมินความเหมาะสมด้วยวิธีการการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามประเมินความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้อำนวยการเขตพื้นที่การศึกษา ศึกษาพิเศษ ผู้บริหารสถานศึกษา รองผู้อำนวยการและผู้เชี่ยวชาญด้านนโยบายที่มีส่วนเกี่ยวข้องและ/หรือมีประสบการณ์ด้านการบริหารงบประมาณ พบว่า นำมาสร้างเป็นกลยุทธ์การบริหารงบประมาณได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
ของครูโรงเรียนสิงห์บุรี

จากภาพที่ 1 สามารถอธิบายได้ว่า หลักในการบริหารงบประมาณให้มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องมีการวางแผนการใช้งบประมาณ การบริหารจัดการงบประมาณ ต้องมีการวิเคราะห์ปัญหาอุปสรรค จุดแข็งจุดอ่อนในการบริหารจัดการงบประมาณ ดำเนินการทบทวน ประเมินผลแผนกลยุทธ์ของส่วนงานในระดับปฏิบัติแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามวิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมายและจุดประสงค์ของโรงเรียนสิงห์บุรี ที่จะเป็นส่วนส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อจะส่งผลต่อนักเรียนและครูสำหรับการจัดการเรียนการสอน รวมถึงกระบวนการตัดสินใจของผู้บริหารเพื่อจะให้ทราบว่าจะทำอะไรและเมื่อไหร่ การใช้ทรัพยากรร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและประสิทธิภาพของเครื่องมือที่จะเป็นตัวชี้ทางในการดำเนินการให้การบริหารงานราบรื่นไม่มีปัญหาและอุปสรรค สามารถแก้ไขปัญหาได้ทันทีลดต้นทุนการปฏิบัติงานลดการทำงานไม่ให้สัมพันธ์กันได้ อาทิ การแก้ปัญหาอุปสรรคโดยการบูรณาการโครงการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน นำมาใช้ในการประกันคุณภาพการศึกษาได้ กิจกรรมของโครงการเพื่อการเรียนการสอนส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นต้น โดยได้นำมาสร้างเป็นกลยุทธ์สำหรับการบริหารงบประมาณด้วยกระบวนการ PDCA ได้แก่ การวางแผน (Planer Planning) การลงมือทำ (Do or Implemental) การตรวจสอบ (Check or Evaluation) และการปรับปรุง (Actor Standardization) แก้ไขส่วนของแผนการดำเนินงานที่มีปัญหา นำมากำหนดกรอบในการบริหารงานงบประมาณทั้งหมด 7 ด้าน ประกอบด้วย 1) การจัดทำและเสนอของบประมาณ 2) การจัดสรรงบประมาณ 3) การตรวจสอบ ติดตามประเมินผลและรายงานผล 4) การระดมทรัพยากรและการลงทุนเพื่อการศึกษา 5) การบริหารการเงิน 6) การบริหารบัญชี และ 7) การบริหารพัสดุและสินทรัพย์ ผลการประเมินความเหมาะสมของกลยุทธ์รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรี

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
กลยุทธ์การบริหารงบประมาณด้วยกระบวนการ PDCA	4.67	0.50	มากที่สุด
การจัดทำและเสนอของบประมาณ	4.33	0.87	มาก
การจัดสรรงบประมาณ	4.33	0.87	มาก
การตรวจสอบ ติดตามประเมินผลและรายงานผล	4.22	0.83	มาก
การระดมทรัพยากรและการลงทุนเพื่อการศึกษ	4.44	0.73	มาก
การบริหารการเงิน	4.22	0.83	มาก
การบริหารบัญชี	4.44	0.73	มาก
การบริหารพัสดุและสินทรัพย์	4.22	0.83	มาก
รวม	4.36	0.77	มาก

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรีโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.36$, S.D.=0.77) กรอบในการบริหารงานงบประมาณทั้งหมด 7 ด้าน อยู่ในระดับมาก ประกอบด้วย 1) การจัดทำและเสนอของบประมาณ 2) การจัดสรรงบประมาณ 3) การตรวจสอบ ติดตามประเมินผลและรายงานผล 4) การระดมทรัพยากรและการลงทุนเพื่อการศึกษ 5) การบริหารการเงิน 6) การบริหารบัญชี และ 7) การบริหารพัสดุและสินทรัพย์ สำหรับกลยุทธ์การบริหารงบประมาณด้วยกระบวนการ PDCA อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D.=0.50) ทำให้สรุปได้ว่าสามารถนำไปใช้กับกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรีได้

3. ผลการประเมินการนำกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรีไปใช้ในการปฏิบัติงานโดยกลุ่มเป้าหมายและทำการประเมินผลการปฏิบัติงานดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินการนำกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรีไปใช้ในการปฏิบัติงานแสดงระดับความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมาย

รายการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
การสร้างความชัดเจนในบทเรียน	4.46	0.52	มาก
การจัดการเรียนรู้เชิงรุก	4.35	0.63	มาก
การแสดงความใส่ใจในงานการสอน	4.38	0.51	มาก
การทำให้กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนมีประสิทธิภาพ	4.46	0.66	มาก
การส่งเสริมให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ	4.32	0.75	มาก
การใช้สื่อการเรียนรู้	4.46	0.66	มาก
ภาพรวมด้านการนำกลยุทธ์ไปปฏิบัติงาน	4.47	0.66	มาก
เป้าหมายความสำเร็จของการปฏิบัติงาน	4.38	0.51	มาก
รวม	4.41	0.61	มาก

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินการนำกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรีไปใช้ในการปฏิบัติงานแสดงระดับความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.41$, S.D.=0.61) เมื่อพิจารณารายการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้จากมากไปหาน้อย ได้แก่ ภาพรวมด้านการนำกลยุทธ์ไปปฏิบัติงาน ($\bar{X} = 4.47$, S.D.= 0.66) รองลงมาคือ การสร้างความชัดเจนในบทเรียน ($\bar{X} = 4.46$, S.D.= 0.52) การทำให้กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนมีประสิทธิภาพ ($\bar{X} = 4.46$, S.D.= 0.66) การใช้สื่อการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.46$, S.D.= 0.66) การแสดงความใส่ใจในงานการสอน ($\bar{X} = 4.38$, S.D.= 0.51) เป้าหมายความสำเร็จของการปฏิบัติงาน ($\bar{X} = 4.38$, S.D.= 0.51) การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ($\bar{X} = 4.35$, S.D.= 0.63) และการส่งเสริมให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ ($\bar{X} = 4.32$, S.D.= 0.75) ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นในการบริหารงบประมาณโรงเรียนสิงห์บุรีพบว่า โดยรวมการบริหารงบประมาณที่ผ่านอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.99$, S.D.=1.01) เมื่อพิจารณารายด้านแต่ละด้านอยู่ในระดับปานกลางโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ด้านการรายงานทางการเงินและผลดำเนินงาน ($\bar{X} = 3.10$, S.D.=0.99) รองลงมาได้แก่ ด้านการบริหารทางการเงินและการควบคุมงบประมาณ ($\bar{X} = 3.05$, S.D.=1.06) ด้านการวางแผนงบประมาณ ($\bar{X} = 2.92$, S.D.=1.04) และด้านการจัดระบบการจัดซื้อจัดจ้าง ($\bar{X} = 2.89$, S.D.= 0.95) ทั้งนี้เนื่องจากที่ผ่านมาได้มีการดำเนินการโดยไม่ได้อาศัยกระบวนการทางด้านการศึกษากลยุทธ์ตามกระบวนการวิจัย ไม่มีการติดตาม ประเมินผลอย่างสม่ำเสมออาจจะมีผลทำให้การปฏิบัติงานอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเกศสุตา โภคานิตย์และกัพา หนูยศ [8] ที่ได้ทำการศึกษาสภาพและปัญหาการบริหารงบประมาณของมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิพบว่า สภาพการบริหารงบประมาณของมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ด้านการวางแผนงบประมาณ ด้านการจัดระบบการจัดซื้อจัดจ้าง ด้านการบริหารทางการเงินและการควบคุมงบประมาณ ด้านรายงานผลทางการเงินและผลการดำเนินงาน ด้านการบริหารสินทรัพย์ ด้านการตรวจสอบภายในและด้านการดำเนินการปรับปรุง/แก้ไขพบว่าทุกด้านมีการดำเนินการเป็นส่วนใหญ่ยกเว้น ด้านการคำนวณต้นทุนผลผลิตมีการดำเนินการต่ำสุด เช่นเดียวกับ เพ็ญพรรณ บางอร [9] ได้ทำการศึกษาแนวทางการบริหารจัดการระบบบริหารงานงบประมาณของโรงเรียนสบบเมยวิทยาคม อำเภอสบบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ได้สรุปไว้ว่า สภาพการบริหารจัดการระบบบริหารงานงบประมาณ โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งงานที่มีค่าเฉลี่ยของปัญหามากที่สุดคือ งานแผนและควบคุมภายใน รองลงมาคืองานบัญชี งานการเงิน งานสารสนเทศและงานพัสดุและสินทรัพย์ ตามลำดับ และนางลักษณ์ พรหมพา [7] ได้ทำการศึกษาการบริหารงานงบประมาณในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สหวิทยาเขต 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 โดยสรุปไว้ว่า สภาพการบริหารงานงบประมาณในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สหวิทยาเขต 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ด้านที่การวางแผนงบประมาณ แต่ด้านที่การปฏิบัติต่ำที่สุด ได้แก่ ด้านการจัดระบบการจัดซื้อจัดจ้าง จึงทำให้เห็นว่านักวิชาการ นักการศึกษาหลายท่านที่ได้ทำการวิจัยถึงสภาพปัญหาการดำเนินงานงบประมาณที่ผ่านมายังอยู่ในระดับปานกลางทำให้ต้องหากกลยุทธ์ แนวทางในการพัฒนาดำเนินงานงบประมาณเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่ดีต่อองค์กรเช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้

2. กลยุทธ์สำหรับการบริหารงบประมาณด้วยกระบวนการ PDCA ได้แก่ การวางแผน (Planer Planning) การลงมือทำ (Do or Implemental) การตรวจสอบ (Check or Evaluation) และการปรับปรุง (Actor Standardization) แก้ไขส่วนของแผนการดำเนินงานที่มีปัญหา นำมากำหนดกรอบในการบริหารงานงบประมาณ

ทั้งหมด 7 ด้าน ประกอบด้วย 1) การจัดทำและเสนอของบประมาณ 2) การจัดสรรงบประมาณ 3) การตรวจสอบติดตามประเมินผลและรายงานผล 4) การระดมทรัพยากรและการลงทุนเพื่อการศึกษา 5) การบริหารการเงิน 6) การบริหารบัญชี และ 7) การบริหารพัสดุและสินทรัพย์ผลการประเมินความเหมาะสมของกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรีโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.36$, S.D.=0.77) ทั้งนี้เนื่องจากผลการศึกษาได้กลยุทธ์ที่เหมาะสมสำหรับโรงเรียนสิงห์บุรีที่ได้นำไปปฏิบัติงาน มีการวางแผน (Planer Planning) การลงมือทำ (Do or Implemental) การตรวจสอบ (Check or Evaluation) และการปรับปรุง (Actor Standardization) ด้วยกระบวนการ PDCA และมีการกำหนดกรอบในการบริหารงบประมาณที่ครอบคลุมการปฏิบัติงาน โดยกลยุทธ์ที่ได้มาจากกระบวนการวิจัย ผ่านการตรวจประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ และนำไปปฏิบัติใช้ได้รับความร่วมมืออันดีจากผู้บริหาร คณะครูผู้สอนโรงเรียนสิงห์บุรี จึงทำให้ผลการศึกษาในครั้งนี้เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเพ็ญพรรณบางอร [9] ได้ทำการศึกษาแนวทางการบริหารจัดการระบบบริหารงานงบประมาณของโรงเรียนสภเมยวิทยาคม อำเภอสภเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่าแนวทางการบริหารจัดการระบบบริหารงานงบประมาณของโรงเรียนสภเมยวิทยาคม อำเภอสภเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยใช้วงจรคุณภาพ PDCA แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการวางแผน (P) เป็นขั้นของการวางแผนร่วมกันทั้งกลุ่มงานเป็นหน้าที่หลักของงานแผนงานในการจัดทำเอกสาร การติดตาม และตรวจสอบ ขั้นการดำเนินงาน (D) เป็นการขอใช้งบประมาณที่ต้องมีความถูกต้องแม่นยำ รวดเร็วตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน เป็นหน้าที่หลักของงานการพัสดุและสินทรัพย์ งานการเงิน และงานบัญชี ขั้นการตรวจสอบการดำเนินงาน (C) เป็นการตรวจสอบเอกสารหลักฐานทั้งการเงิน บัญชีพัสดุ และสินทรัพย์ทั้งจากผู้ตรวจสอบภายในและภายนอก ขั้นปรับปรุงแก้ไข(A) เป็นการสรุปผลโครงการโดยระบุปัญหาวิธีการ ข้อเสนอแนะ การบริหารความเสี่ยงต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลมาจัดทำเป็นแผนปฏิบัติการในงบประมาณถัดไป เช่นเดียวกับงานวิจัยของพัฒน์ธี อัฐวงศ์ และฐิติกรีย์ วงศ์สูง [10] ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการบริหารจัดการงบประมาณ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตภาคเหนือซึ่งได้เสนอกกลยุทธ์สำคัญในการบริหารจัดการงบประมาณ จะต้องผ่านกระบวนการบริหารจัดการ PDCA ได้แก่ การวางแผน การลงมือทำการตรวจเช็ค และการปรับปรุงแก้ไขในส่วนของแผนการดำเนินงานที่มีปัญหา และให้ความสำคัญกับเรื่องเร่งด่วนในการพิจารณาจัดสรรงบประมาณโดยนำหลักธรรมาภิบาลมาใช้ โปร่งใส ตรวจสอบได้และเป็นธรรม

3. ผลการประเมินการนำกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรีไปใช้ในการปฏิบัติงานแสดงระดับความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.41$, S.D.=0.61) ทั้งนี้เนื่องมาจากก่อนการนำกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการปฏิบัติงาน ผู้บริหารและครูผู้สอนในโรงเรียนสิงห์บุรี ทุกท่านได้ทำการประชุมหารือร่วมกันเพื่อรับฟังแนวทางการปฏิบัติ ระยะเวลา ขอบเขตของการปฏิบัติงาน โดยในระหว่างการปฏิบัติได้มีการติดตามประเมินผลด้วยการใช้กระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ร่วมกับกลยุทธ์การบริหารงบประมาณ จึงทำให้ระหว่างการทำไปปฏิบัติงานนั้นเป็นไปด้วยความเรียบร้อย ได้รับการแก้ไขในกรณีที่มีปัญหาด้วยคำแนะนำจากผู้บริหาร ครูผู้สอนทุกท่าน จึงทำให้ผลการประเมินการนำกลยุทธ์การบริหารงบประมาณไปใช้ในการปฏิบัติงานโดยรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมุกตมณี ศรีพงษ์เพริศ [11] ได้ทำการศึกษาปัจจัยคัดสรรที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี พบว่า ประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย การสร้างความชัดเจนในบทเรียน การจัดการเรียนรู้เชิงรุก การส่งเสริมให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ การใช้สื่อการเรียนรู้ ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก สำหรับปัจจัยคัดสรรที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูประถมศึกษา ได้แก่ ปัจจัยแรงจูงใจในการปฏิบัติงาน ปัจจัยการจัดบรรยากาศในห้องเรียน และปัจจัยบุคลิกลักษณะของครู ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ

มาก เช่นเดียวกันและปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ปัจจัยแรงจูงใจในการปฏิบัติงาน ปัจจัยบุคลิกลักษณะของครูและปัจจัยการจัดบรรยากาศในห้องเรียนตามลำดับ โดยปัจจัยดังกล่าวสามารถพยากรณ์ได้ร้อยละ 64.3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงแสดงให้เห็นว่าการนำกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของ ครูโรงเรียนสิงห์บุรีไปใช้ในการปฏิบัติงานในครั้งนี้เป็นไปตามสมมติฐานและสามารถปฏิบัติงานได้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นในการบริหารงบประมาณโรงเรียนสิงห์บุรีพบว่า โดยรวมการบริหารงบประมาณที่ผ่านอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.99$, S.D.=1.01)

2. กลยุทธ์สำหรับการบริหารงบประมาณด้วยกระบวนการ PDCA ได้แก่ การวางแผน (Planer Planning) การลงมือทำ (Do or Implemental) การตรวจสอบ (Check or Evaluation) และการปรับปรุง (Actor Standardization) แกะไขส่วนของแผนการดำเนินงานที่มีปัญหา นำมากำหนดกรอบในการบริหารงานงบประมาณทั้งหมด 7 ด้าน ประกอบด้วย 1) การจัดทำและเสนอของงบประมาณ 2) การจัดสรรงบประมาณ 3) การตรวจสอบติดตามประเมินผลและรายงานผล 4) การระดมทรัพยากรและการลงทุนเพื่อการศึกษา 5) การบริหารการเงิน 6) การบริหารบัญชี และ 7) การบริหารพัสดุและสินทรัพย์ ผลการประเมินความเหมาะสมของกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรีโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.36$, S.D.=0.77)

3. ผลการประเมินการนำกลยุทธ์การบริหารงบประมาณที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูโรงเรียนสิงห์บุรีไปใช้ในการปฏิบัติงานแสดงระดับความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.41$, S.D.=0.61)

เอกสารอ้างอิง

- [1] เพียรศรี พุ่มพวง. (2556). การบริหารงบประมาณของสถานศึกษาในสหวิทยาเขตประโคนชัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32. ปรินญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี.
- [2] กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- [3] กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- [4] ชมพู โกดิรัมย์. (2552). ศตวรรษที่ 21 ปัจจัยการผลิตที่ทำทนายก้าวอย่างที่ต้องปรับของไทย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- [5] งานแผนงานโรงเรียน กลุ่มบริหารงบประมาณ. (2562). รายงานประเมินตนเองของสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียนสิงห์บุรี. อำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี.
- [6] นันทนา สมิงไพร. (2558, มกราคม). การศึกษาการบริหารงบประมาณแบบมุ่งเน้นผลงานตามความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาและครูในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 จังหวัดสุพรรณบุรี. วารสารวิจัยราชภัฏกรุงเทพฯ. 2(1), 41-47.

- [7] นางลักษณ์ พรหมพา. (2558, มิถุนายน). การศึกษาการบริหารงานงบประมาณในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สหวิทยาเขต 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29. ใน *การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ “สร้างสรรค์และพัฒนา เพื่อก้าวหน้าสู่ประชาคมอาเซียน” ครั้งที่ 2 ณ วิทยาลัยนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา*. หน้า 251 – 257. นครราชสีมา.
- [8] เกศสุตา โภคานิตย์, และกัฬา หนูยศ. (2556). สภาพและปัญหาการบริหารงบประมาณของมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3*. หน้า 311-317. กำแพงเพชร.
- [9] เพ็ญพรรณ บางอร. (2562). *แนวทางการบริหารจัดการระบบบริหารงานงบประมาณของโรงเรียนสบบเมยวิทยาคม อำเภอสบบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- [10] พัฒน์นรี อัจฉรงค์และจิตารีย์ วงศ์สูง. (2559). ประสิทธิภาพการบริหารจัดการงบประมาณ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตภาคเหนือ. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*. 4(1), 73-86.
- [11] มุกตมณี ศรีพงษ์เพริศ. (2561). *ปัจจัยคัดสรรที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของครูประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

**RANC15-071 ผลของสารสกัดหยาบขมิ้นชันต่อนิวเคลียร์แฟคเตอร์แคปบาปี
และพรอสตาแกลนดินอี 2 ของเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ที่ถูกกระตุ้น
ด้วยไลโปโพลีแซคคาไรด์ในสภาวะน้ำตาลสูง**

**EFFECTS OF CURCUMA LONGA CRUDE EXTRACT ON NF-KB AND PGE2 IN
LPS-STIMULATED HUMAN GINGIVAL FIBROBLASTS UNDER HIGH GLUCOSE CONDITIONS**

สุทธิธร ญาณรังสี ณรงค์ศักดิ์ เหล่าศรีสิน ปริมา บุรณสิน
Sutitorn Yanaranci, Narongsak Laosrisin, Prima Buranasin

สาขาปริทันตวิทยา ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
*Division of Periodontology, Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics,
Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University*

*Corresponding author, E-mail: prima@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

มีการศึกษาในเซลล์หลายชนิดที่พบว่าสารสกัดเคอร์คิวมินจากขมิ้นชันสามารถลดการอักเสบ ผ่านการยับยั้งการทำงานของวิถีการส่งสัญญาณนิวเคลียร์แฟคเตอร์แคปบาปี (NF-KB) ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมการหลั่งของสารเหนี่ยวนำการอักเสบ (Inflammatory mediators) มากมาย เช่น พรอสตาแกลนดินอี 2 (PGE2) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการอักเสบและการทำลายเนื้อเยื่อในโรคปริทันต์อักเสบและโรคเบาหวาน จึงเป็นที่มาของศึกษาผลของสารสกัดหยาบขมิ้นชันที่สกัดด้วยเอทานอล ต่อ NF-KB และ PGE2 ในเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ (Human gingival fibroblasts; HGFs) โดยใช้ไลโปโพลีแซคคาไรด์ (LPS) ของเชื้อพอร์ไฟโรโมนาส จิงจีวาลิส (*Porphyromonas gingivalis*; Pg) เพื่อกระตุ้นการอักเสบ โดย HGFs จะถูกเลี้ยงภายใต้สภาวะน้ำตาลปกติ (5.5 มิลลิโมลาร์) หรือน้ำตาลสูง (50 มิลลิโมลาร์) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นเลี้ยงต่อ 24 ชั่วโมง ในสภาวะที่มีหรือไม่มี LPS 1 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ร่วมกับสภาวะมีหรือไม่มีขมิ้น 15 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร จากนั้นเซลล์จะถูกนำมาทดสอบ MTT เพื่อทดสอบความเป็นพิษของขมิ้นชันต่อเซลล์ หรือนำมาวิเคราะห์การแสดงออกของยีน NF-KB ด้วย Real-time PCR ในขณะที่น้ำเลี้ยงเซลล์จะถูกวิเคราะห์ด้วย ELISA เพื่อหาปริมาณของ PGE2 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า สารสกัดหยาบขมิ้นชันไม่เป็นพิษต่อเซลล์ การแสดงออกของ NF-KB ลดลงในทุกกลุ่มทดลอง โดยมีเพียงกลุ่มน้ำตาลปกติที่ได้รับขมิ้นชันที่พบการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ขมิ้นชันไม่สามารถลดปริมาณ PGE2 ได้ จึงสรุปได้ว่าสารสกัดหยาบขมิ้นชันมีผลในการลดการแสดงออกของ NF-KB หรือ PGE2 ในกระบวนการอักเสบของเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ที่ถูกกระตุ้นด้วย LPS และภาวะน้ำตาลสูงได้ไม่ชัดเจน

คำสำคัญ: สารสกัดหยาบขมิ้นชัน โรคปริทันต์อักเสบ โรคเบาหวาน นิวเคลียร์แฟคเตอร์แคปบาปี พรอสตาแกลนดินอี 2

Abstract

The nuclear factor kappa B (NF- κ B) is a transcription factor that is responsible for regulating the secretion of many inflammatory mediators, such as prostaglandin E2 (PGE2), which plays an important role in inflammation and tissue damage in periodontitis and diabetes. Several studies have found that the curcumin extract from *Curcuma longa* (turmeric) can suppress inflammation through the inhibition of the NF- κ B signaling pathway. Therefore, the effects of ethanolic crude extract of *Curcuma longa* on NF- κ B and PGE2 were studied in human gingival fibroblasts (HGFs), stimulated to be inflamed by lipopolysaccharide (LPS) of *Porphyromonas gingivalis* (Pg). Accordingly, HGFs were cultured under normal (5.5 mM; NG) or high glucose (50 mM; HG) for 72 h, then cultured with or without 1 μ g/ml LPS along with or without 15 μ g/ml turmeric for 24 h. Culture media was then collected for the PGE2 ELISA test. The cells were collected for either an MTT assay to test cell cytotoxicity or Real-time PCR to quantify NF- κ B expression. The results revealed that turmeric is not toxic to cells. NF- κ B expression decreased in all experimental groups. Only the NG group with turmeric showed a significant reduction. While turmeric was unable to reduce PGE2 level. It was concluded that *Curcuma longa* crude extract had an unclear effect on reducing the expression of NF- κ B or the secretion of PGE2 in the inflammatory process of LPS-stimulated HGFs under high glucose conditions.

Keywords: Curcuma Longa Crude Extract, Turmeric, Periodontitis, Diabetes Mellitus, Nuclear factor kappa B, Prostaglandin E2

บทนำ

จากรายงานการวิจัยหลายฉบับพบว่าไขมันชั้นมีฤทธิ์ต้าน การอักเสบ การเกิดอนุมูลอิสระ และการเกิดเนื้องอก อีกทั้งยังสามารถยับยั้งการติดเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และเชื้อไวรัส โดยเชื่อว่าเคอร์คิวมินอยด์ (Curcuminoid) เป็นสารออกฤทธิ์หลักโดยที่เคอร์คิวมิน (Curcumin) มีปริมาณมากที่สุดและมีฤทธิ์โดดเด่นที่สุดในสารกลุ่มเคอร์คิวมินอยด์ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้ไขมันชั้นเป็นยาที่ถูกใช้ในการแพทย์ทางเลือกอย่างแพร่หลาย ในรูปแบบของการนำเหง้าไขมันชั้นมาตากแห้งและบดเป็นผง [1] ซึ่งจากการศึกษาทางชีวโมเลกุลพบว่าเคอร์คิวมินมีปฏิสัมพันธ์กับโปรตีนในเซลล์หลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบและความอยู่รอดของเซลล์ เช่น นิวเคลียร์แฟกเตอร์แคปปาบี (Nuclear factor kappa B: NF- κ B) พรอสตาแกลนดินอี 2 (Prostaglandin E2: PGE2) ทูเมอร์ เนโครซิส แฟกเตอร์อัลฟา (Tumor necrosis factor alpha: TNF- α) และ อินเตอร์ลิวคิน 1 เบต้า (Interleukin 1 beta: IL-1 β) ทำให้เคอร์คิวมินสามารถเปลี่ยนวิถีการส่งสัญญาณระหว่างเซลล์ ซึ่งสัมพันธ์กับโรคเรื้อรังหลายชนิดรวมไปถึงโรคเบาหวานและโรคปริทันต์อักเสบ [2]

เคอร์คิวมินสามารถยับยั้งการอักเสบผ่านการยับยั้ง NF- κ B ซึ่งเป็นวิถีการส่งสัญญาณที่จะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์ได้รับตัวกระตุ้น เช่น การติดเชื้อ สารก่อการอักเสบ หรือสภาวะน้ำตาลสูง โดยวิถีการส่งสัญญาณ NF- κ B อาจทำให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนที่เกี่ยวข้องกับ การอยู่รอด การอักเสบ หรือการตายของเซลล์ เช่น ไซโคลออกซีจีเนส 2

(Cyclooxygenase 2: COX2), TNF- α และ IL-1 β [3] ซึ่ง COX2 มีหน้าที่เมแทบอลิซึมกรดอะราคิโดนิค (Arachidonic acid) ให้กลายเป็น PGE2 [4] โดยในโรคปริทันต์อักเสบ PGE2 มีบทบาทต่อการเพิ่มการซึมผ่านของหลอดเลือด การกระตุ้นเซลล์สลายกระดูก และการกระตุ้นคอลลาจีเนส (Collagenase) [5] โดยพบว่าเชื้อก่อโรคปริทันต์อาจส่งผลโดยตรงต่อการกระตุ้นเซลล์ให้สร้าง COX2 หรืออาจกระตุ้นสารอักเสบที่สามารถกระตุ้น COX2 หรือ PGE2 ได้ [6]

ลักษณะทางคลินิกของโรคปริทันต์อักเสบเป็นผลหลัก ๆ มาจากการเพิ่มขึ้นของ TNF- α , IL-1 β , รีเซปเตอร์แอกติเวเตอร์ ออฟ นิวเคลียร์แฟกเตอร์แคปปาบี ไลแกนด์ (Receptor activator of NF- κ B ligand: RANKL) และปัจจัยก่อโรคของเชื้อก่อโรคปริทันต์ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลเพิ่มการแสดงออกของสารอักเสบ เช่น NF- κ B, PGE2 และ Collagenase ซึ่งส่งผลให้เกิดการเพิ่มจำนวนเซลล์สลายกระดูก (Osteoclast) การรวมตัวของเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกัน การทำลายอวัยวะปริทันต์ และการบวมการอักเสบที่ส่งเสริมภาวะดื้อต่ออินซูลิน [7]

โรคเบาหวาน (Diabetes Mellitus: DM) เป็นโรคเรื้อรังซึ่งเป็นภาวะความผิดปกติของการเผาผลาญที่ทำให้เกิดสภาวะน้ำตาลในเลือดสูง โดยใช้เกณฑ์ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting blood sugar: FBS) ที่ 8 ชั่วโมง สูงกว่าหรือเท่ากับ 126 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร [8] โดยการอักเสบถือเป็นกระบวนการสำคัญในการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน ซึ่งมีหลายการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าภาวะน้ำตาลในเลือดสูงสามารถกระตุ้นวิถีการส่งสัญญาณ NF- κ B และซี-จุน เอน-เทอมินอลไคเนส (C-Jun N-terminal kinases: JNKs) ที่มีผลเพิ่มการแสดงออกของสารอักเสบและความเครียดออกซิเดชัน ซึ่งมีคุณสมบัติเหนี่ยวนำให้เกิดทำลายเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน [9] นอกจากนี้สารอักเสบที่เกิดขึ้นสามารถส่งเสริมภาวะดื้อต่ออินซูลินที่ทำให้ควบคุมโรคเบาหวานได้ยากขึ้น เป็นเหตุให้โรคที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบเรื้อรัง เช่น โรคปริทันต์อักเสบ มีความสัมพันธ์แบบสองทางกับโรคเบาหวาน (Two-way relationship) กล่าวคือโรคเบาหวานที่เป็นอยู่สามารถส่งเสริมความรุนแรงและเพิ่มความเสี่ยงของโรคปริทันต์ ในทำนองเดียวกันโรคปริทันต์ที่เป็นอยู่ก็สามารถส่งเสริมภาวะดื้อต่ออินซูลิน ทำให้เพิ่มความรุนแรงของโรคเบาหวานได้เช่นกัน [10]

เซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ (Human gingival fibroblasts: HGFs) เป็นเซลล์ที่มีจำนวนมากที่สุดในเนื้อเยื่อเหงือก พบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เซลล์สร้างเส้นใยเหงือก เชื้อก่อโรคปริทันต์ และระดับกลูโคสที่สูงขึ้น มีบทบาทสำคัญในการลุกลามของโรคปริทันต์อักเสบในผู้ป่วยเบาหวาน [11] ในขณะที่มีการศึกษามากมายที่แสดงว่าสภาวะปริทันต์อักเสบส่งผลเพิ่มสารอักเสบในเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาจำกัดที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์กับโรคเบาหวาน ซึ่งการทบทวนวรรณกรรมพบว่า เมื่อกระตุ้นเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ด้วยภาวะน้ำตาลสูงส่งผลเพิ่มการแสดงออกของ PGE2 เมื่อเลี้ยงเซลล์ที่ระดับน้ำตาล 11.1 และ 22.2 มิลลิโมลาร์ [12] ส่งผลเพิ่มอนุมูลออกซิเจนที่ว่องไว (Reactive oxygen species: ROS) เมื่อเลี้ยงเซลล์ที่ระดับน้ำตาล 50 และ 75 มิลลิโมลาร์ [13] และส่งผลเพิ่มเมทริกซ์เมทัลโลโปรตีเนส (Matrix metalloproteinases: MMPs) ในเซลล์ที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการอักเสบโดย IL-1 β ที่ระดับน้ำตาล 25 มิลลิโมลาร์ [14] หากทำการวิเคราะห์เนื้อเยื่อเหงือกของผู้ป่วยโรคปริทันต์อักเสบที่เป็นเบาหวานพบว่าการแสดงออกของ NF- κ B เพิ่มขึ้น [15] และเมื่อทำการวิเคราะห์น้ำเหลืองเหงือกของผู้ป่วยโรคปริทันต์ที่เป็นเบาหวานพบ sIL-6R, IL-1 β [14] และ PGE2 [16] เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับผู้ป่วยโรคปริทันต์อักเสบที่ไม่เป็นเบาหวานโดยไม่สามารถชี้ชัดถึงเซลล์ที่สร้างสารอักเสบเหล่านี้

มีหลายการศึกษาที่พบว่าเคอร์คิวมินสามารถลดการทำงานของ NF-kB และลดการแสดงออกของ COX2 จึงสามารถอนุมานได้ว่าเคอร์คิวมินอาจป้องกันการอักเสบ โดยมีกลไกมาจากการยับยั้ง NF-kB [17] อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่ศึกษาผลของสารสกัดหยาบขมิ้นชันที่มีต่อการแสดงออกของ NF-kB และ PGE2 ในเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ที่ถูกกระตุ้นการอักเสบด้วย LPS ของเชื้อพอร์ไฟโรโมนาส จิงจิวัลิส (*Porphyromonas gingivalis*: Pg) ซึ่งเป็นเชื้อที่มีอิทธิพลต่อโรคปริทันต์อักเสบอย่างมาก (Keystone pathogen) [18] ร่วมกับการใช้ภาวะน้ำตาลสูงเพื่อจำลองโรคเบาหวาน โดยคาดหวังว่าผลการศึกษาที่ได้จะเป็นข้อมูลสนับสนุนการใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่สกัดได้ด้วยวิธีการที่ง่ายและไม่ซับซ้อนอีกทั้งยังมีการศึกษาไม่กว้างขวางนัก เพื่อเสริมประสิทธิภาพในการรักษาโรคปริทันต์อักเสบในผู้ป่วยเบาหวานต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของขมิ้นชันต่อการแสดงออกของ NF-kB และปริมาณ PGE2 ในเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการอักเสบโดย LPS ในภาวะน้ำตาลสูง

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

เซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์จากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันบริเวณเหงือกด้านเพดานปากของผู้ป่วยที่ทำศัลยกรรมปริทันต์ที่คลินิกหลังปริญญา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ซึ่งได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (SWUEC-315/2563F) โดยผู้ป่วยมีสุขภาพดี ไม่ตั้งครรภ์ ไม่มีประวัติสูบบุหรี่ และไม่รับประทานยาที่มีผลต่อระบบภูมิคุ้มกัน การอักเสบ และการติดเชื้อ ภายใน 1 เดือนก่อนเข้าร่วมวิจัย โดยที่เหงือก ไม่มีการอักเสบและไม่มีรอยโรค โดยใช้เซลล์ในรุ่นที่ 3-6 จากผู้เข้าร่วมวิจัย 3 คน โดยแบ่งกลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมภาวะปกติ (NG)

กลุ่มที่ 2 กลุ่มน้ำตาลปกติที่ได้รับขมิ้นชัน (NG+TUR)

กลุ่มที่ 3 กลุ่มน้ำตาลปกติถูกกระตุ้นด้วย LPS (NG+LPS)

กลุ่มที่ 4 กลุ่มน้ำตาลปกติถูกกระตุ้นด้วย LPS

และได้รับขมิ้นชัน (NG+LPS+TUR)

กลุ่มที่ 5 กลุ่มควบคุมภาวะน้ำตาลสูง (HG)

กลุ่มที่ 6 กลุ่มน้ำตาลสูงที่ได้รับขมิ้นชัน (HG+TUR)

กลุ่มที่ 7 กลุ่มน้ำตาลสูงถูกกระตุ้นด้วย LPS (HG+LPS)

กลุ่มที่ 8 กลุ่มน้ำตาลสูงถูกกระตุ้นด้วย LPS

และได้รับขมิ้นชัน (HG+LPS+TUR)

การเตรียมสารสกัดหยาบขมิ้นชัน

ผงขมิ้นชัน (เวชพงศ์ไอสด) ถูกสกัดในห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีสมุนไพรและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 โดยมี % yield ของสารสกัดขมิ้นชันอยู่ที่ร้อยละ 22.16 ± 0.84 เมื่อวิเคราะห์โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) พบสารสำคัญ (ร้อยละโดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก) ดังนี้ เคอร์คิวมินอยด์ 16.583 ± 0.57 , เคอร์คิวมิน 5.694 ± 0.182 , ดีเมท็อกซีเคอร์คิวมิน (Demethoxycurcumin) 3.521 ± 0.107 และบิสดีเมท็อกซีเคอร์คิวมิน (Bisdemethoxycurcumin) 7.368 ± 0 ก่อนการทดลองทำการละลายสารสกัดขมิ้นชันในอาหารเลี้ยงเซลล์ชนิดไม่มีฟีนอลเรดไม่ผสมซีรัมระดับน้ำตาลปกติ และ

ไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (Dimethyl sulfoxide: DMSO; Panreac, Barcelone, Spain) กรองผ่านแผ่นกรองทำให้ปราศจากเชื้อ Acrodisc® Syringe Filters (0.2 µm Supor® membrane, Pall Corporation, NY, USA) โดยความเข้มข้นสุดท้ายของ DMSO ≤ 0.1% ซึ่งพบว่าไม่เป็นพิษต่อเซลล์ [19]

การเตรียมอาหารเลี้ยงเซลล์ระดับน้ำตาลปกติ [20] (Gibco, Grand Island, NY, USA)

1. สารดีเอ็มอีเอ็มระดับน้ำตาลปกติ 5.5 มิลลิโมลาร์ (Dulbecco's Modified Eagle Medium: DMEM)
2. ผสมหรือไม่ผสมซีรัมจากตัวอ่อนวัวความเข้มข้นร้อยละ 10 (Fetal bovine serum: FBS)
3. แอล-กลูตามีน (L-Glutamine) 2 มิลลิโมลาร์ (GLUTAMAX 200 mM)
4. ยาปฏิชีวนะผสมยาฆ่าเชื้อราความเข้มข้นร้อยละ 1 (Antibiotic-antimycotic mixture 100X)

การเตรียมอาหารเลี้ยงเซลล์ระดับน้ำตาลสูง [13] (Gibco, Grand Island, NY, USA)

1. สารดีเอ็มอีเอ็มที่ไม่มีฟินอลระดับน้ำตาลสูง 25 มิลลิโมลาร์
2. น้ำตาล ดี-กลูโคส (D-Glucose) 25 มิลลิโมลาร์ (Glucose Solution 200 g/l)
3. ผสมซีรัมจากตัวอ่อนวัวและสารอื่น ๆ เช่นเดียวกับข้อ 2-4 ของอาหารเลี้ยงเซลล์ระดับน้ำตาลปกติ

การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์สร้างเส้นใยเหนือกมมนุษย์ด้วย MTT assay

ใช้เซลล์สร้างเส้นใยเหนือกมมนุษย์ ปริมาณ 1×10^4 เซลล์ต่อหลุมในอาหารเลี้ยงเซลล์ 10% FBS ที่มีฟินอลระดับน้ำตาลปกติ 100 ไมโครลิตร เลี้ยงในถาดเลี้ยงเซลล์ 96 หลุม จนได้ความหนาแน่นร้อยละ 80 จากนั้นเปลี่ยนอาหารเลี้ยงเซลล์เป็น 10% FBS ไม่มีฟินอลเรต ที่มีระดับน้ำตาลปกติ 5.5 มิลลิโมลาร์ หรือน้ำตาลสูง 50 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นเปลี่ยนเป็นอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีหรือไม่มีสารสกัดหยาบขมิ้นชัน 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มี LPS เข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร [17] ปริมาณ 100 ไมโครลิตร โดยเติม 0.1% DMSO ในกลุ่มควบคุม บ่มเซลล์ในตู้เพาะเซลล์ต่อ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทดสอบ MTT assay (Invitrogen, USA) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต เพื่อทดสอบค่าการดูดกลืนแสงของเซลล์ที่มีชีวิตอยู่ ซึ่งสามารถบ่งชี้ความเป็นพิษของตัวกระตุ้นต่อเซลล์ (Cytotoxicity) โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องอ่านไมโครเพลท (Tecan US, Durham, NC, USA) ที่ 570 นาโนเมตร [17] โดยตัวอย่างจากผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 คน จะถูกทำการทดลองแยกกันคนละ 3 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะทำซ้ำ 3 หลุมต่อกลุ่มทดลอง แล้วนำค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงที่วัดได้มาคำนวณร้อยละจำนวนเซลล์ด้วยสมการ [21]

$$\% \text{ Cell proliferation} = \frac{(\text{mean OD}_{\text{sample}} - \text{blank}^*)}{(\text{mean OD}_{\text{control}} - \text{blank}^*)} \times 100$$

*หลุมที่ทำการทดลองโดยไม่มีเซลล์

การวิเคราะห์การแสดงออกของ NF-κB และการวิเคราะห์ปริมาณของ PGE2

ใช้เซลล์สร้างเส้นใยเหนือกมมนุษย์ ปริมาณ 3×10^5 เซลล์ ถ่ายลงในจานเลี้ยงเซลล์ขนาด 60 มิลลิเมตร ในอาหารเลี้ยงเซลล์ปริมาณ 3 มิลลิลิตร โดยมีขั้นตอนและชนิดอาหารเช่นเดียวกับการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำน้ำเลี้ยงเซลล์มาทำการวิเคราะห์ปริมาณของ PGE2 ด้วยอีไลซา (Enzyme-linked immunosorbent assay; ELISA) โดยใช้ชุดสกัด Prostaglandin E2 Parameter Assay Kit (R&D Systems, Minneapolis, MN, USA) ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งตัวอย่างจากผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 คน จะถูกทำการทดลองแยกกัน 2 ครั้ง โดยในแต่ละ

ครั้งจะถูกทดสอบด้วย ELISA ซ้ำ 2 หลุมในแต่ละกลุ่ม ในขณะที่เซลล์จะถูกสกัดแยก RNA ด้วย TRIzol™ Reagent (Invitrogen, Carlsbad, CA, USA) และสังเคราะห์ cDNA จาก RNA ด้วย PrimeScript RT Master Mix (Perfect Real Time: Takara, Shiga, Japan) แล้วทำการวิเคราะห์ยีน NF-kB P65 ด้วย Real-time PCR ระบบ SYBR Green (LightCycler® 480 SYBR Green I Master: Roche, UK) ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต โดยใช้ไพรเมอร์ (Macrogen, Seoul, Korea) ความเข้มข้นตั้งต้น 100 ไมโครโมลาร์ (Ta=60°C) ซึ่งมีลำดับเบสดังต่อไปนี้ NF-kB [22] ฟอว์เวิร์ดไพรเมอร์ (5'-3') AATGCTGTGCGGCTCTGCTTC รีเวิร์สไพรเมอร์ (5'-3') CCGTGAAATACACCTCAATGTCCTCT ใช้ β -actin เป็นยีนควบคุมภายใน [13] ฟอว์เวิร์ดไพรเมอร์ (5'-3') GGCATCCTCACCTGAAGTA รีเวิร์สไพรเมอร์ (5'-3') GGGGTGTTGAAGGTCTCAA โดยตัวอย่างจากผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 คน จะถูกทำการทดลองแยกกัน 2 ครั้ง ซึ่ง DNA ในแต่ละครั้งจะถูกทดสอบซ้ำ 3 หลุมในแต่ละกลุ่ม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

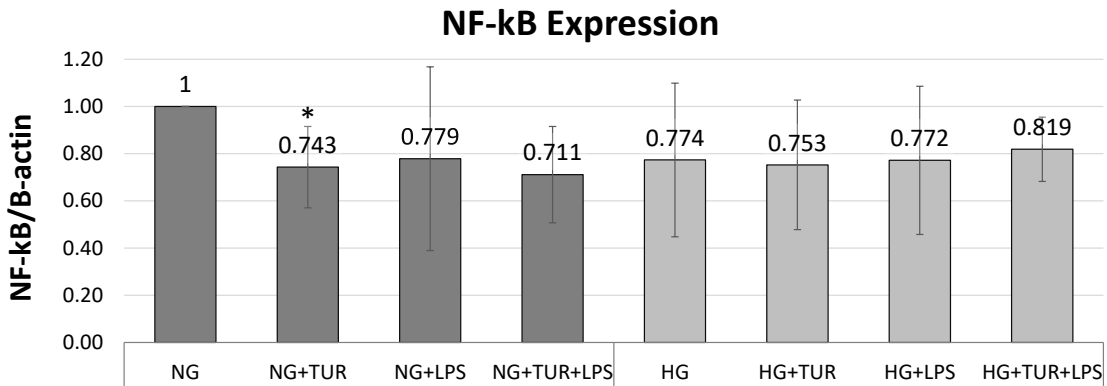
ทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS Statistics Base 22.0 ยอมรับนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-value < 0.05) ทดสอบการแจกแจงด้วย Shapiro-Wilk test ทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างแต่ละปัจจัยด้วย Paired T-test

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์

พบว่าเมื่อเลี้ยงเซลล์ภายใต้สภาวะน้ำตาลปกติหรือน้ำตาลสูง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นเปลี่ยนมาเลี้ยงเซลล์ในสารสกัดหยาบขมมันชั้นทั้งในสภาวะที่มีและไม่มี LPS เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าทั้งขมมันชั้นและ LPS ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ โดยสามารถเพิ่มจำนวนเซลล์ได้เล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญ ในขณะที่ภาชนะน้ำตาลสูงมีความเป็นพิษต่อเซลล์ โดยสามารถลดจำนวนเซลล์ได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มน้ำตาลปกติและน้ำตาลสูงที่มีปัจจัยกระตุ้นเดียวกัน (ระหว่างกลุ่ม NG กับกลุ่ม HG; ระหว่างกลุ่ม NG+TUR กับกลุ่ม HG+TUR; ระหว่างกลุ่ม NG+LPS กับกลุ่ม HG+LPS; และระหว่างกลุ่ม NG+LPS+TUR กับกลุ่ม HG+LPS+TUR) โดยมีค่าเฉลี่ยกลุ่ม 1-8* ตามลำดับดังนี้ 100±00, 101.94±6.95, 103.51±7.61, 101.72±7.87, 93.66±4.35, 94.55±4.33, 93.76±5.99 และ 94.75±9.76 (*เป็นผลการทดสอบที่วัดผลรวมกับการศึกษาผลของสารสกัดหยาบขมมันชั้นต่อการเปลี่ยนแปลงด้านอื่นๆ เช่น การต้านอนุมูลอิสระหรือการลดการหลั่งของไซโตไคน์ ซึ่งเป็นงานวิจัยในชุดโครงการเดียวกัน)

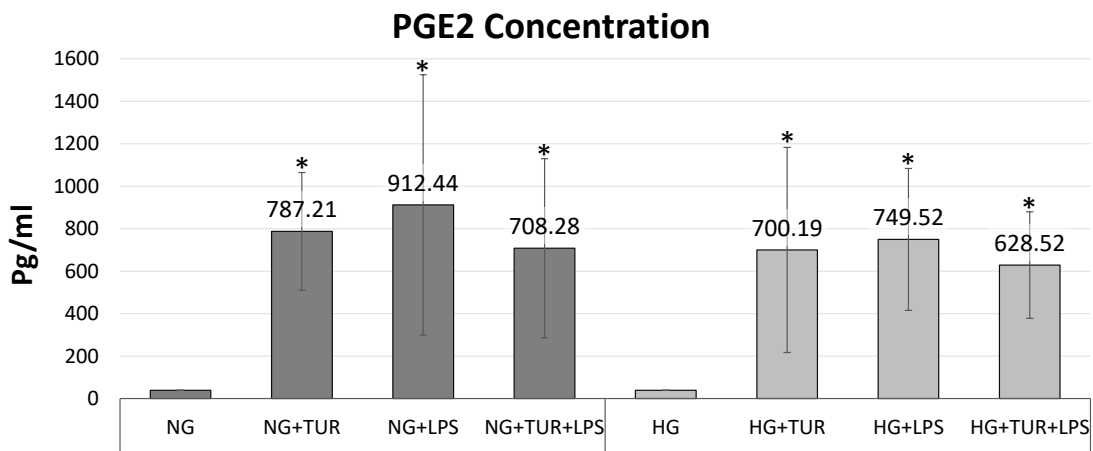
ผลการวิเคราะห์การแสดงออกของ NF-kB ด้วย RT-PCR



ภาพที่ 1 การวิเคราะห์การแสดงออกของ NF-kB ที่ความเชื่อมั่น 95% (*P-value < 0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมภาวะปกติ (NG)

พบว่า การแสดงออกของ NF-kB ลดลงในทุกกลุ่มทดลอง โดยมีเพียงกลุ่มน้ำตาลปกติที่ได้รับไขมันชั้น (NG+TUR) ที่มีการลดลงของการแสดงออกของ NF-kB อย่างมีนัยสำคัญ (P-value < 0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมภาวะปกติ โดยไม่พบนัยสำคัญเมื่อพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ (ภาพที่ 1)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของ PGE2 ด้วย ELISA



ภาพที่ 2 การวิเคราะห์ปริมาณของ PGE2 ที่ความเชื่อมั่น 95% (*P-value < 0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมภาวะปกติ (NG)

พบว่ากลุ่มควบคุมภาวะปกติ (NG) และกลุ่มควบคุมภาวะน้ำตาลสูง (HG) มีปริมาณ PGE2 น้อยจนไม่สามารถตรวจพบได้ในชุดสกัดที่ใช้ในงานวิจัยนี้ (<39 พิโกกรัมต่อมิลลิลิตร) ในขณะที่ทั้งไขมันชั้นและ LPS สามารถกระตุ้นการหลั่งของ PGE2 ได้อย่างมีนัยสำคัญในระดับที่สูงกว่า 600 พิโกกรัมต่อมิลลิลิตร โดยแนวโน้มการหลั่ง PGE2 ในกลุ่มน้ำตาลปกติและน้ำตาลสูงมีลักษณะคล้ายคลึงกัน จึงไม่พบความแตกต่างเมื่อพิจารณาปัจจัยน้ำตาล (ภาพที่ 2)

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ เมื่อเซลล์ถูกกระตุ้นด้วยภาวะน้ำตาลสูง 50 มิลลิโมลาร์เพื่อจำลองโรคเบาหวาน 72 ชั่วโมง ร่วมกับการกระตุ้นการอักเสบด้วย LPS ของ *Pg* เพื่อจำลองโรคปริทันต์ 24 ชั่วโมง ซึ่งพบว่า LPS และสารสกัดหยาบไขมันชั้นเพิ่มจำนวนเซลล์ได้เล็กน้อยแสดงถึงความไม่เป็นพิษต่อเซลล์ โดยในการศึกษานี้ผู้วิจัยเลือกใช้สารสกัดหยาบไขมันชั้นขนาด 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในการทดลอง เนื่องจากได้มีการทำการศึกษาในร่องมาก่อนแล้วพบว่า ที่เวลา 24 ชั่วโมง สารสกัดหยาบไขมันชั้นสามารถเพิ่มจำนวนเซลล์สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญที่ไขมันชั้นเข้มข้น 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่ภาวะน้ำตาลสูงส่งผลลดจำนวนเซลล์ แสดงให้เห็นความเป็นพิษต่อเซลล์ ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของพริมาและคณะ [13] ที่พบว่าจำนวนเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อได้รับน้ำตาล 50 มิลลิโมลาร์ขึ้นไป เป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยสัมพันธ์กับระดับอนุพันธ์ออกซิเจนที่ว่องไว (Reactive oxygen species: ROS) ภายในเซลล์ที่เพิ่มมากขึ้น โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเวลาน้อยกว่า 72 ชั่วโมง หรือที่ความเข้มข้นของน้ำตาลน้อยกว่า 50 มิลลิโมลาร์

เมื่อวิเคราะห์ผลของสารสกัดหยาบไขมันชั้นต่อการแสดงออกของ NF- κ B พบว่าการแสดงออกของ NF- κ B ลดลงทุกกลุ่มทดลองเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมภาวะปกติ โดยพบว่ามีความสำคัญในกลุ่มน้ำตาลปกติที่ได้รับไขมันชั้น การลดลงดังกล่าวเชื่อว่าเป็นผลมาจากความสามารถของเคอร์คิวมินในการรบกวนกลไกที่อยู่ในขั้นตอนก่อนการฟอสโฟรีเลชันของ IKB α ซึ่งเป็นตัวยับยั้งการทำงานของ NF- κ B โดยมีหลายการศึกษาที่พบว่าเคอร์คิวมินสามารถยับยั้งการฟอสโฟรีเลชันและการสลายตัวของ IKB α ส่งผลให้ IKB α จับตัวอยู่พบ NF- κ B และทำให้ไม่เกิดการปลดปล่อย NF- κ B เข้าสู่เนิวเคลียสเพื่อไปสังเคราะห์ยีนที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ [23]

การแสดงออกของ NF- κ B ที่ลดลงทุกกลุ่มทดลอง อาจอธิบายได้โดยอ้างอิงจากการทดลองของ Hobbs และคณะ [24] ที่ติดตามการทำงานของเซลล์แมคโครฟาจที่กระตุ้นด้วย LPS ซึ่งพบว่าการฟอสโฟรีเลชันของ NF- κ B เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่เวลา 45 นาที และลดลงอยู่ในระดับปกติที่ 6 ชั่วโมง ในขณะที่การแสดงออกของ NF- κ B ภายในนิวเคลียส เพิ่มขึ้นที่เวลา 30 นาที และกลับสู่ระดับปกติที่ 24 ชั่วโมง การศึกษานี้ยังได้ติดตามการทำงานของ IKB α ซึ่งเป็นตัวยับยั้งการทำงานของ NF- κ B พบว่าลดลงมากที่สุดในช่วง 45 นาที และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องหลัง 24 ชั่วโมง จากการศึกษาดังกล่าวสรุปว่า NF- κ B มีบทบาทสำคัญในช่วงเริ่มต้นของการอักเสบ และมีบทบาทลดลงจนเข้าสู่สภาวะปกติที่เวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งแสดงว่าวิถีการส่งสัญญาณ NF- κ B มีกระบวนการต้านการอักเสบที่มากเกินไปของเซลล์ จึงอาจอนุมานได้ว่าการศึกษายีน NF- κ B หลังกระตุ้นด้วยน้ำตาล 72 ชั่วโมง และ LPS อีก 24 ชั่วโมงของการศึกษานี้ อาจผ่านพ้นช่วงเวลาในการตอบสนองของยีน NF- κ B ไปแล้ว ซึ่งอาจอธิบายความขัดแย้งระหว่างผลการทดลองที่พบการแสดงออกของ NF- κ B ลดลง ในขณะที่พบการหลั่งของ PGE2 เพิ่มขึ้นได้

เมื่อวิเคราะห์ผลของสารสกัดหยาบไขมันชั้นต่อ PGE2 แสดงให้เห็นว่าไขมันชั้นและ LPS ส่งผลเพิ่ม PGE2 อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมภาวะปกติและกลุ่มควบคุมภาวะน้ำตาลสูง โดย LPS กระตุ้นการเพิ่มขึ้นของ PGE2 ได้มากกว่าไขมันชั้น โดยมีระดับและแนวโน้มคล้ายคลึงกันระหว่างกลุ่มภาวะน้ำตาลปกติและภาวะน้ำตาลสูง จึงไม่พบนัยสำคัญเมื่อพิจารณาปัจจัยน้ำตาล ซึ่งต่างจากการศึกษาของ Lantz และคณะ [25] ที่พบว่าสารสกัดหยาบไขมันชั้นเข้มข้น 0.92 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการหลั่ง PGE2 ในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวที่ถูกกระตุ้นด้วย LPS 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ลงร้อยละ 50 (IC50) ซึ่งผลการทดลองที่ต่างกันอาจเกิดจากความหลากหลายทาง

องค์ประกอบของสารสกัดหยาบ เช่น เคอร์คิวมิน (Curcumin) เคอร์คิวมินอยด์ (Curcuminoid) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และน้ำมันหอมระเหย (Essential oil) [26] โดยมีสัดส่วนแตกต่างกันไปตาม สายพันธุ์ ฤดูกาล วิธีการเพาะปลูก และวิธีการสกัด ซึ่งทำให้มีมีนชันมีคุณสมบัติทางเภสัชวิทยาที่หลากหลายอย่างมาก [27] ซึ่งควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันผลต่อไป

สรุปผลการวิจัย

โดยสรุปพบว่าสารสกัดหยาบมีนชันไม่เป็นพิษต่อเซลล์ และสามารถลดการแสดงออกของ NF-κB ได้ในสภาวะน้ำตาลปกติที่ไม่ถูกกระตุ้นด้วย LPS โดยขมมีนชันไม่สามารถลดสังเคราะห์ PGE2 ได้ทั้งในสภาวะน้ำตาลปกติและน้ำตาลสูง จึงสรุปได้ว่าสารสกัดหยาบมีนชันมีผลต่อเซลล์สร้างเส้นใยเหงือกมนุษย์ที่ถูกกระตุ้นด้วย LPS และสภาวะน้ำตาลสูง ในการลดการแสดงออกของ NF-κB หรือ PGE2 ในกระบวนการอักเสบได้ไม่ชัดเจน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย (สัญญาเลขที่ 635/2563) และคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Asghari, G., A. Mostajeran, and M. Shebli, *Curcuminoid and essential oil components of turmeric at different stages of growth cultivated in Iran*. Research in pharmaceutical Sciences, 2010. 4(1): p. 55-61.
- [2] Kunnumakkara, A.B., et al., *Curcumin, the golden nutraceutical: multitargeting for multiple chronic diseases*. British journal of pharmacology, 2017. 174(11): p. 1325-1348.
- [3] Bhukya, P.L., R. Laxmivandana, and G.M. Sundaram, *NF-κB Role and Potential Drug Targets in Gastrointestinal Cancer*, in *Role of Transcription Factors in Gastrointestinal Malignancies*. 2017, Springer. p. 45-71.
- [4] Funk, C.D., *Prostaglandins and leukotrienes: advances in eicosanoid biology*. science, 2001. 294(5548): p. 1871-1875.
- [5] Kitamura, H., H. Urano, and T. Ara, *Preventive Effects of a Kampo Medicine, Kakkonto, on Inflammatory Responses via the Suppression of Extracellular Signal-Regulated Kinase Phosphorylation in Lipopolysaccharide-Treated Human Gingival Fibroblasts*. ISRN pharmacology, 2014. 2014: p. 784019.
- [6] Noguchi, K. and I. Ishikawa, *The roles of cyclooxygenase-2 and prostaglandin E2 in periodontal disease*. Periodontology 2000, 2007. 43(1): p. 85-101.
- [7] Chen, B., et al., *RANKL expression in periodontal disease: where does RANKL come from?* BioMed research international, 2014. 2014: p. 731039-731039.

- [8] Engebretson, S. and T. Kocher, *Evidence that periodontal treatment improves diabetes outcomes: a Systematic Review and Meta-analysis*. Journal of periodontology, 2013. 84: p. S153-69.
- [9] Suryavanshi, S.V. and Y.A. Kulkarni, *NF- κ B: a potential target in the management of vascular complications of diabetes*. Frontiers in pharmacology, 2017. 8: p. 798.
- [10] Preshaw, P.M., et al., *Periodontitis and diabetes: a two-way relationship*. Diabetologia, 2012. 55(1): p. 21-31.
- [11] Lalla, E. and P.N. Papapanou, *Diabetes mellitus and periodontitis: a tale of two common interrelated diseases*. Nature Reviews Endocrinology, 2011. 7(12): p. 738-748.
- [12] Chung, J.-H., et al., *Effect of high glucose on the prostaglandin E2 production in human gingival fibroblasts and periodontal ligament cells*. The Journal of the Korean Academy of Periodontology, 1997. 27(4): p. 909-922.
- [13] Buranasin, P., et al., *High glucose-induced oxidative stress impairs proliferation and migration of human gingival fibroblasts*. PloS one, 2018. 13(8).
- [14] Lew, J.H., et al., *High Glucose-Mediated Cytokine Regulation in Gingival Fibroblasts and THP-1 Macrophage: a Possible Mechanism of Severe Periodontitis with Diabetes*. Cellular Physiology and Biochemistry, 2018. 50(3): p. 973-986.
- [15] Yu, S., et al., *Matrix Metalloproteinase-1 of Gingival Fibroblasts Influenced by Advanced Glycation End Products (AGEs) and Their Association With Receptor for AGEs and Nuclear Factor- κ B in Gingival Connective Tissue*. Journal of Periodontology, 2012. 83(1): p. 119-126.
- [16] Salvi, G.E., J.D. Beck, and S. Offenbacher, *PGE2, IL-1 β , and TNF- α Responses in Diabetics as Modifiers of Periodontal Disease Expression*. Annals of Periodontology, 1998. 3(1): p. 40-50.
- [17] Hu, P., P. Huang, and M.W. Chen, *Curcumin attenuates cyclooxygenase-2 expression via inhibition of the NF- κ B pathway in lipopolysaccharide-stimulated human gingival fibroblasts*. Cell biology international, 2013. 37(5): p. 443-448.
- [18] Gabarrini, G., et al., *Dropping anchor: attachment of peptidylarginine deiminase via A-LPS to secreted outer membrane vesicles of Porphyromonas gingivalis*. Scientific reports, 2018. 8(1): p. 1-9.
- [19] Zhuang, Z., et al., *Curcumin Inhibits Joint Contracture through PTEN Demethylation and Targeting PI3K/Akt/mTOR Pathway in Myofibroblasts from Human Joint Capsule*. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2019. 2019.
- [20] ดุษฎี หอมดี, บทนำสู่การเพาะเลี้ยงเซลล์ในช่องปาก : เซลล์ไฟโบรบลาสต์เหงือกมนุษย์ = *Introduction to Oral Cell Culture : Human Gingival Fibroblasts* ed. 1. 2561, ขอนแก่น: ภาควิชาปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 133.

- [21] Cree, I.A., *Cancer cell culture: methods and protocols*. 2011: Springer.
- [22] Xiong, G., et al., *Quercetin Inhibits Inflammatory Response Induced by LPS from Porphyromonas gingivalis in Human Gingival Fibroblasts via Suppressing NF-KB Signaling Pathway*. *BioMed Research International*, 2019. 2019.
- [23] Kasinski, A.L., et al., *Inhibition of I κ B kinase-nuclear factor- κ B signaling pathway by 3,5-bis (2-fluorobenzylidene) piperidin-4-one (EF24), a novel monoketone analog of curcumin*. *Molecular pharmacology*, 2008. 74(3): p. 654-661.
- [24] Hobbs, S., et al., *LPS-stimulated NF-KB p65 dynamic response marks the initiation of TNF expression and transition to IL-10 expression in RAW 264.7 macrophages*. *Physiol Rep*, 2018. 6(21): p. e13914.
- [25] Lantz, R.C., et al., *The effect of turmeric extracts on inflammatory mediator production*. *Phytomedicine*, 2005. 12(6-7): p. 445-452.
- [26] Bengmark, S., *Curcumin, An Atoxic Antioxidant and Natural NF κ B, Cyclooxygenase-2, Lipoxygenase, and Inducible Nitric Oxide Synthase Inhibitor: A Shield Against Acute and Chronic Diseases*. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 2006. 30(1): p. 45-51.
- [27] Dosoky, N. and W. Setzer, *Chemical composition and biological activities of essential oils of Curcuma species*. *Nutrients*, 2018. 10(9): p. 1196.

**RANC15-072 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์
รายวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
INTEGRATED LEARNING MANAGEMENT WITH ONLINE LEARNING
MANAGEMENT FOR ENGLISH COURSES FOR STUDENTS IN GRADE 1**

**ธัชกร แก้วประดิษฐ์^{1*} สายชล จินใจ²
Tatchakorn Kaewpradit^{1*}, Saichol Jinjo²**

¹กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ โรงเรียนเทศบาล 5 (วัดหัวป้อมนอก) จังหวัดสงขลา
¹Department of Foreign Languages, Tessaban 5 (Wat hua pormnork) School, Songkhla Province.

²สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา (นักวิจัยอิสระ)

²Program in Computer Education, (Independent Researcher).

*Corresponding author, E-mail: rosemary.me1978@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ และ 3) หาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาล 5 (วัดหัวป้อมนอก) ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน 1 ห้องเรียน คัดเลือกด้วยวิธีการจับสลากหน่วยห้องเรียน เนื่องจากนักเรียนแต่ละห้องความสามารถจึงไม่แตกต่างกัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ระบบบริหารจัดการการเรียนออนไลน์ www.krutatchakorn.com แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานด้วย t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรวมพบว่ามีประสิทธิภาพ 81.19/82.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 80/80 2) ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบนัยสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยอาศัยการแจกแจงของ t-test พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษโดยรวมพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ การจัดการเรียนออนไลน์ ภาษาอังกฤษ

Abstract

The objectives of this research were to 1) find the effectiveness of integrated learning management together with online learning management for English courses for Mathayomsuksa 1 students, 2) to determine the students' pre- and post-study achievements after receiving integrated learning management with English language course online learning management; and 3) to find satisfaction of students at towards the integrated learning management together with the management of online learning English courses The samples used in this research were Grade 1 students, Municipality School 5 (Wat Hua Pom Nok), Bo Yang Sub-district, Muang District, Songkhla Province, semester 1 of the academic year 2020, total of 30 students, 1 classroom, selected by drawing lots of classroom units. Since the students in each room have different abilities, they are not different. The tools used in the research were the online learning management system. ww.krutatchakorn.com achievement test and satisfaction questionnaire The statistics used in the research were mean, percentage, standard deviation. and hypothesis testing with t-test. The results were as follows: 1) The results of finding the effectiveness of integrated learning management together with online learning management in English courses. For grade 1 students overall, efficiency was found to be 81.19/82.97, which was higher than the established benchmark of 80/80. 2) The results of the analysis examined the significance of academic achievement based on the t-distribution. test. It was found that the sample group had a statistically significantly higher score after school than before at the .05 level and 3) the results of an analysis of the students' satisfaction with the integrated learning management with management. The overall level of online English language courses was found to be at the highest level.

Keywords: Integrated Learning Management, Online Learning Management, English

บทนำ

ภาษาต่างประเทศที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน เนื่องจากเป็นเครื่องมือสำคัญในการติดต่อสื่อสาร การศึกษา การแสวงหาความรู้ การประกอบอาชีพ การสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับวัฒนธรรมและวิถีทัศน์ของชุมชนโลก และตระหนักถึงความหลากหลายทางวัฒนธรรมและมุมมองของสังคมโลก นำมาซึ่งมิตรไมตรีและความร่วมมือกับประเทศต่าง ๆ ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้าใจตนเองและผู้อื่นดีขึ้น เรียนรู้และเข้าใจความแตกต่างของภาษาและวัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมประเพณี การคิด สังคม เศรษฐกิจ การเมือง การปกครอง มีเจตคติที่ดีต่อการใช้ภาษาต่างประเทศ และใช้ภาษาต่างประเทศเพื่อการสื่อสารได้ รวมทั้งเข้าถึงองค์ความรู้ต่าง ๆ ได้ง่ายและกว้างขึ้น และมีวิสัยทัศน์ในการดำเนินชีวิต [1]

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระมาตรฐานและตัวชี้วัดเพื่อพัฒนาศักยภาพให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อภาษาต่างประเทศ สามารถใช้ภาษาต่างประเทศ สื่อสารในสถานการณ์ต่าง ๆ แสวงหาความรู้ ประกอบอาชีพ และศึกษาต่อ ในระดับที่สูงขึ้น รวมทั้งมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและวัฒนธรรมอันหลากหลายของประชาคมโลก และสามารถถ่ายทอดความคิดและวัฒนธรรมไทยไปยังสังคมโลกได้อย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย สาระที่ 1 ภาษาเพื่อการสื่อสาร มาตรฐาน ต 1.1 เข้าใจและตีความเรื่องที่ฟังและอ่านจากสื่อประเภทต่าง ๆ และแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล มาตรฐาน ต 1.2 มีทักษะการสื่อสารทางภาษาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร แสดงความรู้สึก และความคิดเห็นอย่างมีประสิทธิภาพ มาตรฐาน ต 1.3

นำเสนอข้อมูลข่าวสาร ความคิดรวบยอด และความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ โดยการพูดและการเขียน
สาระที่ 2 ภาษาและวัฒนธรรม มาตรฐาน ต 2.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างภาษากับวัฒนธรรม ของเจ้าของภาษา
และนำไปใช้ได้เหมาะสมกับกาลเทศะ มาตรฐาน ต 2.2 เข้าใจความเหมือนและความแตกต่างระหว่างภาษา
และวัฒนธรรมของเจ้าของภาษากับภาษาและวัฒนธรรมไทย และนำมาใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
สาระที่ 3 ภาษากับความสัมพันธ์กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น มาตรฐาน ต 3.1 ใช้ภาษาต่างประเทศในการเชื่อมโยง
ความรู้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น และเป็นพื้นฐานในการพัฒนา แสวงหาความรู้ และเปิดโลกทัศน์ของตน
สาระที่ 4 ภาษากับความสัมพันธ์กับชุมชนและโลก มาตรฐาน ต 4.1 ใช้ภาษาต่างประเทศในสถานการณ์ต่าง ๆ
ทั้งในสถานศึกษา ชุมชน และสังคม มาตรฐาน ต 4.2 ใช้ภาษาต่างประเทศเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการศึกษาต่อ
การประกอบอาชีพ และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสังคมโลก [2]

จาก พ.ร.บ. การศึกษาแห่งชาติปี 2542 ในมาตรา 23 ได้กำหนด ไว้ว่า “การจัดการศึกษาเน้นความรู้
คุณธรรมกระบวนการเรียนรู้ และบูรณาการความเหมาะสมในแต่ละระดับการศึกษา”และในมาตรา 24
“การจัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรมค่านิยมที่ดี
งามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในทุกวิชา” ซึ่งความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สรุปได้ว่า
การบูรณาการจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเรื่อง/หัวข้อ สาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้
และความสัมพันธ์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ กับชีวิตจริง สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่าง ๆ
ซึ่งเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ที่เรียนจากกลุ่มสาระการเรียนรู้หนึ่ง ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ จากสิ่งที่
เรียนไปสู่ชีวิตจริงภายนอกห้องเรียนได้ทำให้เห็นความสำคัญของความรู้ที่เรียนในห้องเรียน ตอบสนอง
ความสามารถของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ตามแนวพหุปัญญา ผู้เรียนมีทักษะในการเรียนรู้ และสามารถสร้าง
องค์ความรู้ด้วยตนเองสามารถคิดเชื่อมโยงใช้ข้อมูลข่าวสารในโลกยุคข้อมูลข่าวสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ
ลดความซ้ำซ้อนในการเรียน เนื้อหาตามสาระการเรียนรู้ตามกลุ่มต่าง ๆ ในหลักสูตร ซึ่งจะมีข้อมูลเพิ่มขึ้นทุกวัน
ตามความก้าวหน้าของวิทยาการใหม่ ๆ และการเปลี่ยนแปลงของสังคม

ในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการต้องมีเทคนิคในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิด
ประสิทธิภาพ กล่าวคือเทคนิคการสอนเป็นกลวิธีที่จะช่วยให้วิธีสอนแต่ละวิธีเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น เทคนิคเป็น
กลวิธีที่ใช้เสริมกระบวนการหรือขั้นตอนหรือการกระทำใด ๆ เพื่อช่วยให้กระบวนการ ขั้นตอนหรือการกระทำ
นั้น ๆ มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ต้องอาศัยทักษะการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียน
เกิดการเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพ ประกอบด้วยการจัดการบรรยากาศ จัดกิจกรรม จัดสื่อ จัดสถานการณ์ ฯลฯ
และเป็นที่ยอมรับว่าบุคคลหรือผู้เรียนมีความแตกต่างกัน และทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้
ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญครูหรือผู้จัดการเรียนรู้ควรมีความเชื่อพื้นฐานอย่างน้อย 3 ประการ คือเชื่อว่าทุกคนมีความ
แตกต่างกัน เชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้ได้เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดได้ทุกที่ ทุกเวลา [3]

ดังนั้น การพัฒนาคุณภาพของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเศรษฐกิจ
สังคม การเมือง วัฒนธรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่ผนวก
หรือบูรณาการระหว่างเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้ในกระบวนการเรียนรู้จึงเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วย
ทำให้การปฏิรูปการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ [4] นโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554-
2563 ของประเทศไทย (ICT 2020) จึงได้กำหนดวิสัยทัศน์ในการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
เป็นพลังขับเคลื่อนสำคัญในการนำพาคอนไทยสู่ความรู้และปัญญา เศรษฐกิจไทยสู่การเติบโตอย่างยั่งยืน สังคมไทย
สู่ความเสมอภาค กล่าวคือ ประเทศไทยในปี ค.ศ. 2020 จะมีการพัฒนาอย่างฉลาดการดำเนินกิจกรรม
ทางเศรษฐกิจและสังคมจะอยู่บนพื้นฐานของความรู้และปัญญา โดยให้โอกาสแก่ประชาชนทุกคนในการมีส่วนร่วม
ในกระบวนการพัฒนาอย่างเสมอภาค นำไปสู่การเติบโตอย่างสมดุลและยั่งยืน (Smart Thailand 2020) [5]

การนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารหรือ ICT (Information and Communication Technology) เข้ามามีส่วนร่วมกับการจัดระบบการเรียนการสอน เป็นกระบวนการเรียนรู้ด้วยการนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยกระบวนการจัดการเรียนการสอนหรือเป็นบทเรียนออนไลน์โดยผู้เรียนสามารถเข้าถึงและเรียนรู้บทเรียนต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองผ่านอินเทอร์เน็ตซึ่งสามารถเข้าถึงบทเรียนได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ที่สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายได้ซึ่งผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากผู้เรียนมีความสนใจ ความถนัด ความสามารถแตกต่างกัน [6] ทั้งนี้ ปีทมา นพรัตน์ [7] กล่าวว่า การเรียนรู้แบบออนไลน์ หรือ e-Learning เป็นการศึกษารู้นรู้ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ต (Internet) หรือ อินทราเน็ต (Intranet) เป็นการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนจะได้เรียนตามความสามารถและความสนใจของตน โดยเนื้อหาของบทเรียนซึ่งประกอบด้วย ข้อความรูปภาพ เสียง วิดีโอและมัลติมีเดียอื่น ๆ จะถูกส่งไปยังผู้เรียนผ่าน Web Browser โดยผู้เรียน ผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนทุกคน สามารถติดต่อ ปรึกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันได้เช่นเดียวกับการเรียนในชั้นเรียนปกติ โดยอาศัยเครื่องมือการติดต่อสื่อสารที่ทันสมัย (E-Mail, Web Board, Chat) จึงเป็นการเรียนสำหรับทุกคน เรียนได้ตลอดเวลา และทุกสถานที่ (Learn For All : Anyone, Anywhere and Anytime) นั่นเอง

จากสภาพปัจจุบันที่มีการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด 2019 ทำให้ประเทศไทยมีผู้ติดเชื้อโควิด 2019 เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้โรงเรียนทั่วประเทศไม่สามารถจะจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนได้แต่โรงเรียนก็ต้องเปิดการเรียนการสอนตามปกติแบบวิถีใหม่ ในรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นแบบ On-Line ,On-Hand, On-Air, On-Demand หรือรูปแบบอื่น ๆ ตามความเหมาะสมกับสภาพความพร้อมของโรงเรียนของครูผู้สอน และของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีคุณภาพเป็นไปตามหลักสูตรสถานศึกษาเต็มตามศักยภาพของผู้เรียนการจัดการเรียนการสอนในสถานการณ์ที่ไม่สามารถจัดการเรียนการสอนที่โรงเรียนได้นั้น โรงเรียนจะต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับสภาพความพร้อมของโรงเรียน ครูผู้สอนและนักเรียนโดยยึดหลัก “ โรงเรียนหยุดเรียนที่โรงเรียน แต่ นักเรียนทุกคนต้องได้เรียนรู้ อย่างทั่วถึง เสมอภาค และเต็มตามศักยภาพ” แนวทางการจัดการเรียนการสอนในสถานการณ์ที่ไม่สามารถเรียนที่โรงเรียนได้นั้นควรจะต้องจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการออกแบบแบบบูรณาการที่สอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิตของนักเรียนและมีความสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดตามหลักสูตรเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้เรียนอย่างมีความสุขในการเรียนรู้เพราะได้เรียนจากสภาพจริงในการดำเนินวิถีชีวิต เรียนจากการปฏิบัติจริงในแหล่งเรียนรู้ที่มีอยู่ใกล้บ้าน และผู้ปกครองก็จะมีศักยภาพพอที่จะช่วยให้คำปรึกษา ช่วยเหลือแนะนำการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนในกลุ่มสาระภาษาต่างประเทศ โรงเรียนเทศบาล 5 (วัดหัวป้อมนอก) จึงมีแนวคิดในการที่จะบูรณาการเรียนการสอนในรายวิชาภาษาอังกฤษ โดยต้องการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเป็นการปรับประยุกต์การเรียนการสอนหรือเป็นการบูรณาการเรียนการสอนให้เข้าสู่ยุคปัจจุบัน ซึ่งผลการศึกษาอาจทำให้ผู้เรียนสามารถมีพัฒนาการทางการศึกษา ความคิด และทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายกับการเรียนได้ในปัจจุบัน และจะเป็นแนวทางในการพัฒนากับรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ
3. เพื่อหาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาล 5 (วัดหัวป้อมนอก) ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้อง นักเรียนทั้งหมด 61 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาล 5 (วัดหัวป้อมนอก) ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน 1 ห้องเรียน คัดเลือกด้วยวิธีการจับสลากหน่วยห้องเรียน เนื่องจากนักเรียนแต่ละห้องความสามารถจึงไม่แตกต่างกัน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ

แบบแผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยทดลองใช้แบบแผนการทดลองแบบหนึ่งกลุ่ม One Group Pre test – Post test Design [8] ดังนี้

กลุ่มทดลอง		Pretest	Treatment	Posttest
N		T ₁	X	T ₂
เมื่อ N	แทน	กลุ่มทดลอง		
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)		
X	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ		
T ₂	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)		

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ระบบการจัดการเรียนออนไลน์ www.krutatchakorn.com
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบสอบถามความพึงพอใจ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยได้อธิบายชี้แจงทำความเข้าใจและข้อตกลงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการเรียนเวลาเรียน และวิธีการในการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัยจริงวิจัย
2. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อนำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน

3. ดำเนินการทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทำการสอน เมื่อจบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้วจึงทำการประเมินความพึงพอใจโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ

4. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามการทดลองแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นชุดเดียวกับก่อนเรียน แล้วทำการบันทึกผลการสอบไว้เป็นคะแนนทดสอบหลังเรียน

5. นำคะแนนที่เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประเมินประสิทธิภาพและความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สูตร t-test แบบ Dependent Samples ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ 1) หาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) 2) หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินเป็นรายข้อ ด้วยเทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบ และ 3) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจ ด้วยสูตร KR-20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ 80/80 (E_1/E_2) และทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกันด้วยสูตร t-test (Dependent Sample)

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างด้วยการทดสอบก่อนเรียนและดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่พัฒนาขึ้น โดยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เก็บรวบรวมคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างและหลังเรียนในแต่ละแผน เมื่อเสร็จสิ้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นชุดเดียวกับกับการทดสอบก่อนเรียน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชา
ภาษาอังกฤษตามเกณฑ์ 80/80

ทดสอบประสิทธิภาพ	ร้อยละของคะแนน กิจกรรมระหว่างเรียน (E ₁)	ร้อยละคะแนน ทดสอบหลังเรียน (E ₂)	E ₁ /E ₂
School days	80.29	82.89	80.29/82.89
My favorites	81.60	82.44	81.60/82.44
My home My Castle	81.89	83.67	81.89/83.67
Strong ties	80.59	82.33	80.59/82.33
The animal kingdom	81.60	83.50	81.60/83.50
รวม	81.19	82.97	81.19/82.97

จากตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรวมพบว่ามีประสิทธิภาพ 81.19/82.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80 และเมื่อพิจารณาแต่ละหน่วยพบว่าแต่ละหน่วยมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ประกอบด้วย School Days มีประสิทธิภาพ (E₁/E₂) เท่ากับ 80.29/82.89, My Favorites มีประสิทธิภาพ (E₁/E₂) เท่ากับ 81.60/82.44, My Home My Castle มีประสิทธิภาพ (E₁/E₂) เท่ากับ 81.89/83.67, Strong Ties มีประสิทธิภาพ (E₁/E₂) เท่ากับ 80.59/82.33 และ The Animal Kingdom มีประสิทธิภาพ (E₁/E₂) เท่ากับ 81.60/83.50 ตามลำดับ

2. ผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ โดยก่อนการทดลองได้ทำการทดสอบความรู้ด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 40 ข้อ และหลังการทดลองทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าการแจกแจงของ t-test ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบนัยสำคัญของคะแนนทางการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่ม	n	\bar{X}	$\sum D$	$\sum D^2$	t
คะแนนก่อนเรียน	30	19.67	422	6428	18.71*
คะแนนหลังเรียน	30	33.73			

* p < .05

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบนัยสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 19.74 และคะแนนการทดสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.41 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบก่อนเรียน ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบนัยสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยอาศัยการแจกแจงของ t-test พบว่าค่า t (คำนวณ) = 18.71 มีค่าสูงกว่า ค่า t (ตาราง) = 1.69 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

3. ผลการหาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ หลังการจัดกิจกรรมผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจแล้วนำคะแนนระดับความพึงพอใจมาวิเคราะห์ผลทางสถิติเทียบกับเกณฑ์ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ

รายการประเมินความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. การเข้าใช้งานระบบเว็บไซต์	4.60	0.50	มากที่สุด
2. การทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	4.57	0.50	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ทบทวนเนื้อหาได้	4.63	0.49	มากที่สุด
4. การกำหนดใบงานและการส่งงานไม่ยุ่งยาก	4.70	0.47	มากที่สุด
5. ระบบการแสดงผลคะแนนเป็นรายบุคคล	4.67	0.48	มากที่สุด
6. สามารถเรียนรู้ ทบทวนความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา	4.70	0.47	มากที่สุด
7. นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นผ่านระบบสนทนาและทำให้กล้าแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นคนอื่น	4.57	0.51	มากที่สุด
8. มีการเชื่อมโยง (Link) ไปยังแหล่งความรู้อื่นง่ายต่อการใช้งาน	4.57	0.50	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผลรายงานทำให้นักเรียนได้ทราบทันที	4.80	0.41	มากที่สุด
10. กิจกรรมการเรียนรู้มีหลากหลายแตกต่างกันตามหน่วยการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น	4.70	0.47	มากที่สุด
11. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้ง่าย	4.53	0.51	มากที่สุด
12. นักเรียนมีความอิสระในการทำงาน ถาม-ตอบ กับครูผู้สอนง่ายและสะดวก กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น	4.63	0.48	มากที่สุด
รวม	4.64	0.48	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษโดยรวมพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.64$, S.D.=0.48) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าแต่ละข้อมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การวัดและประเมินผลรายงานทำให้นักเรียนได้ทราบทันที การกำหนดใบงานและการส่งงานไม่ยุ่งยาก สามารถเรียนรู้ ทบทวนความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา กิจกรรมการเรียนรู้มีหลากหลายแตกต่างกันตามหน่วยการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น ระบบการแสดงผลคะแนนเป็นรายบุคคล กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ทบทวนเนื้อหาได้ นักเรียนมีความอิสระในการทำงาน ถาม-ตอบ กับครูผู้สอนง่ายและสะดวก กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น การเข้าใช้งานระบบเว็บไซต์ การทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นผ่านระบบสนทนาและทำให้กล้าแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นคนอื่น มีการเชื่อมโยง (Link) ไปยังแหล่งความรู้อื่นง่ายต่อการใช้งาน และนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้ง่าย ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรวมพบว่ามีประสิทธิภาพ 81.19/82.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการเนื้อหาวิชาสำหรับรายวิชาภาษาอังกฤษที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนโดยการบูรณาการจากสิ่งเรื่องราวรอบตัวที่สอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิตของนักเรียนและมีความสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดตามหลักสูตร ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของการบูรณาการความรู้ด้านเนื้อหา วิธีสอน และเทคโนโลยีที่ได้พัฒนามาจากกรอบแนวคิดทฤษฎีของ Shulman [9] ที่กล่าวไว้ว่าความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของครูผู้สอน แต่เมื่อเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องและมีบทบาทกับการศึกษามากขึ้น Mishra & Koehler [10] ซึ่งเป็นนักวิชาการการศึกษาทางด้านเทคโนโลยีศึกษา แห่งมหาวิทยาลัยแห่งรัฐมิชิแกน ได้เสนอแนวคิดโดยเขียนบทความลงในวารสารวิชาการในปี ค.ศ. 2006 มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอกรอบแนวคิดที่ต่อยอดขึ้นมาใหม่เพื่อใช้เป็นฐานคิดในการพัฒนาความเป็นมืออาชีพสำหรับครูผู้สอนในการบูรณาการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญในการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน ซึ่งแนวคิดบูรณาการที่จะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพที่จำเป็นสำหรับความรู้ที่ครูผู้สอนควรจะต้องมีในการบูรณาการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีเพื่อการปฏิบัติการสอน ซึ่งผู้วิจัยจึงได้แนวคิดนี้ในการพัฒนาระบบบริหารจัดการการเรียนออนไลน์ www.krutatchakorn.com โดยพัฒนาตามกระบวนการเชิงระบบ อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และทำการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ นำไปทดลองใช้ (Try-Out) ก่อนนำมาใช้ในการทดลองจริง จึงทำให้ผลการศึกษาเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดและการเรียนการสอนภาษาอังกฤษอย่างเป็นระบบและเป็นไปตามกรอบแนวคิด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Heinich, Molenda & Russell [11] ที่ได้นำเสนอ ASSURE Model ซึ่งเป็นการบูรณาการสื่อและเทคโนโลยีในการเรียนการสอน ที่เป็นรูปแบบทางเลือกหนึ่งให้กับครูผู้สอนในศตวรรษที่ 21 ในการที่จะนำสื่อและเทคโนโลยีไปบูรณาการกับการเรียนการสอนได้อย่างมีแบบแผนที่เป็นระบบและมีขั้นตอนที่ชัดเจน เช่นเดียวกับงานวิจัยของเมษา พูลสวัสดิ์ [12] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ โดยผลการวิจัยพบว่า บทเรียนออนไลน์ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ 81.90/82.80 เช่นเดียวกับ ปานวาส ประสาทศิลป์ [13] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ “ภาษาอังกฤษเพื่อความพร้อมในการทำงาน” ด้วยเอ็ดโมดู สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ผลการวิจัยพบว่า การหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) จากบทเรียนออนไลน์ ภาษาอังกฤษ เพื่อความพร้อมในการทำงาน ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.56/82.67 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าบทเรียนออนไลน์ ภาษาอังกฤษเพื่อความพร้อมในการทำงาน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และโกยสิทธิ์ อภิระติง [5] ได้ทำการศึกษาการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา จังหวัดนครปฐม ซึ่งผลการวิจัยสรุปไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.48/81.37 จากข้อค้นพบนี้จึงสรุปได้ว่า แนวคิดของการบูรณาการความรู้ด้านเนื้อหา วิธีสอน และเทคโนโลยีที่ได้กล่าวมาทำให้ผลการศึกษามีประสิทธิภาพ

2. ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบนัยสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยอาศัยการแจกแจงของ t-test พบว่า ค่า t (คำนวณ) = 18.71 มีค่าสูงกว่า ค่า t (ตาราง) = 1.69 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีลำดับขั้นตอน วิเคราะห์ศึกษาข้อมูลกับรายวิชา

เพื่อออกแบบ แบบทดสอบ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ดำเนินการขอคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ และประเมินแบบทดสอบเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำแบบทดสอบไปใช้ในการทดลอง (Try-Out) ตามแผนการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น ซึ่งพบว่าแบบทดสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจึงนำมาใช้กับการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริงตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ผลการศึกษาจึงเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดและส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของไถยสิทธิ์ อภิระติง [5] ได้ทำการศึกษาการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา จังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับ ธนชชา บินดูหลิม [14] ได้ทำการศึกษาผลของการสอนแบบออนไลน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีหาดใหญ่อำนวยการวิทย์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ก่อนและหลังการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 8.508$) และกรรณก ยงค์โกชน [2] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ วิชาประวัติศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเขากะลาวิทยาคม ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ วิชา ประวัติศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเขากะลาวิทยาคม คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษโดยรวมพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.48) ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้อธิบายชี้แจงทำความเข้าใจและข้อตกลงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการเรียน เวลาเรียน และวิธีการในการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัยธรรมชาติ ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนในรายวิชา ทำหน้าที่คอยให้คำชี้แนะ และแนะนำการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มให้กับนักเรียน ในระหว่างการทำกิจกรรม และสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอน ชวนตั้งคำถามในกระทุ่สำหรับถาม-ตอบ มีห้องสนทนาสำหรับการพูดคุยของสมาชิกแต่ละกลุ่ม โดยมีการกำหนดการทำงานเป็นกลุ่ม มีแหล่งการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้อัปโหลดข้อมูลไว้ให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมบนระบบบริหารจัดการการเรียนออนไลน์ www.krutatchakorn.com ทำให้นักเรียนคล้อยตามกับการเรียนได้เป็นอย่างดี จึงทำให้ผลการเรียนความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกรรณก ยงค์โกชน [2] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ วิชา ประวัติศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเขากะลาวิทยาคม โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เช่นเดียวกับ ปานवास ประสาทศิลป์ [13] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ “ภาษาอังกฤษเพื่อความพร้อมในการทำงาน” ด้วยเอ็ดโมดู สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และไถยสิทธิ์ อภิระติง [5] ได้ทำการศึกษาการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา จังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยสรุปไว้ว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นโดยรวมอยู่ในระดับมากเช่นกัน

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรวมพบว่ามีประสิทธิภาพ 81.19/82.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80

2. ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบนัยสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยอาศัยการแจกแจงของ t-test พบว่า ค่า t (คำนวณ) = 18.71 มีค่าสูงกว่า ค่า t (ตาราง) = 1.69 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนออนไลน์รายวิชาภาษาอังกฤษโดยรวมพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64, S.D. = 0.48$)

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- [2] กรกนก ยงค์โกษณ์. (2561). *การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ วิชาประวัติศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเขากะลาวิทยาคม*. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี และสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- [3] ชุติมา สดเจริญ. (2561). สืบค้นเมื่อ 8 กรกฎาคม 2561. จาก www.gotoknow.org/user/ggggigggg/profile
- [4] สุชาตินี สีนวนแก้ว, และกานดา ศรีอินทร์. (2552, พฤษภาคม-สิงหาคม). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. *วารสารวิทยบริการ*. 20(2), 101-109.
- [5] ไกยสิทธิ์ อภิระติง. (2562, กรกฎาคม-ตุลาคม). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา จังหวัดนครปฐม. *วารสารคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*. 5(2), 28.
- [6] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2551). *ระบบฐานข้อมูล*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- [7] ปัทมา นพรัตน์. (2562). *ทางเลือกใหม่ของการศึกษา E-learning*. สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ.
- [8] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*. 5(1), 7-20.
- [9] Shulman, L.S. (1986). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*. 57(1), 1-22.
- [10] Mishra, P. & Koehler, M.J. (2006). Technology pedagogical contentknowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teacher College Record*. 108(6), 1017-1054.
- [11] Heinich, R., Molenda, M., Russell, J.D. & Smaldino, S. (1999). *Instructional Media and Technologies for Learning (6th Ed)*. Columbus, OH: Prentice-Hall.
- [12] เมษา พูลสวัสดิ์. (2559). *การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ การศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

- [13] ปานवास ประสาทศิลป์. (2558). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ “ภาษาอังกฤษเพื่อความพร้อมในการทำงาน” ด้วยเอ็ดโมดู สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี. คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี.
- [14] ธนัชชา บินดูเหล็ก. (2557). ผลของการสอนแบบออนไลน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีหาดใหญ่อำนวยการวิทย์. ใน การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10 ณ ห้องประชุมอาคารคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. สงขลา.

RANC15-073 การศึกษาความชุกของอาการปวดเข่าทางด้านหน้าด้วยแบบประเมินตนเอง ในผู้ใหญ่ไทยตอนต้น

PREVALENCE STUDY OF PATELLOFEMORAL PAIN SYNDROME BY SELF-REPORTED QUESTIONNAIRE IN THAI YOUNG ADULTS

สันติรุจ ไชยหิรัญการ* กฤตยชญ์ ไพศาลอนันตกิจ ชญานิศ บุญย้อย วีรยา โนนอินทร์ ชัชฎา ชินกุลประเสริฐ

Chaihirunkarn S, Praisarnanantakit K, Boonyoi C, Non-in W, Chinkulprasert*

สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Division of Physical Therapy, Faculty of Physical Therapy, Srinakharinwirot University

*Corresponding author: E-mail: tontan.sk@gmail.com

บทคัดย่อ

ที่มา: อาการปวดเข่าทางด้านหน้า หรือ Patellofemoral pain syndrome (PFPS) เป็นกลุ่มอาการที่พบบ่อยในวัยผู้ใหญ่ตอนต้น และในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาหาความชุกของผู้ที่มี PFPS ในวัยดังกล่าวโดยใช้แบบสำรวจสำหรับการศึกษาดำเนินโรคตามธรรมชาติ สาเหตุและความชุกของอาการปวดเข่าได้กระดูกสะบ้า (SNAPPS)

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาหาความชุกของผู้ที่มี PFPS ในวัยผู้ใหญ่ไทยตอนต้นโดยใช้แบบสำรวจสำหรับการศึกษาดำเนินโรคตามธรรมชาติ สาเหตุและความชุกของอาการปวดเข่าได้กระดูกสะบ้า (SNAPPS) และหาค่าเฉลี่ยแบบประเมินอาการปวดข้อกระดูกสะบ้าตามแบบ Kujala ฉบับภาษาไทยในผู้ที่มี PFPS

วิธีการวิจัย: อาสาสมัครที่ยินยอมเข้าร่วมวิจัยจำนวน 633 คน อายุระหว่าง 18-34 ทำแบบประเมิน SNAPPS และ Kujala ผ่านทางสื่อออนไลน์ หลังจากนั้นผู้วิจัยแปลผลและส่งผลการประเมินให้อาสาสมัครผ่านทางอีเมล ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลและหาความชุกของผู้ที่มี PFPS ในรูปแบบร้อยละ และหาค่าคะแนนของแบบประเมิน Kujala ในรูปแบบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย: จากการตอบแบบประเมินของอาสาสมัคร 633 คน พบผู้ที่มี PFPS 222 คน (35.07%) มีระดับความสามารถในการทำกิจกรรมลดลง 91 คน (14.38%) และไม่มีอาการจำกัดระดับความสามารถในการทำกิจกรรม 131 คน (20.7%) ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมิน Kujala ของผู้ที่มีและไม่มี PFPS ด้วยแบบประเมิน SNAPPS เท่ากับ 83 ± 8.66 , 91.03 ± 6.93 ตามลำดับ

สรุปผล: ค่าความชุกของผู้ที่มี PFPS ในผู้ใหญ่ไทยตอนต้นจากการคัดกรองด้วยแบบประเมิน SNAPPS คิดเป็น 35.07% และค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมิน Kujala ฉบับภาษาไทย ในผู้ที่มี PFPS มีค่า 83 คะแนน

คำสำคัญ: PFPS Anterior knee pain SNAPPS Kujala แบบสอบถาม

Abstract

Background: Patellofemoral pain syndrome (PFPS) is a common symptom in young adult. In Thailand, the prevalence of people with PFPS in these ages has not been studied using a Survey instrument for Natural history, Aetiology and Prevalence of Patellofemoral pain Studies (SNAPPS).

Objective: To study the prevalence of people with PFPS in Thai young adults by using SNAPPS questionnaire and mean score of Kujala questionnaire in people with PFPS.

Method: Sixty hundred thirty-three Thai young adults, aged 18-34 years old, consented to participate in this study. They did the SNAPPS and Kujala questionnaires by using google form through online media. The researcher interpreted the scores from these questionnaires and sent individual result to each participant. The descriptive statistics as a percentage was used to describe the prevalence of people with PFPS. Mean was used to measure Kujala questionnaire score in people with PFPS.

Results: From the evaluation by using self-reported questionnaire in 633 volunteers found that there was a sign of PFPS as 222 people (35.07%). In 91 people (14.38%) had the decrease in their activity level but 131 people (20.7%) had no limitation of their activity level. The mean of the Kujala score in people with and without PFPS was 83 ± 8.66 and 91.03 ± 6.93 , respectively.

Conclusion: The prevalence of people with PFPS in Thai young adults that was screened from SNAPPS was 35.07%. The mean of Kujala score in people with PFPS was 83 ± 8.66 .

Keywords: PFPS, Anterior Knee Pain, SNAPPS, Kujala, Questionnaire

บทนำ

อาการปวดเข่าทางด้านหน้าบริเวณผิวสะบ้า หรือเรียกว่า Patellofemoral pain syndrome (PFPS) เป็นหนึ่งในอาการบาดเจ็บเรื้อรังที่พบบ่อยในระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ [1] มีรายงานอุบัติการณ์ของผู้ที่มีอาการปวดเข่าทางด้านหน้า 22 คนต่อปี เพศหญิงมีความเสี่ยงมากกว่าเพศชาย 2.23 เท่า [2] และพบบ่อยในกลุ่มวัยแรกรุ่น วัยหนุ่มสาว และกลุ่มวัยกลางคนที่มีอายุน้อยกว่า 34 ปี โดยมีอายุเฉลี่ย 32.2 ปี [1] จากการศึกษาท่อนหน้าพบว่า ในวัยแรกรุ่นมีความชุกของ PFPS เท่ากับ 7.2% [3] ลักษณะอาการปวดของ PFPS จะมีอาการปวดรอบๆหรือด้านหลังของกระดูกสะบ้าในช่วงงอเข่า และมักเกิดขึ้นขณะทำกิจกรรมอย่างน้อย 2 ใน 6 ของกิจกรรมดังต่อไปนี้ คือ การย่อเข่า วิ่ง กระโดด ขึ้นบันได ลงบันได หรือขณะนั่งงอเข่าเป็นเวลานาน [4-7]

สาเหตุของการเกิด PFPS มาจากการที่มี loading ของ Patellofemoral joint (PFJ) เพิ่มขึ้น เกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้ 1) ผิวสัมผัสของ PFJ ลดลง เกิดจากการที่กระดูกสะบ้าอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ถูกต้อง หรือแนวการเคลื่อนไหวของกระดูกสะบ้าผิดปกติ (Patella malalignment or maltracking) อาจมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อไม่สมดุลกัน เช่น กล้ามเนื้อ vastus medialis oblique และ vastus lateralis หรือกล้ามเนื้อสะโพก Iliotibial band ตึงตัว, 2) ความผิดปกติทางด้านรูปร่างและความลึกของร่องกระดูก femur (trochlear dysplasia) และการมี Q-angle ที่เพิ่มขึ้น เกิดแรง

เครียด (stress) ต่อ PFJ มากขึ้น จากการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวของข้อสะโพกและข้อเท้า เช่น excessive hip internal rotation หรือ excessive foot pronation และความตึงตัวของกล้ามเนื้อ Quadriceps และ Hamstrings ที่เพิ่มขึ้น, 3) ความหนาของกระดูกอ่อนบริเวณกระดูกสะบ้าลดลง ส่งผลให้มีแรงกระทำต่อ PFJ มากขึ้น ทำให้ PFJ ได้รับแรงเครียดเพิ่มมากขึ้น และพัฒนาเป็น PFPS [8]

ปัจจุบันมีหลายแบบประเมินที่ใช้ในการประเมินตนเองสำหรับผู้ที่ PFPS [9] แบบประเมินตนเอง ที่ใช้กันทั่วไปสำหรับผู้ที่มี PFPS ได้แก่ แบบประเมินอาการปวดข้อกระดูกสะบ้าตามแบบ Kujala ฉบับภาษาไทย ใช้ในการตรวจประเมินระดับความสามารถในการทำกิจกรรมของผู้ที่มีปัญหาข้อเข่าทางด้านหน้า เริ่มใช้ในปี 1993 ประกอบด้วย 13 ข้อคำถาม เกณฑ์การคิดคะแนนในข้อ 1, 2, 3, 5, 12, และ 13 มีคะแนนเต็มข้อละ 5 คะแนน และในข้อที่ 4, 6, 7, 8, 9, 10, และ 11 มีคะแนนเต็มข้อละ 10 คะแนน ซึ่งคะแนนรวมทั้งหมดเท่ากับ 100 คะแนน [10, 11]

แบบประเมิน Lower Extremities Functional Scale (LEFS) ใช้วัดในผู้ป่วยระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่มีความผิดปกติของรยางค์ส่วนล่าง [12] ซึ่งรวมไปถึง Patellofemoral pain syndrome [13] เริ่มใช้ในปี 1999 โดย Binkley และคณะ แบบประเมินมีข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ โดยแต่ละข้อมีคะแนน 4 คะแนน คะแนนรวม 80 คะแนน หากอาสาสมัคร มีการเปลี่ยนแปลงคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 9 คะแนน จะถือว่ามีเปลี่ยนแปลงทางคลินิก [12]

แบบสำรวจสำหรับการศึกษาระดับปริญญาโทตามธรรมชาติ สาเหตุและความชุกของอาการปวดเข่าใต้กระดูกสะบ้า (SNAPPS) ใช้ประเมินผู้ที่มี PFPS และผู้ที่มีอาการบาดเจ็บที่เนื้อเยื่ออ่อนอื่นๆ ในประชากรอายุระหว่าง 18 ถึง 40 ปี เริ่มใช้ในปี 2016 โดย Dey และคณะ แบบประเมินประกอบด้วย 13 ข้อคำถาม แบ่งคำถามเป็น 4 ส่วน ส่วนที่หนึ่งคือ ข้อมูลประวัติเกี่ยวกับอาการปวดเข่า ส่วนที่ 2 คือ ลักษณะอาการทางคลินิก ส่วนที่ 3 คือ ลักษณะกิจกรรม และส่วนที่ 4 คือ ขอบเขตของอาการปวดเข่า โดยจะคิดคะแนนในส่วนที่ 2 และ 4 คะแนนเต็มเท่ากับ 13 คะแนน ซึ่งหากคะแนนรวมมากกว่าหรือเท่ากับ 6 จะแปลผลว่ามี PFPS แต่ถ้าหากคะแนนรวมน้อยกว่า 6 จะแปลผลว่าไม่มี PFPS [14]

เนื่องจาก Patellofemoral pain syndrome (PFPS) เป็นอาการปวดเข่าทางด้านหน้าที่พบได้บ่อยในผู้ใหญ่ตอนต้น และวัยนี้เป็นวัยที่มีกิจกรรมเสี่ยงต่ออาการปวดเข่าทางด้านหน้ามากกว่าวัยอื่นๆ เช่น การวิ่ง การกระโดด การคุกเข่า การนั่งยอง การขึ้นลงบันได การนั่งงอเข่าเป็นเวลานาน และยังไม่มีการศึกษาหาความชุกของอาการปวดเข่าทางด้านหน้าในประเทศไทยซึ่งพบบ่อยในกลุ่มคนที่มีอายุต่ำกว่า 34 ปี ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงสนใจที่จะหาความชุกของผู้ที่มีอาการปวดเข่าทางด้านหน้า (Patellofemoral pain syndrome; PFPS) ในช่วงอายุ 18-34 ปี โดยใช้แบบสำรวจสำหรับการศึกษาระดับปริญญาโทตามธรรมชาติ สาเหตุและความชุกของอาการปวดเข่าใต้กระดูกสะบ้า (SNAPPS) แต่แบบประเมิน SNAPPS มีข้อจำกัดของการแปลผลคะแนนในส่วนที่ 3 เกี่ยวกับระดับความสามารถในการทำกิจกรรม เนื่องจากค่าความไวและความจำเพาะต่ำ และยังไม่มีการนำมาคิดคะแนนในส่วนนี้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้แบบประเมินอาการปวดข้อกระดูกสะบ้าตามแบบ Kujala ฉบับภาษาไทยร่วมด้วยเพื่อประเมินระดับความสามารถในการทำกิจกรรมของผู้ที่มีอาการปวดเข่าทางด้านหน้าที่ส่งผลต่อการทำกิจวัตรประจำวัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาหาความชุกของผู้ที่มี PFPS ในวัยผู้ใหญ่ไทยตอนต้นโดยใช้แบบสำรวจสำหรับการศึกษาดำเนินโรคตามธรรมชาติ สาเหตุและความชุกของอาการปวดขาใต้กระดูกสะบ้า (SNAPPS) และหาค่าเฉลี่ยแบบประเมินอาการปวดข้อกระดูกสะบ้าตามแบบ Kujala ฉบับภาษาไทยในผู้ที่มี PFPS

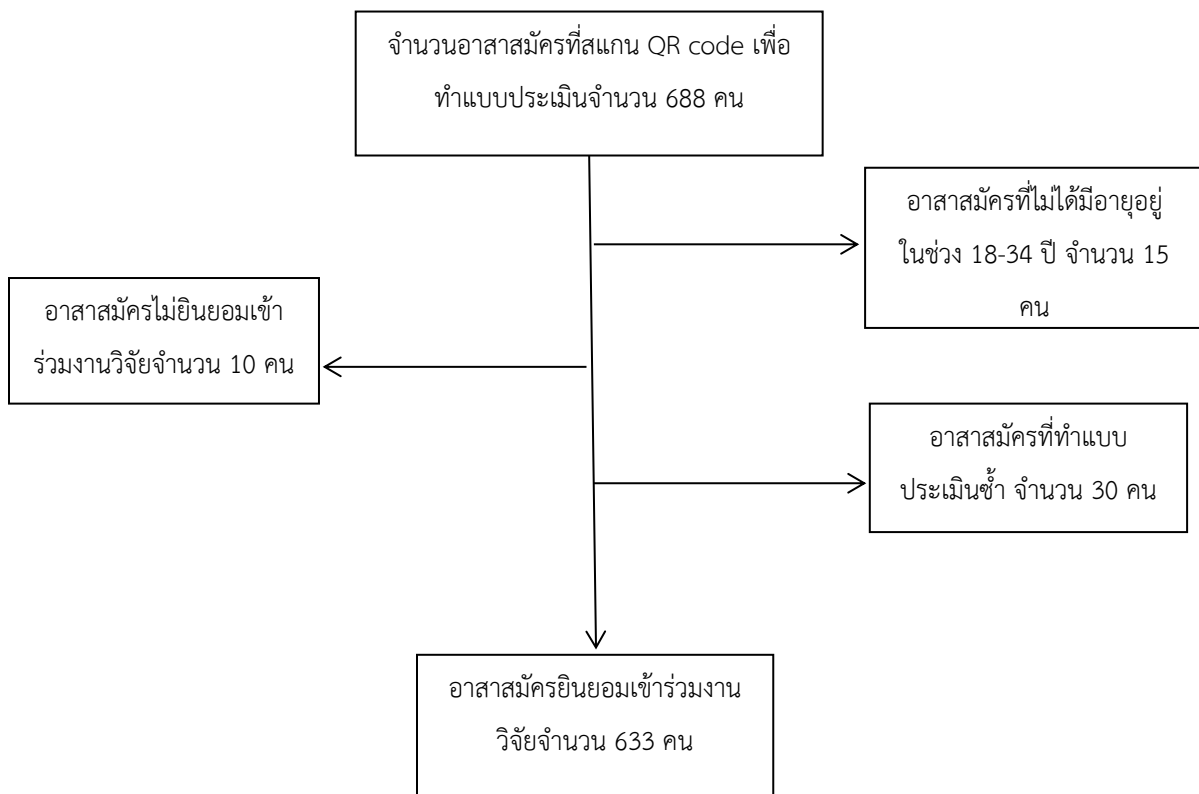
วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้ร่วมวิจัยจำนวน 688 คน ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกตามคุณสมบัติของอาสาสมัครที่เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ ผู้ที่มีสัญชาติไทย เพศชายหรือหญิง อายุ 18-34 ปี จำนวน 633 คน โดยการศึกษาได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์ คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (PTPT2020-010)

ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินใน Google form โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 เอกสาร คำชี้แจง ส่วนที่ 2 ข้อมูลและประวัติส่วนตัว ซึ่งประกอบไปด้วยเพศ, ส่วนสูง, น้ำหนัก, อีเมล, งานอดิเรก, และประวัติการรักษาทางการแพทย์ ส่วนที่ 3 แบบสำรวจสำหรับการศึกษาดำเนินโรคตามธรรมชาติ สาเหตุและความชุกของอาการปวดขาใต้กระดูกสะบ้า (SNAPPS) และส่วนที่ 4 แบบประเมินอาการปวดข้อกระดูกสะบ้าตามแบบ Kujala ฉบับภาษาไทย และสร้างเป็น QR code เพื่อใช้ในการประชาสัมพันธ์

ประชาสัมพันธ์แบบประเมินผ่านทางสื่อออนไลน์ส่วนตัวของผู้วิจัย เช่น Line, Facebook, Twitter, Instagram และโปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ที่จะนำไปติดประกาศตามคณะต่างๆ พื้นที่ส่วนกลางภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และหอพักนิสิต (องค์กรฯ)

อาสาสมัครที่สนใจเข้าร่วมงานวิจัยนี้ สแกน QR code เพื่อทำแบบประเมิน ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลโดยคัดอาสาสมัครที่อายุไม่อยู่ในเกณฑ์การคัดเลือก อาสาสมัครที่ไม่ยินยอมเข้าร่วมวิจัย และอาสาสมัครที่ทำแบบประเมินซ้ำออก (ดังรูปภาพที่ 1) หลังจากนั้นรวมคะแนนส่วนที่ 2 และ 4 ของแบบสำรวจสำหรับการศึกษาดำเนินโรคตามธรรมชาติ สาเหตุและความชุกของอาการปวดขาใต้กระดูกสะบ้า (SNAPPS) หากคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 6 แปลผลว่าอาสาสมัครมี PFPS และแบบประเมินอาการปวดข้อกระดูกสะบ้าตามแบบ Kujala ฉบับภาษาไทย หากคะแนนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 82.8 คะแนน แปลผลว่าอาสาสมัครมีการจำกัดระดับความสามารถในการทำกิจกรรม เพื่อแบ่งอาสาสมัครออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มี PFPS และมีระดับความสามารถในการทำกิจกรรมลดลง (SNAPPS \geq 6 และ Kujala \leq 82.8), กลุ่มที่มี PFPS แต่ยังไม่มีการจำกัดระดับความสามารถในการทำกิจกรรม (SNAPPS \geq 6 และ Kujala $>$ 82.8), กลุ่มที่ไม่มี PFPS แต่ยังไม่มีการจำกัดระดับความสามารถในการทำกิจกรรม (SNAPPS $>$ 6 และ Kujala $>$ 82.8), และกลุ่มที่ไม่มี PFPS แต่มีระดับความสามารถในการทำกิจกรรมลดลง (SNAPPS $>$ 6 และ Kujala \leq 82.8) หลังจากนั้นจะรายงานผลการประเมินให้อาสาสมัครทราบและให้คำแนะนำสำหรับผู้ที่มีผลการประเมินว่ามี PFPS ทางอีเมล



ภาพที่ 1 แผนผังแสดงจำนวนผู้เข้าร่วมวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การหาความชุกของผู้ที่มี PFPS จากการประเมินด้วยแบบประเมิน SNAPPS โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาในรูปแบบของร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ และประเมินระดับความสามารถในการทำกิจกรรมของผู้ที่มีอาการปวดเข่าทางด้านหน้า โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินอาการปวดข้อกระดูกสะบ้าตามแบบ Kujala ฉบับภาษาไทยในผู้ที่มีอาการปวดเข่าทางด้านหน้า

ผลการวิจัย

จากอาสาสมัครจำนวน 633 คน พบผู้ที่มี PFPS ทั้งหมด 222 คน คิดเป็น 35.07% แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีระดับความสามารถในการทำกิจกรรมลดลงจำนวน 91 คน คิดเป็น 14.38% และกลุ่มที่ยังไม่มีการจำกัดระดับความสามารถในการทำกิจกรรมจำนวน 131 คน คิดเป็น 20.7% และผู้ที่ไม่ได้มี PFPS จำนวน 411 คน คิดเป็น 64.93% แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีระดับความสามารถในการทำกิจกรรมลดลงจำนวน 52 คน คิดเป็น 8.21% และกลุ่มที่ยังไม่มีการจำกัดระดับความสามารถในการทำกิจกรรมจำนวน 359 คน คิดเป็น 56.71% (ดังตารางที่ 1)

คะแนนของแบบประเมินอาการปวดข้อกระดูกสะบ้าตามแบบ Kujala ฉบับภาษาไทย ในผู้ที่มี PFPS ที่ผ่านการคัดกรองด้วยแบบประเมิน SNAPPS มีค่าเฉลี่ย 83 ± 8.66 คะแนน และผู้ที่ไม่ใช่ PFPS มีค่าเฉลี่ย 91.03 ± 6.93 คะแนน (ดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ตารางแสดงความชุกของผู้ที่มี PFPS จากการคัดกรองโดยแบบประเมิน SNAPPS จำนวน 633 คน

คะแนน SNAPPS	คะแนน Kujala		รวม (n)
	ระดับความสามารถในการ ทำกิจกรรมลดลง ≤ 82.8 คะแนน (n)	ไม่จำกัดระดับความสามารถ ในการทำกิจกรรม > 82.8 คะแนน (n)	
	มี PFPS ≥ 6 คะแนน (n)	14.38% (91)	
ไม่มี PFPS < 6 คะแนน (n)	8.21% (52)	56.71% (359)	64.93% (411)

หมายเหตุ SNAPPS; แบบสำรวจสำหรับการศึกษาการดำเนินโรคตามธรรมชาติ สาเหตุและความชุกของอาการปวดเข้าใต้กระดูกสะบ้า, Kujala; แบบประเมินอาการปวดข้อกระดูกสะบ้าตามแบบ Kujala ฉบับภาษาไทย, PFPS; Patellofemoral pain syndrome

ตารางที่ 2 ตารางแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของ Kujala ในผู้ที่มีและไม่มี PFPS

คะแนน Kujala	ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (คะแนน)
กลุ่มที่มี PFPS	83 ± 8.66
กลุ่มที่ไม่มี PFPS	91.03 ± 6.93

หมายเหตุ Kujala; แบบประเมินอาการปวดข้อกระดูกสะบ้าตามแบบ Kujala ฉบับภาษาไทย, PFPS; Patellofemoral pain syndrome

อภิปรายผลการวิจัย

จากการสำรวจอาสาสมัครจำนวน 633 คน พบผู้ที่มี PFPS ทั้งหมด 222 คน คิดเป็นความชุกเท่ากับ 35.07% ซึ่งมีค่าความชุกมากกว่าการศึกษาของ Dey และคณะ ในปี 2016 ศึกษาหาความชุกของผู้ที่มี PFPS ด้วยแบบประเมิน SNAPPS ในกลุ่มประชากรอังกฤษอายุ 18-40 ปี จำนวน 111 คน พบว่า ใน 1 ปีมีค่าความชุกเท่ากับ 22.7% [14]

จากการศึกษาของ James และคณะ ในปี 2012 ที่ศึกษาหาความชุกของผู้ที่มี PFPS ด้วยแบบประเมิน Kujala กลุ่มประชากรในอเมริกา เพศหญิงอายุ 18-35 ปี จำนวน 724 คน พบว่ามีค่าความชุกเท่ากับ 12% [15] ซึ่งในการศึกษครั้งนี้มีจำนวนอาสาสมัครเพศหญิงทั้งหมด 461 คน พบว่ามีค่าความชุกเท่ากับ 15% ซึ่งมีค่าความชุกมากกว่า

การศึกษาของ James และคณะ เนื่องจากการศึกษาคั้งนี้มีการใช้แบบประเมิน 2 แบบประเมินได้แก่ SNAPPS และ Kujala ในการประเมินผู้ที่มี PFPS ในขณะที่การศึกษาของ James ใช้แบบประเมิน Kujala เพียงอย่างเดียว [15]

จากการศึกษาก่อนหน้า การคัดกรองผู้ที่มี PFPS โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน พบว่าคะแนน Kujala ในผู้ที่มี PFPS อยู่ในช่วง 59 - 82.8 คะแนน มีค่าเฉลี่ย 71.36 คะแนน [6, 11, 13, 16, 17] จากการคัดกรองผู้ที่มี PFPS โดยการสอบถามกิจกรรมที่กระตุ้นอาการเจ็บมากขึ้นมีคะแนน Kujala ในผู้ที่มี PFPS อยู่ในช่วง 41.42 – 75.8 คะแนน มีค่าเฉลี่ย 61.04 คะแนน [18-21] จากการศึกษาครั้งนี้ พบผู้ที่มี PFPS มีค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมิน Kujala เท่ากับ 83 ± 8.66 คะแนน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kujala และคณะ ในปี 1993 ที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนน Kujala ในผู้ที่มี PFPS เท่ากับ 82.8 คะแนน [11] และมีค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมิน Kujala มากกว่าการคัดกรองทั้ง 2 รูปแบบ เนื่องจากการศึกษาคั้งนี้ใช้แบบประเมิน SNAPPS ในการคัดกรองผู้ที่มี PFPS ซึ่งมีข้อคำถามบางข้อในส่วนที่ 2 เกี่ยวกับลักษณะอาการทางคลินิก และส่วนที่ 4 เกี่ยวกับตำแหน่งของอาการปวด ทำให้เกิดความสับสนแก่อาสาสมัครบางคนในการตอบแบบประเมิน ดังนั้นในการคัดกรองผู้ที่มี PFPS จึงจำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญประเมินร่วมด้วย

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิด PFPS ได้แก่ เพศ ดัชนีมวลกาย และกิจกรรมทางกาย ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าเพศหญิงมี PFPS มากกว่าเพศชาย 2.68 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Boling และคณะในปี 2010 พบว่าเพศหญิงมี PFPS มากกว่าเพศชาย 2.23 เท่า [2] ในส่วนของดัชนีมวลกาย พบว่าไม่มีผลต่อการเกิด PFPS ในการศึกษาครั้งนี้ใช้การสอบถามเรื่องงานอดิเรกแทนกิจกรรมทางกาย พบว่าในกลุ่มที่มีและไม่มี PFPS มีกิจกรรมทางกายน้อย ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของ Bélanger และคณะในปี 2011 ที่ระบุว่าในวัยผู้ใหญ่ตอนต้น มีการออกกำลังกายและทำกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวมากที่สุด [22]

ข้อจำกัดของงานวิจัย

ในการศึกษาคั้งนี้ใช้แบบประเมิน SNAPPS ในการคัดกรองผู้ที่มี PFPS แต่แบบประเมินไม่สามารถแยกกลุ่มอาการ PFPS และ Patella tendinitis ได้อย่างชัดเจน และในส่วนของข้อคำถามเรื่องงานอดิเรกอาจไม่ครอบคลุมกิจกรรมทางกายทั้งหมดของอาสาสมัคร ดังนั้นในการศึกษาคั้งต่อไป ควรใช้แบบประเมินกิจกรรม ทางกายมากกว่าการตั้งคำถามเรื่องงานอดิเรก

สรุปผลการวิจัย

ค่าความชุกของผู้ที่มี PFPS ในผู้ใหญ่ไทยตอนต้นจากการคัดกรองด้วยแบบประเมิน SNAPPS คิดเป็น 35.07% และค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมิน Kujala ฉบับภาษาไทย ในผู้ที่มี PFPS มีค่า 83 คะแนน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Taunton JE RM, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. (2002). A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med.* 36(2): 95-101.
- [2] Boling M, Padua D, Marshall S, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. (2010). Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci Sports.* 20(5): 725-30.
- [3] Smith BE, Selfe J, Thacker D, Hendrick P, Bateman M, Moffatt F, et al. (2018). Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 13(1): e0190892.
- [4] Boling MC, Padua DA, Marshall SW, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. (2009). A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: the Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) cohort. *Am J Sports Med.* 37(11): 2108-16.
- [5] Cook C, Hegedus E, Hawkins R, Scovell F, Wyland D. (2010). Diagnostic accuracy and association to disability of clinical test findings associated with patellofemoral pain syndrome. *Physiother Can.* 62(1): 17-24.
- [6] Crossley KM BK, Cowan SM, Green S. (2000). Outcome measures in patellofemoral pain syndrome: test retest reliability and inter-relationships. *PHysical therapy in sport.* 1: 32-41.
- [7] Thomeé R AJ, Karlsson J. (1999). Patellofemoral pain syndrome: a review of current issues. *Sports Med.* 28(4).
- [8] Powers CM, Witvrouw E, Davis IS, Crossley KM. (2017). Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3. *Br J Sports Med.* 51(24): 1713-23.
- [9] Jurgen Höher TB, Achim Münster, Bertil Bouillon, Thomas Tiling. (1997). Does the mode of data collection change results in a subjective knee score? Self-administration versus interview. *The America Journal of Sports Medicine.* 25(5): 642-7.
- [10] Apivatgaroon A, Angthong C, Sanguanjit P, Chernchujit B. (2016). The validity and reliability of the Thai version of the Kujala score for patients with patellofemoral pain syndrome. *Disabil Rehabil.* 38(21): 2161-4.
- [11] Kujala UM JL, Koskinen SK, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O. (1993). Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy Association of North America.* 9(2).
- [12] Binkley JM SP, Lott SA, Riddle DL. (1999). The Lower Extremity Functional Scale (LEFS): scale development, measurement properties, and clinical application. *North American Orthopaedic Rehabilitation.* 79(4): 371-83.
- [13] Bartholomew C, Edwards L, Lack S. (2019). Pressure pain thresholds in adults with patellofemoral pain and patellofemoral joint osteoarthritis: a case-control study. *Scand J Pain.* 19(4): 713-23.

- [14] Dey P, Callaghan M, Cook N, Sephton R, Sutton C, Hough E, et al. (2016). A questionnaire to identify patellofemoral pain in the community: an exploration of measurement properties. *BMC Musculoskelet Disord.* 17: 237.
- [15] Roush JR CBR. (2012). Prevalence of anterior knee pain in 18-35 year-old females. *Int J Sports Phys Ther.* 7(4): 396-401.
- [16] Crossley KM, Bennell KL, Cowan SM, Green S. (2004). Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: which are reliable and valid?11No commercial party having a direct financial interest in the results of the research supporting this article has or will confer a benefit upon the author(s) or upon any organization with which the author(s) is/are associated. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 85(5): 815-22.
- [17] Lack S, Barton C, Woledge R, Laupheimer M, Morrissey D. (2014). The immediate effects of foot orthoses on hip and knee kinematics and muscle activity during a functional step-up task in individuals with patellofemoral pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 29(9): 1056-62.
- [18] Aysin IK, Askin A, Mete BD, Guvendi E, Aysin M, Kocyigit H. (2018). Investigation of the Relationship between Anterior Knee Pain and Chondromalacia Patellae and Patellofemoral Malalignment. *Eurasian J Med.* 50(1): 28-33.
- [19] KE T. (1998). Randomized controlled trial of Protonics on patellar pain, position, and function. *Med Sci Sports Exerc.* 30(5): 665-70.
- [20] Moraes LPACALVdCGCdSBMFVLFbOTdCLG. (2012). Symptoms and functional limitations of patellofemoral pain syndrome patients. 13(1): 50-4.
- [21] Sahin M, Ayhan FF, Borman P, Atasoy H. (2016). The effect of hip and knee exercises on pain, function, and strength in patients with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. *Turk J Med Sci.* 46(2): 265-77.
- [22] Belanger M, Townsend N, Foster C. (2011). Age-related differences in physical activity profiles of English adults. *Prev Med.* 52(3-4): 247-9.

**RANC15-074 การประยุกต์ใช้ไฮโดรเจลดูดซึมน้ำที่ยังยวดจากพอลิโพแทสเซียม
อะคริเลตสำหรับกักเก็บน้ำทางการเกษตร**

**APPLICATION OF SUPERABSORBENT HYDROGEL POLY(POTASSIUM
ACRYLATE) FOR WATER RESERVOIR IN AGRICULTURE**

วิไลพร ไกรสุวรรณ¹ พงศ์พล พรหมสรปสันน์¹, ภัทรลภา บุรณศิริปิน¹
Wilaiporn Kraisuwan¹, Pongpon Promsompason¹, Patlapa Buranasilpin¹

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุพอลิเมอร์ คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

¹Program of Polymer Materials Technology, Faculty of Agricultural Product Innovation and Technology,
Srinakharinwirot University.

*Corresponding author, E-mail: wilaipornk@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

ไฮโดรเจลดูดซึมน้ำที่ยังยวดจากพอลิโพแทสเซียมอะคริเลต (พีเคเอ) ถูกสังเคราะห์ผ่านปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบอนุมูลอิสระโดยใช้โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตเป็นตัวริเริ่มปฏิกิริยาและใช้เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ (เอ็มบีเอ) เป็นสารเชื่อมขวาง วิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของไฮโดรเจลด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรด สเปกโทรสโกปี ศึกษาผลของความเข้มข้นของเอ็มบีเอที่มีต่อความสามารถในการดูดซึมน้ำของไฮโดรเจล จากผลทดลองพบว่าเมื่อปริมาณของสารเชื่อมขวางเพิ่มขึ้นความสามารถในการดูดซึมน้ำของไฮโดรเจลมีค่าลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อใช้เอ็มบีเอจำนวน 0.1 มิลลิโมล การดูดซึมน้ำมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 98.1 กรัม/กรัม ไฮโดรเจลแห้ง ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวโพดโดยการวัดความสูงและเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน พบว่าไฮโดรเจลมีสมบัติการกักเก็บน้ำในดินได้ มีแนวโน้มนำไปประยุกต์ใช้ผสมในวัสดุปลูกพืชได้

คำสำคัญ: ไฮโดรเจล พอลิโพแทสเซียมอะคริเลต) การดูดซึมน้ำ สารเชื่อมขวางเอ็มบีเอ

Abstract

Superabsorbent hydrogel from poly(potassium acrylate) (PKA) was synthesized via radical polymerization using potassium persulphate as an initiator and *N,N'*-methylenebisacrylamide (MBA) as a crosslinker. The chemical structure of PKA hydrogel was analyzed by Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy. The effect of MBA concentration on water absorption capacity of hydrogel was investigated. It was observed that the amount of crosslinking increased, the water absorption capacity of the hydrogel decreased. Moreover, the PKA hydrogel synthesized by addition of 0.1 mmol of MBA showed the highest water absorption of 98.1 g water/g dry hydrogel. The growth rates of corn seeds were observed by measuring corn's height as well as %soil moisture. The results revealed that the PKA hydrogel has the property of retaining water in the soil and tend to be applied as soil hydrogels or soil conditioners for plants.

Keywords: Hydrogel, Poly (Potassium Acrylate), Water Absorption, MBA Crosslinker

บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ประมาณ 321 ล้านไร่ หรือประมาณ 513,000 ตารางกิโลเมตร โดยคิดเป็นพื้นที่สำหรับการเกษตรประมาณ 43% หรือประมาณ 138 ล้านไร่ของพื้นที่ทั้งประเทศ และรายได้ของภาคเกษตรคิดเป็น 10% ของ GDP ภาคเกษตรกรรมนั้นรวมไปถึงการประมง การเลี้ยงสัตว์ และการป่าไม้ด้วย แต่ 68% นั้นอยู่ที่การปลูกพืชและผลไม้ [1] ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาทางสภาพภูมิอากาศในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี ปรากฏการณ์เอลนีโญ ปัญหาเหล่านี้ส่งผลให้ฝนไม่ตกตรงตามฤดูกาล หรือมีปริมาณน้ำฝนที่น้อยกว่าระดับปกติ ทำให้การกักเก็บน้ำของแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ๆ สามารถกักเก็บได้ในปริมาณน้อยลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำสำหรับการเพาะปลูกอยู่ในระดับต่ำ และไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูกในฤดูถัดไป ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรมีปริมาณลดลง มีคุณภาพต่ำ ส่งผลกระทบต่อภาพรวมของประเทศในด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคม [2] นักวิจัยจึงได้คิดค้นวัสดุอุ้มน้ำที่สามารถกักเก็บน้ำได้ระยะเวลาอันยาวนานเพื่อใช้ในการเพาะปลูกพืช

ไฮโดรเจล (Hydrogel) เป็นวัสดุพอลิเมอร์ที่มีความสามารถในการกักเก็บน้ำในโครงสร้างได้ถึง 10-1,000 เท่า ของน้ำหนักเดิม [3, 4] มีลักษณะโครงสร้างร่างแหสามมิติ (3 Dimension structure) โครงสร้างมีหมู่ฟังก์ชันที่ชอบน้ำ (Hydrophilic functional groups) อยู่ในโมเลกุล ไฮโดรเจลสามารถเตรียมได้จากพอลิเมอร์ที่สามารถทำให้เกิดการเชื่อมขวางระหว่างโมเลกุลเข้าด้วยกัน ซึ่งโครงสร้างร่างแหที่เกิดขึ้นอาจอยู่ในรูปของการเชื่อมขวางทางกายภาพหรือการเชื่อมขวางระหว่างสายโซ่กันด้วยพันธะเคมี เช่น พันธะโคเวเลนต์ พันธะไฮโดรเจน หรืออันตรกิริยาระหว่างหมู่ต่าง ๆ ทำให้เกิดเป็นโครงสร้างสามมิติที่ไม่ละลายน้ำ แต่จะสามารถบวมพอง และคงรูปร่างเดิมไว้ได้ จากสมบัติเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการดูดซับน้ำในปริมาณที่มากทำให้ไฮโดรเจลมีศักยภาพในการประยุกต์ใช้เป็นวัสดุกักเก็บน้ำให้กับพืชเพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นในดินสำหรับใช้ในการเกษตร [5-8]

พอลิโพแทสเซียมอะคริเลต (poly(potassium acrylate), PKA) เป็นไฮโดรเจลที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในทางการเกษตรเนื่องจากมีข้อดีหลายประการ ได้แก่ ไม่เป็นพิษ สามารถย่อยสลายให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และโพแทสเซียมไอออนโดยไม่ทิ้งสารพิษตกค้างในดิน ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้เป็นวัสดุกักเก็บน้ำ เพิ่มความชุ่มชื้นให้กับพืชในดิน [9-18]

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจสังเคราะห์ไฮโดรเจลดูดซับน้ำที่ยืดจากพอลิโพแทสเซียมอะคริเลตโดยใช้โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต (potassium persulfate, KPS) เป็นตัวริเริ่มปฏิกิริยาผ่านกลไกปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบอนุมูลอิสระ (Free radical polymerization) และใช้เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ (*N,N'*-Methylenebis(acrylamide), MBA) เป็นสารเชื่อมขวางในปริมาณที่แตกต่างกันเพื่อศึกษาความสามารถในการดูดซับน้ำของไฮโดรเจล วิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีด้วยเทคนิค Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy และศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดโดยใช้ดินผสมไฮโดรเจลเป็นชุดควบคุม และดินผสมไฮโดรเจลในปริมาณที่แตกต่างกันเป็นชุดทดสอบในการเพาะปลูก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสังเคราะห์ และวิเคราะห์พอลิโพแทสเซียมอะคริเลตไฮโดรเจล
2. เพื่อศึกษาผลของปริมาณสารเชื่อมขวางต่อความสามารถในการดูดซับน้ำ
3. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมมอนอเมอร์โพแทสเซียมอะคริเลต

- 1.1 เติมกรดอะคริลิก (Acrylic acid) ปริมาตร 15 mL (0.219 mol) ในขวดก้นกลมขนาด 100 mL
- 1.2 ปรับ pH ของสารละลายโดยการหยดสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เข้มข้น 1.25 M ลงขวดก้นกลม ค่อย ๆ หยดจนกว่าสารละลายมีค่า pH เท่ากับ 7 ทำในอ่างน้ำแข็งเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของมอนอเมอร์ ทำการกวนเบา ๆ ตลอดเวลาขณะหยด KOH

2. การสังเคราะห์พอลิโพแทสเซียมอะคริเลตไฮโดรเจล

- 2.1 ชั่งโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต (KPS) 1.879 มิลลิกรัม (6.93×10^{-3} มิลลิโมล) ใส่ในขวดก้นกลม
- 2.2 เติมมอนอเมอร์โพแทสเซียมอะคริเลต (KA) ที่เตรียมได้ในขวดก้นกลมในข้อ 1
- 2.3 ชั่ง *N,N'*-Methylenebisacrylamide (MBA) 0.0149 กรัม (0.1 มิลลิโมล) ใส่ในขวดก้นกลมในข้อ 1
- 2.4 ใส่ออกซิเจนในขวดก้นกลมด้วยการแทนที่ด้วยแก๊สไนโตรเจนเป็นเวลา 30 นาที
- 2.5 นำสารผสมทั้งหมดไปกวน และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 40 นาที ในอ่างน้ำมัน
- 2.6 นำไฮโดรเจล PKA ที่ได้มาทำให้บริสุทธิ์โดยนำไปแช่น้ำ และกวนเบา ๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- 2.7 นำไฮโดรเจล PKA ที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมงเพื่อให้แห้ง
- 2.8 ทำการทดลองเหมือนเดิม แต่เปลี่ยนปริมาณของ MBA เป็น 0.0298 กรัม (0.2 มิลลิโมล) และ 0.0596 กรัม (0.4 มิลลิโมล) ตามลำดับ เพื่อศึกษาผลของปริมาณสารเชื่อมขวาง MBA ต่อการดูดซึมน้ำของไฮโดรเจล

(กำหนดสัญลักษณ์ให้ $MBA1 = 0.1$ มิลลิโมล, $MBA2 = 0.2$ มิลลิโมล และ $MBA3 = 0.4$ มิลลิโมล)

3. การทดสอบการดูดซึมน้ำของพอลิโพแทสเซียมอะคริเลตไฮโดรเจล

- 3.1 นำถุงชาไปแช่น้ำกลั่นเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำขึ้นมาชบน้ำออกด้วยกระดาษทิชชู แล้วนำถุงชาไปชั่งหาน้ำหนักเปียก บันทึกด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 3.2 นำตัวอย่างไฮโดรเจล PKA ที่ผ่านการอบแห้งแล้ว น้ำหนัก 0.1 กรัม บันทึกหาน้ำหนักแห้งที่แน่นอนด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 3.3 นำตัวอย่างไฮโดรเจล PKA ใส่ลงในถุงชาเปียกที่เตรียมไว้ในข้อ 1 จากนั้นบันทึกน้ำหนักเปียกทุก ๆ 1 ชั่วโมง จนครบ 6 ชั่วโมง ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 3.4 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เพื่อหาค่าเฉลี่ย
- 3.5 คำนวณหาอัตราส่วนการดูดซึมน้ำ (water swelling ratio) ของไฮโดรเจล PKA ตามสมการที่ 1

$$\text{Water swelling ratio} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100 \quad \text{สมการที่ 1}$$

โดยที่ W_s คือ น้ำหนัก (กรัม) ของไฮโดรเจลที่บวมน้ำ (Swollen hydrogel)

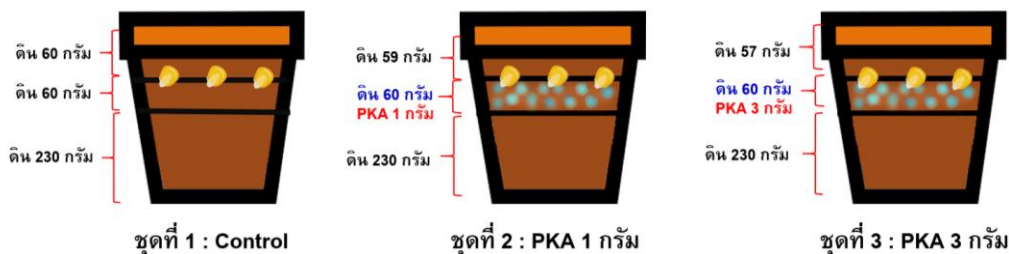
W_d คือ น้ำหนัก (กรัม) ของไฮโดรเจลที่แห้ง (Dried hydrogel)

4. การทดสอบการปลูกพืชโดยใช้พอลิโพแทสเซียมอะคริเลตไฮโดรเจล

ในการทดสอบการปลูกพืชโดยใช้ไฮโดรเจล PKA เพื่อดูการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพด ผู้วิจัยเลือกใช้เมล็ดข้าวโพดหวาน (หวานเจี๊ยงใต้ 1) ซึ่งเป็นข้าวโพดที่คนใช้รับประทาน โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

- 4.1 ชั่งไฮโดรเจล PKA แห้ง น้ำหนัก 1 กรัม และ 3 กรัม
- 4.2 นำไฮโดรเจล PKA ไปแช่ในน้ำกลั่น ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เพื่อให้ไฮโดรเจลอุ่มตัวด้วยน้ำ

- 4.3 กรองเอาน้ำที่ไม่ดูดซึมออก และตัดไฮโดรเจล PKA ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ
- 4.4 เตรียมกระถางพลาสติกจำนวน 30 ใบ แบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดละ 10 ใบ จากนั้นเจาะรูที่ก้นกระถาง จำนวน 18 รู โดยแต่ละชุดการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้
- ชุดที่ 1 ชุดควบคุม (Control) ใช้ดินอย่างเดียว น้ำหนัก 350 กรัม
 - ชุดที่ 2 ชุดทดสอบ (PKA 1 กรัม) ใช้ดินผสมไฮโดรเจล โดยชั่งดิน 349 กรัม และ PKA แห่ง 1 กรัม
 - ชุดที่ 3 ชุดทดสอบ (PKA 3 กรัม) ใช้ดินผสมไฮโดรเจล โดยชั่งดิน 347 กรัม และ PKA แห่ง 3 กรัม
- ในชุดที่ 2 และ 3 ชั่งดินน้ำหนัก 230 กรัม บรรจุไว้ชั้นล่างสุด ชั้นที่สอง ชั่งดิน 60 กรัม แล้วนำผสมไฮโดรเจลที่บวมน้ำเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำเมล็ดข้าวโพดที่แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 คืน วางด้านบนสุดของดินชั้นที่สอง กระถางละ 3 เมล็ด จากนั้นในชั้นบนสุดของกระถางในชุดที่ 2 ชั่งดินน้ำหนัก 59 กรัม ส่วนในชุดที่ 3 ชั่งดินน้ำหนัก 57 กรัม บรรจุไว้ด้านบนสุด เพื่อให้มีน้ำหนักรวม (ดิน + ไฮโดรเจล) ทั้งหมดเท่ากับ 350 กรัม เหมือนชุดที่ 1 ดังภาพที่ 1
- 4.5 วางไว้ชุดการทดลองทั้งหมดไว้ในโรงเรือนเพื่อป้องกันแมลงศัตรูพืช รดน้ำทุกกระถาง กระถางละ 350 มิลลิลิตร โดยจะให้น้ำเฉพาะในวันแรกเท่านั้น เพื่อศึกษาผลของปริมาณไฮโดรเจล PKA ต่ออัตราการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวโพด
- 4.6 บันทึกความยาวของลำต้นจนถึงใบ และความชื้นในดินด้วยเครื่องวัดความชื้น ทุก ๆ 2 วัน



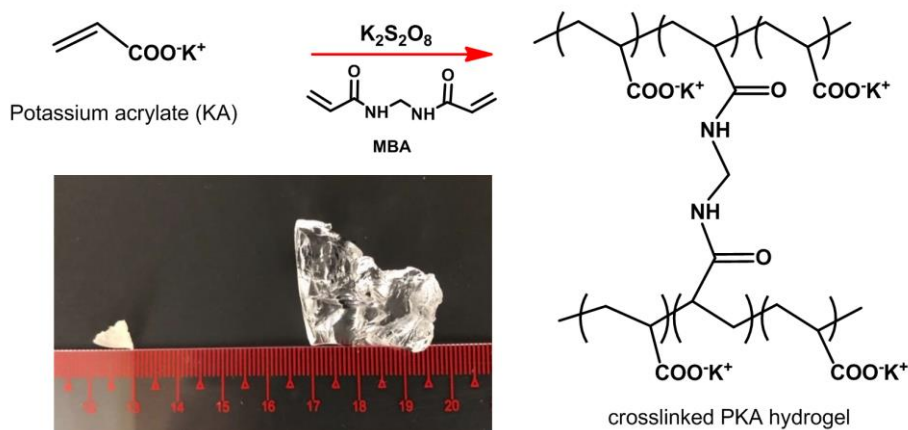
ภาพที่ 1 การทดสอบการปลูกเมล็ดข้าวโพดโดยใช้ไฮโดรเจล PKA

ผลการวิจัย

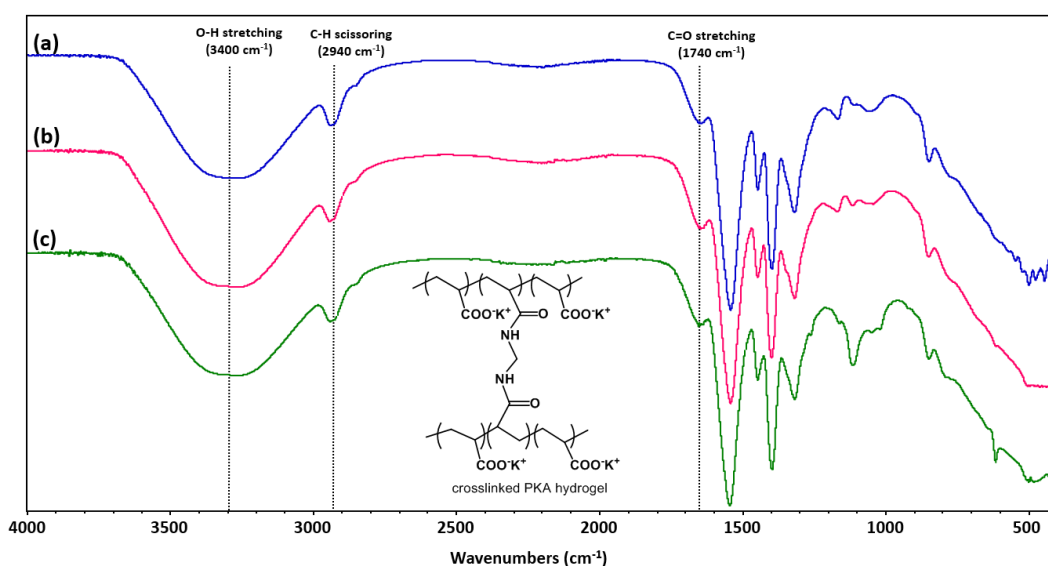
1. การวิเคราะห์ลักษณะของพอลิโพแทสเซียมอะคริเลตไฮโดรเจล

ไฮโดรเจล PKA สามารถสังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบอนุมูลอิสระโดยใช้โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตเป็นตัวริเริ่มปฏิกิริยา และใช้เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์เป็นสารเชื่อมขวาง ดังภาพที่ 2

จากภาพที่ 3 แสดง FTIR สเปกตรัมของไฮโดรเจล PKA ที่เชื่อมขวางด้วย MBA ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (O-H stretching) ปรากฏที่เลขคลื่น $3640-3000\text{ cm}^{-1}$ หมู่แอลคิล (C-H stretching) ของไวนิลพอลิเมอร์ปรากฏที่เลขคลื่น 2940 cm^{-1} และหมู่คาร์บอนิล (C=O stretching) ของเอสเทอร์ และเอไมด์ ปรากฏที่เลขคลื่น 1745 cm^{-1} จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นยืนยันได้ว่าสามารถสังเคราะห์ไฮโดรเจล PKA ได้สำเร็จ



ภาพที่ 2 ปฏิกริยาการสังเคราะห์ไฮโดรเจล PKA

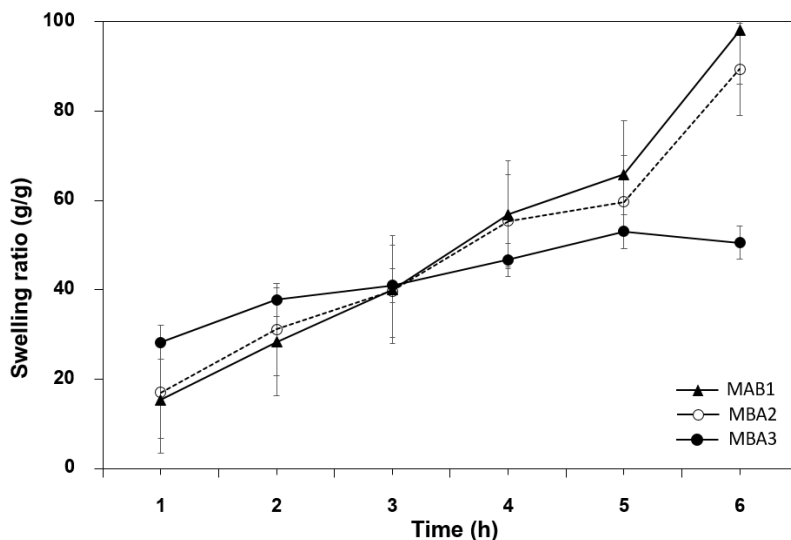


ภาพที่ 3 FTIR spectra ของไฮโดรเจล PKA ที่เชื่อมขวางด้วย MBA (a) 0.1 มิลลิโมล (b) 0.2 มิลลิโมล และ (c) 0.4 มิลลิโมล

2. การวิเคราะห์สมบัติการดูดซึมน้ำของพอลิโพแทสเซียมอะคริเลตไฮโดรเจล

จากภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการบวมตัวในน้ำกับเวลาของไฮโดรเจล PKA ที่เชื่อมขวางด้วย MBA ความเข้มข้นต่าง ๆ จากผลการทดลองพบว่า ไฮโดรเจล PKA ทั้ง 3 ชนิด มีความสามารถในการดูดซึมน้ำที่แตกต่างกัน โดยไฮโดรเจลที่มี MBA1 (0.1 มิลลิโมล) มีอัตราส่วนการดูดซึมน้ำสูงสุด เท่ากับ 98.1 ± 6.54 กรัมของน้ำ/กรัมของไฮโดรเจลแห้ง รองลงมาเป็นไฮโดรเจลที่มี MBA2 (0.2 มิลลิโมล) มีอัตราส่วนการดูดซึมน้ำเท่ากับ 89.4 ± 6.70 กรัมของน้ำ/กรัมของไฮโดรเจลแห้ง และ MBA3 (0.4 มิลลิโมล) มีอัตราส่วนการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด เท่ากับ 50.5 ± 3.42 กรัมของน้ำ/กรัมของไฮโดรเจลแห้ง ตามลำดับ สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อสารเชื่อมขวางมีความเข้มข้นมาก ทำให้สายโซ่พอลิเมอร์เกิดการเชื่อมขวางกันเป็นโครงร่างตาข่ายได้มาก โครงสร้าง

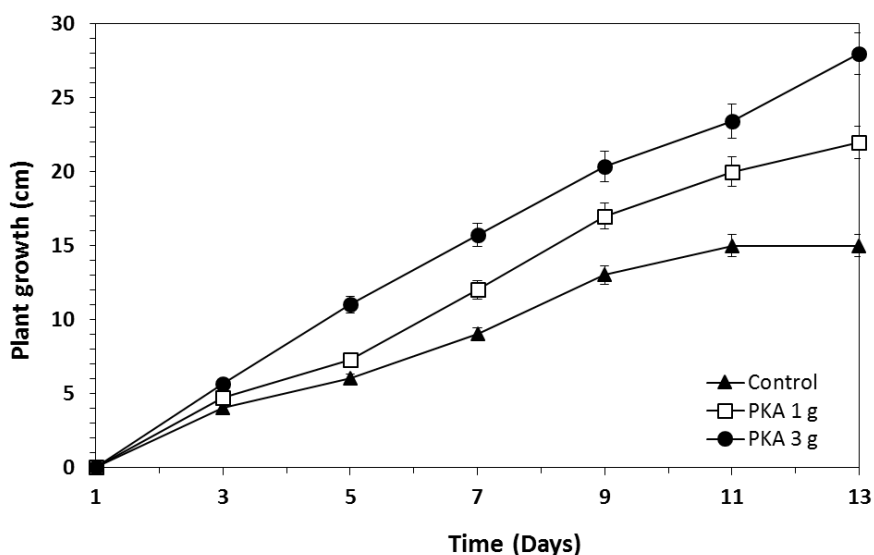
จึงมีความหนาแน่นสูง ส่งผลให้โมเลกุลของน้ำแทรกตัวเข้าไปในโครงร่างตาข่ายได้น้อย อัตราส่วนการดูดซึมน้ำที่ได้จึงมีปริมาณน้อยตาม [9, 11, 17] จากผลการทดลองที่ได้จึงเลือกใช้ไฮโดรเจล PKA ที่มี MBA1 (0.1 มิลลิโมล) ในการศึกษาการเจริญเติบโตของพืช



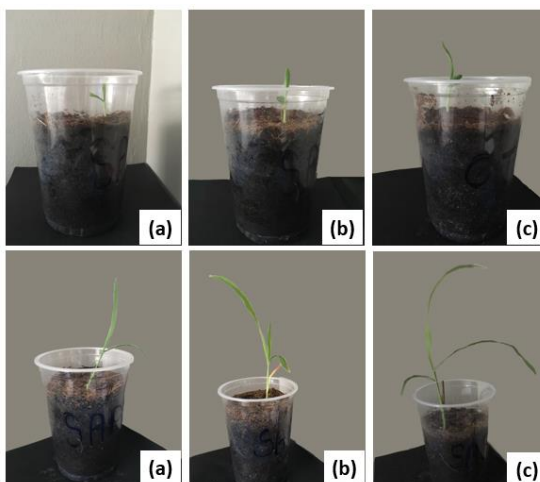
ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมน้ำของไฮโดรเจล PKA ที่มี MBA ความเข้มข้นต่าง ๆ กับเวลา (ชั่วโมง)

3. การทดสอบการปลูกพืชโดยใช้พอลิโพแทสเซียมอะคริเลตไฮโดรเจล

จากการทดสอบนำไฮโดรเจล PKA ไปใช้ปลูกต้นข้าวโพด โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 ชุดควบคุม (control) ชุดที่ 2 ไฮโดรเจล PKA แห่ง 1 กรัม และชุดที่ 3 ไฮโดรเจล PKA แห่ง 3 กรัม ให้น้ำแต่ละชุดการทดลองเพียงครั้งเดียว จากนั้นปล่อยให้ต้นข้าวโพดเจริญเติบโตเองโดยไม่ต้องรดน้ำอีกเป็นเวลา 13 วัน จากภาพที่ 5 และภาพที่ 6 แสดงการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดที่ระยะเวลาต่าง ๆ พบว่า ชุดที่ 3 มีความสูงของลำต้นข้าวโพดมากที่สุด รองลงมาคือ ชุดที่ 2 และชุดที่ 1 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้ไฮโดรเจล PKA สามารถช่วยให้เมล็ดข้าวโพดสามารถเจริญเติบโตได้แม้อยู่ในสภาวะที่ขาดน้ำเป็นเวลา 13 วัน นอกจากนี้ปริมาณของไฮโดรเจลที่ใช้ยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพด



ภาพที่ 5 อัตราการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดที่ระยะเวลาต่าง ๆ



ภาพที่ 6 การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดในวันที่ 3 และวันที่ 13: (a) ชุดควบคุม (b) ชุดที่ 2 และ (b) ชุดที่ 3

จากตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินแต่ละชั้น พบว่า ในช่วงเวลา 5 วันแรกของการเพาะปลูก เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินชั้นบนสุดในชุดที่ 1 มีค่ามากที่สุด ส่วนชุดที่ 2 และชุดที่ 3 ดินมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงประมาณ 50% ของค่าความชื้นเริ่มต้น คาดว่าเกิดจากไฮโดรเจลดูดความชื้นจากดินเข้าไปภายในโครงสร้าง จึงส่งผลให้ดินมีค่าความชื้นลดลง ส่วนเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินชั้นกลาง และดินชั้นล่างในชุดที่ 1-3 มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

เมื่อเข้าสู่วันที่ 7-13 ของการเพาะปลูก พบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินชั้นบนสุดในชุดที่ 1 มีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีการระเหยของน้ำที่อยู่บนผิวดิน ส่วนชุดที่ 2 และชุดที่ 3 มีค่าความชื้นคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากมีไฮโดรเจลดูดซับความชื้นของน้ำในดินไว้ ทำให้สามารถเก็บความชื้นไว้ได้มากกว่าดินที่ไม่มีไฮโดรเจล เนื่องจากไฮโดรเจลมีลักษณะเป็นโครงร่างตาข่ายสามมิติ จึงมีความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ในโครงสร้างได้ และเมื่อความชื้นภายนอกลดลง โมเลกุลของน้ำที่อยู่ภายในโครงสร้างจะค่อย ๆ ถูกปลดปล่อยออกมา

ทำให้ความชื้นของดินชุดที่ 2 และชุดที่ 3 มีค่าคงที่ นอกจากนี้ยังพบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินชั้นกลาง และดินชั้นล่างในชุดที่ 1 มีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนชุดที่ 2 และชุดที่ 3 มีค่าความชื้นคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%Soil moisture) ของดินในแต่ละชั้น

เวลา (วัน)	%ความชื้นของดิน								
	ชั้นบน			ชั้นกลาง			ชั้นล่าง		
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3
1	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0
3	8.9±1.2	6.1±1.4	5.5±1.9	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0
5	7.5±1.5	4.8±1.4	4.8±1.2	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0
7	6.2±1.6	4.3±1.5	4.6±1.3	8.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0
9	3.6±1.5	5.5±1.6	5.5±1.4	6.4±1.5	9.3±1.6	9.9±0.0	7.9±0.0	9.9±0.0	9.9±0.0
11	2.5±1.3	4.3±0.6	4.3±1.7	4.5±1.6	8.4±0.9	9.9±0.0	6.3±0.6	9.9±0.0	9.9±0.0
13	0.5±1.0	4.0±1.4	5.5±0.5	2.7±1.5	7.9±0.6	9.9±0.0	5.3±2.0	9.5±0.7	9.9±0.0

อภิปรายผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาไฮโดรเจลดูดซึมน้ำที่ยืดหยุ่นเพื่อใช้เป็นวัสดุกักเก็บน้ำสำหรับการเพาะปลูกพืชในหน้าแล้ง โพลีโพแทสเซียมอะคริเลตไฮโดรเจลมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ดี ผู้วิจัยคาดว่าไฮโดรเจลจากโพลีโพแทสเซียมอะคริเลตจะมีประสิทธิภาพเพียงพอในการกักเก็บน้ำเพื่อนำมาแก้ไขปัญหการเพาะปลูกพืชในหน้าแล้ง

โพลีโพแทสเซียมอะคริเลตไฮโดรเจลสามารถเตรียมจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบอนุโมลอิสระโดยใช้โพแทสเซียมอะคริเลตเป็นมอนอเมอร์ โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตทำหน้าที่เป็นตัวริเริ่มปฏิกิริยา และใช้เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ (เอ็มบีเอ) เป็นสารเชื่อมขวาง ทำการทดลองภายใต้สภาวะแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที เมื่อนำไปวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีด้วยเทคนิค FTIR spectroscopy พบว่าปรากฏหมู่ฟังก์ชันเอไมด์ในโครงสร้าง ทำให้ยืนยันได้ว่าสามารถสังเคราะห์ไฮโดรเจล PKA ได้สำเร็จ การทดสอบสมบัติการดูดซึมน้ำของไฮโดรเจล PKA ที่มีปริมาณสารเชื่อมขวางแตกต่างกัน พบว่า เมื่อมีปริมาณสารเชื่อมขวางมากส่งผลให้การดูดซึมน้ำลดลง เนื่องจากโครงสร้างของไฮโดรเจลมีการเชื่อมขวางกันด้วยพันธะโควาเลนต์ที่มีความหนาแน่นมากขึ้น การใช้เอ็มบีเอ 0.1 มิลลิโมล ให้ค่าการดูดซึมน้ำสูงที่สุดเท่ากับ 98.1 กรัม/กรัมไฮโดรเจลแห้ง จากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวโพดโดยการวัดความสูงของต้นข้าวโพด และเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน พบว่าต้นข้าวโพดที่ใช้ดินผสมกับไฮโดรเจลมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าชุดควบคุมที่ใช้ดินในการเพาะปลูกอย่างเดียว โดยชุดที่ 3 ไฮโดรเจล PKA 3 กรัม ให้อัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด เนื่องจากมีปริมาณไฮโดรเจลมากที่สุด เนื่องจากสมบัติการกักเก็บน้ำของไฮโดรเจล และยังสามารถเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ดินแม้ว่าจะไม่ได้รดน้ำเป็นเวลา 13 วัน มีแนวโน้มนำไปประยุกต์ใช้ผสมในวัสดุปลูกพืชได้

สรุปผลการวิจัย

พอลิโพแทสเซียมอะคริเลตไฮโดรเจลสามารถเตรียมได้จากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบอนุโมลอิสระโดยใช้โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตเป็นตัวริเริ่มปฏิกิริยา และใช้เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ (เอ็มบีเอ) เป็นสารเชื่อมขวางจากการวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของไฮโดรเจล PKA ด้วยเทคนิค FTIR spectroscopy ทำให้สามารถยืนยันได้ว่าประสบความสำเร็จในการเตรียมไฮโดรเจล การทดสอบสมบัติการดูดซึมน้ำพบว่าเมื่อปริมาณของสารเชื่อมขวางเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำลดลง การใช้เอ็มบีเอ 0.1 มิลลิโมล ให้ค่าการดูดซึมน้ำสูงที่สุด จากการทดสอบการปลูกต้นข้าวโพดพบว่าการใช้ไฮโดรเจล PKA 3 กรัม ให้อัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด และยังสามารถเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ดินได้ดีแม้อยู่ในสภาวะที่ขาดน้ำ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Marketeer. (2561, กรกฎาคม). อนาคตเกษตรในไทยแลนด์ 4.0. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2561 จาก <https://marketeeronline.co/archives/7375>
- [2] ศรยุทธ เทียนสี. (2559, กุมภาพันธ์). ผลกระทบภัยแล้ง. สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2561 จาก <https://www.citizenthaipbs.net/node/5989>.
- [3] Ahmed, E. M. (2015, March). Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. *Journal of Advanced Research*. 6 (2): 105-121.
- [4] Zohuriaan-Mehr, M. J.; Kabiri, K. (2008, June). Superabsorbent polymer materials: A review. *Iranian Polymer Journal*. 17 (6): 451-477.
- [5] Abedi-Koupai, J.; Sohrab, F.; Swarbrick, G. (2008, February). Evaluation of hydrogel application on soil water retention characteristics. *Journal of Plant Nutrition*. 31 (2): 317-331.
- [6] Chu, M.; Zhu, S. Q.; Li, H. M.; Huang, Z. B. (2006, September). Synthesis of poly(acrylic acid)/sodium humate superabsorbent composite for agricultural use. *Applied Polymer Science*. 102 (6): 5137-5143.
- [7] Kabiri, K.; Zohuriaan-Mehr, M. J. (2003, June). Superabsorbent hydrogel composites. *Polymer for advanced technology*. 2003, 14 (6): 438-444.
- [8] Raju, K. M.; Raju, M.P.; Mohan, Y. M. (2003, April). Synthesis of superabsorbent copolymers as water manageable materials. *Polymer International*. 52 (5): 768-772.
- [9] Cheng, D.; Liu, Y.; Yang, G.; Zhang, A. (2018, May). Water- and Fertilizer-Integrated Hydrogel Derived from the Polymerization of Acrylic Acid and Urea as a Slow-Release N Fertilizer and Water Retention in Agriculture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 66 (23): 5762-5769.
- [10] Oksińska, M. P.; Magnucka, E. G.; Lejcuś, K.; Jakubiak-Marcinkowska, A.; Ronka, S.; Trochimczuk, A. W.; Pietr, S. J. (2019, January). Colonization and biodegradation of the cross-linked potassium polyacrylate component of water absorbing geocomposite by soil microorganisms. *Applied Soil Ecology*. 133: 114-123.
- [11] Gonçalves, A. A. L.; Fonseca, A. C.; Fabela, I. G. P.; Coelho, J. F. J.; Serra, A. C. (2015, January). Synthesis and characterization of high-performance superabsorbent hydrogels using bis[2 - (methacryloyloxy)ethyl] phosphate as crosslinker. *eXPRESS Polymer Letters*. 10 (3): 248-258.

- [12] Liu, X.; Chan, Z. (2015, December). Application of potassium polyacrylate increases soil water status and improves growth of bermudagrass (*Cynodon dactylon*) under drought stress condition. *Scientia Horticulturae*. 197: 705-711.
- [13] Ravindra, S.; Mulaba-Bafubandi, A. F.; Rajineekanth, V.; Varaprasad, K.; Raju, K. M. (2012, September). Synthesis of Surfactant-Modified Poly(Acrylamide-co-Potassium Acrylate) Hydrogels and Its in vitro Release Studies. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*. 51 (13): 1355-1360.
- [14] Weiqing, R.; Xiaogong, W.; Yanqing, L.; Yuli, H.; Aijie, N. (2006, April). Superabsorbent hydrogel of acrylic acid/potassium acrylate copolymers by ultraviolet photopolymerization: Synthesis and properties. *Journal of Apply Polymer Science*. 101 (2): 1181-1187.
- [15] Ali, S.M.; Zaidi, S. A. R. (2005, September). Synthesis of copolymeric acrylamide/potassium acrylate hydrogels blended with poly(vinyl alcohol): Effect of crosslinking and the amount of poly(vinyl alcohol) on swelling behavior. *Journal of Apply Polymer Science*. 98 (5): 1927-1931.
- [16] Oksińska, M.P.; Magnucka, E.G.; Lejcuś, K.; Pietr, S.J. (2016, March). Biodegradation of the cross-linked copolymer of acrylamide and potassium acrylate by soil bacteria. *Environmental Science and Pollution Research*. 23 (6): 5969-5977.
- [17] Liu, J.; Li, Q.; Su, Y.; Yue, Q.; Gao, B.; Wang, R. (2013, April). Synthesis of wheat straw cellulose-g-poly(potassium acrylate)/PVA semi-IPNs superabsorbent resin. *Carbohydrate Polymers*. 94 (1): 539-546.
- [18] Lu, S.; Duan, M.; Lin, S. (2003, May). Synthesis of superabsorbent starch-graft-poly(potassium acrylate-co-acrylamide) and its properties. *Journal of Apply Polymer Science*. 88 (6): 1536-1542.

**RANC15-075 ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิค
ผังกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการทำโครงงานและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ของนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต**

**RESULT OF PROJECT-BASED LEARNING MANAGEMENT TOGETHER USING
GRAPHIC ORGANIZERS TECHNIQUES AFFECTING THE PROJECT ABILITY AND
CRITICAL THINKING STUDENTS OF EARLY CHILDHOOD SUAN DUSIT
UNIVERSITY**

จิราภรณ์ ยกอินทร์*

*Jiraporn Yokin**

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

Faculty of Education, Suan Dusit University.

*Corresponding author, E-mail: jiraporn_yok@dusit.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา และเพื่อศึกษาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งนครนายก จำนวน 18 คน โดยใช้แผนการทดลองแบบกลุ่มเดียว ซึ่งมีการทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษาแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าดัชนีประสิทธิผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า 1) ความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก คะแนนค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 16.90 คิดเป็นร้อยละ 84.44 อยู่ระหว่างระดับดีเยี่ยม - ระดับดี ซึ่งผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา มีค่าดัชนีประสิทธิผลของคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 68 2) ความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก คะแนนค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 28.83 คิดเป็นร้อยละ 80.09 อยู่ระหว่างระดับดีเยี่ยม - ระดับพอใช้ซึ่งผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา มีค่าดัชนีประสิทธิผลของคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 60

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เทคนิคผังกราฟิก ความสามารถในการทำโครงงาน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Abstract

This research aims to study students' ability performed projects and studied the students' critical thinking abilities were managed by using project-based learning together with using of graphical techniques. A sample group was student of early childhood education 3rd year, faculty of education, Suan Dusit University, Nakhon Nayok campus amount 18 people. by using a one-group experimental plan with pre-test and post-test and the tools in this activity are learning management plans. Student project ability assessment form student's critical thinking test. The statistics in this data analysis were percentage, mean, and effectiveness index. The results are consist of 1) the ability performed project work of students that has been managed by using project-based learning together with the using of graphical techniques. The overall average score was 16.90 representing 84.44 % appeared excellent - good level. The index of effectiveness is increased by 68%. 2) the students' critical thinking abilities has been managed by using project-based learning together with the using of graphical techniques. The overall average score was 28.83 representing 80.09 % appeared excellent - fair level that was increases 60% in the index of effectiveness of the score.

Keywords: Project-Based Learning Management, Graphic Organizers Techniques, Project Ability, Critical Thinking

บทนำ

การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project – Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นแค่การสอนทฤษฎีโดยการบรรยายเพียงเท่านั้น แต่กระบวนการจัดการเรียนการสอนจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจากการทำโครงงานตั้งแต่การที่ผู้เรียนได้เลือกหัวข้อที่มีความสนใจ การแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ แลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้เนื้อหาและทฤษฎีเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มั่นคง อีกทั้งผู้เรียนจะได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม การมีส่วนร่วม การแสดงความคิดเห็น การใช้กระบวนการคิดขั้นสูงโดยใช้ปัญญาคิดหาเหตุและผล จากการศึกษาวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์และคิดแก้ปัญหา ผู้เรียนจะสามารถได้คิดอย่างกว้างขวางลึกซึ้ง ซึ่งที่เรียกว่า คิดอย่างมีวิจารณญาณ [1] และเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีเหตุผล และสามารถค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองอีกวิธีการหนึ่งคือการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ตามทฤษฎีการเรียนรู้ธอร์นไคค์ [2] ที่อธิบายได้ว่าผู้เรียนจะเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งหมดทั้งความรู้เดิมและความรู้ใหม่อย่างสมเหตุสมผล รณชัย จันท์แก้ว [3] กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้อาศัยกระบวนการทางสมองเป็นหลักหากต้องการให้สมองทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพควรจัดระบบระเบียบของข้อมูลหาความคิดหลักและความคิดรองเชื่อมโยงสัมพันธ์กันเป็นหมวดหมู่เพื่อให้ง่ายต่อการจดจำและทำความเข้าใจจะสามารถส่งเสริมให้สมองสามารถทำงานได้ดียิ่งขึ้นซึ่งการสร้างผังกราฟิกจะต้องสร้างขึ้นโดยอาศัยการทำงานประสานกันของสมองทั้งสองซีก ซีกขวามีความคิดเกี่ยวกับภาพสัญลักษณ์จินตนาการและซีกซ้ายเป็นการใช้เหตุผลและการคิดเชิงตรรกะ [4] ผังกราฟิกนั้นเป็นการจัดกลุ่มจัดระบบเชื่อมโยงความคิดซึ่งได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับการทำงานของสมองที่ประกอบไปด้วยสี่การสร้างภาพความมีมิติสัญลักษณ์ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งที่สามารถพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้เป็นระบบระเบียบเชื่อมโยงความสัมพันธ์ที่ชัดเจน

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกผู้เรียนมิได้ถูกจำกัดอยู่เพียงแต่ผู้เรียนเรียนรู้เข้าใจและจำได้เท่านั้นแต่จะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติการทำงานกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นและการสรุปสาระการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืนถาวร และยังกระตุ้นและสร้างพัฒนาการทางสมองในการทำงานอย่างเป็นระบบ สายใยของประสาทที่เจริญเติบโตในสมอง หากยิ่งได้รับการกระตุ้นก็จะยิ่งเพิ่มเส้นใยใหญ่ขยายเป็นรากฝอยออกมายิ่งทำให้ฉลาดมากยิ่งขึ้นผู้เรียนจะได้เชื่อมโยงการเรียนรู้ต่างๆ รู้จักเลือกใช้แหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ได้วางแผนการดำเนินงาน ลงมือปฏิบัติตามแผนงาน ทบทวนงาน และการนำเสนองาน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุถึงเป้าหมายการเรียนรู้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา และเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก
2. เพื่อศึกษาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา และเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร / กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ในวิชาการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองและชุมชนในการจัดการศึกษาปฐมวัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 97 คน

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือก ดังนี้ เป็นนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง นครนายก ที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองและชุมชนในการจัดการศึกษาปฐมวัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 18 คน

เครื่องมือในการวิจัย

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก ของรายวิชาการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองและชุมชนในการจัดการศึกษาปฐมวัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563
- 2) แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา ในรายวิชาการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองและชุมชนในการจัดการศึกษาปฐมวัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563
- 3) แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา ในรายวิชาการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองและชุมชนในการจัดการศึกษาปฐมวัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก ของรายวิชาการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองและชุมชนในการจัดการศึกษาปฐมวัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ดังนี้

- 1) ปฐมนิเทศผู้เรียนก่อนการทดลอง โดยอธิบายเนื้อหาวิชาจุดประสงค์และเป้าหมายของรายวิชา เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล
- 2) ดำเนินการทดลอง โดยทำการประเมินความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษาด้วยแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา และทดสอบความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ของนักศึกษาด้วยแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา แล้วบันทึกผลไว้เป็นคะแนนก่อนเรียน สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

3) ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก ของรายวิชาการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองและชุมชนในการจัดการศึกษาปฐมวัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 กับกลุ่มตัวอย่าง ใช้ระยะเวลา 15 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง

4) เมื่อสิ้นสุดการดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิค ผังกราฟิกแล้ว จึงทำการประเมินความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา ด้วยแบบประเมินความสามารถ ในการทำโครงงานของนักศึกษา และทดสอบความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา ด้วยแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาชุดเดียวกัน

5) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์ผลจากแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงาน ของนักศึกษา และตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา และความสามารถทางการคิดอย่างมี วิจารณญาณของนักศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก โดยหาค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) แล้วนำมาเทียบกับช่วงระดับคะแนน ในระบบอิงเกณฑ์ ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต (2562)

2) การเปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา และความสามารถทางการคิดอย่างมี วิจารณญาณของนักศึกษา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิค ผังกราฟิก โดยหาค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา และเปรียบเทียบคะแนน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก

การศึกษาความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน เป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกของนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 18 คน โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บ รวบรวมข้อมูลด้วยแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการประเมิน ความสามารถในการทำโครงงาน 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้ความเข้าใจ 2) ด้านความคิดสร้างสรรค์ 3) ด้านทักษะการปฏิบัติงาน 4) ด้านการนำเสนอผลงาน แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ แล้วนำมาเทียบกับช่วงระดับคะแนน ในระบบอิงเกณฑ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต (2562) ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วม การใช้เทคนิคผังกราฟิกจำแนกตามระดับคะแนน

ค่าคะแนน ร้อยละ	ระดับผลการ ประเมิน	ก่อนการจัดการเรียนรู้		หลังการจัดการเรียนรู้	
		จำนวนนักศึกษา	ค่าร้อยละ	จำนวนนักศึกษา	ค่าร้อยละ
80 - 100	ดีเยี่ยม	-	-	9	50.00
79 - 84	ดีมาก	-	-	6	33.33
73 - 78	ดี	-	-	3	16.67
67 - 72	ดีพอใช้	2	11.11	-	-

ค่าคะแนน ร้อยละ	ระดับผลการ ประเมิน	ก่อนการจัดการเรียนรู้		หลังการจัดการเรียนรู้	
		จำนวนนักศึกษา	ค่าร้อยละ	จำนวนนักศึกษา	ค่าร้อยละ
61 – 66	พอใช้	5	27.78	-	-
55 – 60	อ่อน	6	33.33	-	-
50 – 54	อ่อนมาก	5	27.78	-	-
รวม		18	100	18	100

จากตารางที่ 1 ระดับความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา จำนวนทั้งหมด 18 คน พบว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก จำนวนนักศึกษาที่มีความสามารถในการทำโครงงานเรียงตามลำดับเกณฑ์การประเมินดังนี้ นักศึกษาที่มีความสามารถในการทำโครงงานในระดับดีพอใช้ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 ระดับพอใช้ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 27.78 ระดับอ่อน จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และระดับอ่อนมาก จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 27.78 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก จำนวนนักศึกษาที่มีความสามารถในการทำโครงงานเรียงตามลำดับเกณฑ์การประเมินดังนี้ นักศึกษาที่มีความสามารถในการทำโครงงานในระดับดีเยี่ยม จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ระดับดีมาก จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และระดับดี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67

ตารางที่ 2 ความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกจำแนกตามความสามารถรายด้าน

ความสามารถ ในการทำโครงงาน	ก่อนการจัดการเรียนรู้			หลังการจัดการเรียนรู้		
	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	ระดับ	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	ระดับ
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	3.06	61.20	พอใช้	3.94	78.80	ดี
2. ด้านความคิดสร้างสรรค์	2.72	54.40	อ่อนมาก	4.28	85.60	ดีเยี่ยม
3. ด้านทักษะการปฏิบัติงาน	2.78	55.60	อ่อน	3.78	75.60	ดี
4. ด้านการนำเสนอผลงาน	2.83	56.60	อ่อน	4.78	95.60	ดีเยี่ยม
รวม	2.85	57.00	อ่อน	4.19	83.80	ดีมาก

จากตารางที่ 2 ความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยภาพรวม ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 2.85 คิดเป็นร้อยละ 57.00 อยู่ในระดับอ่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.19 คิดเป็นร้อยละ 83.30 อยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่าความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษาด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการนำเสนอผลงานมีค่าเฉลี่ย 4.78 คิดเป็นร้อยละ 95.60 อยู่ในระดับดีเยี่ยม รองลงมา คือ ด้านความคิดสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ย 4.28 คิดเป็นร้อยละ 85.60 อยู่ในระดับดีเยี่ยม และน้อยที่สุด คือ ด้านทักษะการปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ย 3.78 คิดเป็นร้อยละ 75.60 อยู่ในระดับดี

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของคะแนนความสามารถในการทำโครงการของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก

จำนวนนักศึกษา	คะแนนเต็ม	ร้อยละของผลรวม (ก่อนเรียน)	ร้อยละของผลรวม (หลังเรียน)	ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
18	20	57.50	84.44	0.63

จากตารางที่ 3 เมื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลคะแนนความสามารถในการทำโครงการของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก จำนวน 18 คน ที่ทำการวัดด้วยแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการของนักศึกษามีค่าดัชนีประสิทธิผลของความก้าวหน้าทางพัฒนาการเรียนรู้เท่ากับ 0.63 หรือคิดเป็นร้อยละ 63 ซึ่งสรุปได้ว่าค่าดัชนีประสิทธิผลของคะแนนความสามารถในการทำโครงการของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกมีคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 68

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา และเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก

การศึกษาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกในรายวิชาการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองและชุมชนในการจัดการศึกษาปฐมวัย สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 18 คน โดยผู้วิจัยได้ทำการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 6 ด้าน ได้แก่ 1) การสรุปแบบนัย 2) การให้ความหมาย 3) การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต 4) การสรุปแบบอุปนัย 5) การสรุปโดยการทดสอบสมมติฐานและการทำนาย 6) การนิยามและการระบุข้อสันนิษฐาน แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ และเทียบกับช่วงระดับคะแนนในระบบอิงเกณฑ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต (2562) ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4 ความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก จำแนกตามระดับคะแนน

ค่าคะแนน ร้อยละ	ระดับผลการ ประเมิน	ก่อนการจัดการเรียนรู้		หลังการจัดการเรียนรู้	
		จำนวนนักศึกษา	ค่าร้อยละ	จำนวนนักศึกษา	ค่าร้อยละ
80 - 100	ดีเยี่ยม	-	-	7	38.89
79 - 84	ดีมาก	-	-	3	16.67
73 - 78	ดี	-	-	3	16.67
67 - 72	ดีพอใช้	-	-	2	11.11
61 - 66	พอใช้	2	11.11	3	16.67
55 - 60	อ่อน	3	16.67	-	-
50 - 54	อ่อนมาก	6	33.33	-	-
0 - 49	ไม่ผ่าน	7	38.89	-	-
รวม		18	100	18	100

จากตารางที่ 4 ระดับความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา จำนวนทั้งหมด 18 คน พบว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก จำนวนนักศึกษาที่มีความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณเรียงตามลำดับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ นักศึกษาที่มีความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับพอใช้ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 ระดับอ่อน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 ระดับอ่อนมาก จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 33.89 และระดับไม่ผ่าน จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 38.89 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก จำนวนนักศึกษาที่มีความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณเรียงตามลำดับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ นักศึกษาที่มีความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับดีเยี่ยม จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 38.89 ระดับดีมาก จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 ระดับดี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 ระดับดีพอใช้ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 และระดับพอใช้ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67

ตารางที่ 5 ความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกจำแนกตามความสามารถรายด้าน

ความสามารถทางการคิด อย่างมีวิจารณญาณ	ก่อนการจัดการเรียนรู้			หลังการจัดการเรียนรู้		
	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	ระดับ	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	ระดับ
1) การสรุปแบบนิรนัย	3.00	50.00	อ่อนมาก	4.67	77.83	ดี
2) การให้ความหมาย	3.28	54.67	อ่อนมาก	4.67	77.83	ดี
3) การพิจารณาความน่าเชื่อถือ ของแหล่งข้อมูลและการสังเกต	2.83	47.17	ไม่ผ่าน	4.83	80.50	ดีมาก
4) การสรุปแบบอุปนัย	3.00	50.00	อ่อนมาก	5.17	86.17	ดีเยี่ยม
5) การสรุปโดยการทดสอบ สมมติฐานและการทำนาย	3.33	55.50	อ่อน	5.28	88.00	ดีเยี่ยม
6) การนิยามและการระบุข้อ สันนิษฐาน	2.61	43.50	ไม่ผ่าน	4.22	70.33	พอใช้
รวม	3.01	50.17	อ่อนมาก	4.81	80.17	ดีมาก

จากตารางที่ 5 ความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 3.01 คิดเป็นร้อยละ 50.17 อยู่ในระดับอ่อนมาก และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.81 คิดเป็นร้อยละ 80.17 อยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่าความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การสรุปโดยการทดสอบสมมติฐานและการทำนาย มีค่าเฉลี่ย 5.28 คิดเป็นร้อยละ 88.00 อยู่ในระดับดีเยี่ยม รองลงมา คือ การสรุปแบบอุปนัย มีค่าเฉลี่ย 5.17 คิดเป็นร้อยละ 86.17 อยู่ในระดับดีเยี่ยม และน้อยที่สุด คือการนิยามและการระบุข้อสันนิษฐาน มีค่าเฉลี่ย 4.22 คิดเป็นร้อยละ 70.33 อยู่ในระดับพอใช้

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของคะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก

จำนวน นักศึกษา	คะแนนเต็ม	ร้อยละของผลรวม (ก่อนเรียน)	ร้อยละของผลรวม (หลังเรียน)	ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
18	36	50.15	80.09	0.60

จากตารางที่ 6 เมื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลคะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก จำนวน 18 คน
ที่ทำการวัดด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษามีค่าดัชนีประสิทธิผล
ของความก้าวหน้าทางพัฒนาการเรียนรู้เท่ากับ 0.60 หรือคิดเป็นร้อยละ 60 ซึ่งสรุปได้ว่าค่าดัชนีประสิทธิผล
ของคะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน
เป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก มีคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 60

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อ
ความสามารถในการทำโครงงานและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ซึ่งผู้เรียนมีค่าดัชนีประสิทธิผลของคะแนนความสามารถในการทำโครงงาน ความสามารถ
ทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานผู้เรียนได้เป็นผู้ลงมือปฏิบัติ
ด้วยตนเองเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่เป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ผู้เรียนได้ทดลอง
ทำปฏิบัติ เสาะหาข้อมูล จัดระเบียบข้อมูล พิจารณาหาข้อสรุป ค้นคว้าหาวิธีการ กระบวนการด้วยตนเอง
หรือร่วมกันเป็นกลุ่ม เน้นให้ผู้เรียนมีอิสระในการศึกษาหาความรู้ตามหลักประชาธิปไตยให้ผู้เรียนได้รู้จัก
การทำงานร่วมกับผู้อื่น อีกทั้งผู้เรียนยังได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูงในการคิดการวิเคราะห์ คิดการสังเคราะห์
และคิดประเมินค่า ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ของตนเอง เมื่อนำมาใช้ร่วมกับการ
จัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้นและจดจำ
ได้นาน และผังกราฟิกยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบระเบียบในรูปแบบต่าง ๆ
ผลที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก จึงสามารถอภิปรายได้ ดังนี้

1) ความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก แบ่งออกเป็น 4 ด้าน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1) ด้านความรู้ความเข้าใจ จากการประเมินความสามารถในการทำโครงการของนักศึกษาพบว่า
หลังการจัดการเรียนรู้พบว่าอยู่ในระดับดี ซึ่งสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับสิทธิพล อาจินทร์
และธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์ [5] พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้โครงการเป็นฐานสูงกว่า
เกณฑ์ที่กำหนดไว้ อีกทั้งยังมีจำนวนนักศึกษาที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดด้วยซึ่งผู้วิจัย
พบว่า ผู้เรียนมีทักษะการค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับหัวข้อการจัดโครงการ โดยบูรณาการสาระการเรียนรู้ในรายวิชา
ต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในโครงงาน เช่น การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ กิจกรรมวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมภาษาอังกฤษ
ผู้เรียนจะสามารถเข้าใจหลักการจัดโครงการ และสามารถอธิบายความสำคัญของการจัดโครงการให้ผู้อื่นเข้าใจได้
ผู้เรียนจะสามารถกำหนดกลุ่มเป้าหมายได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์โครงการได้อย่างแม่นยำ นำไปสู่การวางแผน
ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการได้อย่างเหมาะสมซึ่งสอดคล้องกับพัชรี ผลโยธิน [6] กล่าวว่าการสอนแบบ

โครงการ คือ วิธีการหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการสืบค้นหาข้อมูลอย่างลึกในหัวเรื่องเฉพาะที่สนใจ หัวเรื่องที่ถูกละเลือกควรมีความหมายต่อชีวิตต่อตัวเด็ก ครูสามารถ บูรณาการเนื้อหา เช่น คณิตศาสตร์ การอ่าน หรือวิทยาศาสตร์ ฯลฯ ในการทำโครงการของเด็กได้ด้วย ทั้งนี้ลักษณะเด่นของโครงการคือ การค้นหาคำตอบ จากเด็กและเด็กร่วมกับครู เด็กมีโอกาสที่จะวางแผนสืบค้นหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ช่วยเหลือในการทำ โครงการของเด็กจะร่วมกันวางแผนศึกษาสถานที่ต่าง ๆ สัมภาษณ์เด็ก รู้จักการแก้ปัญหาและแลกเปลี่ยนสิ่งที่เด็ก เรียนรู้กับผู้อื่น

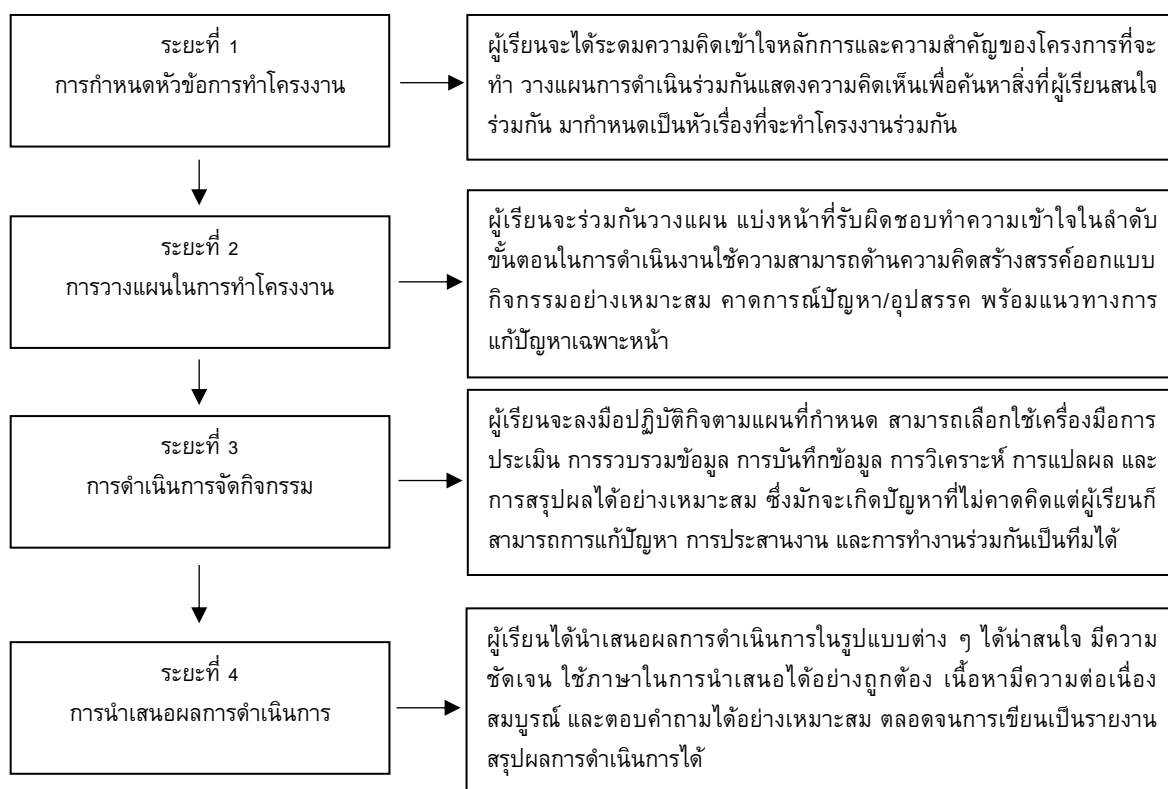
1.2) ด้านความคิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนได้เสนอแนวคิดในการจัดโครงการอย่างหลากหลาย เมื่อหัวข้อ ได้รับการคัดเลือกแล้ว ผู้สอนจะนำเข้าสู่การเริ่มต้นด้วยการสร้างแผนภูมิความคิด (Concept Map) โดยใช้การ ระดมสมองเพื่อวางแผนการดำเนินการ กำหนดวัตถุประสงค์โครงการให้มีความน่าสนใจ ออกแบบกิจกรรมในการ จัดโครงการ กำหนดสื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ และออกแบบการประเมินโครงการ โดยใช้วิธีการประเมิน ที่หลากหลาย จากการที่ผู้เรียนสามารถคิดจินตนาการประยุกต์สิ่งต่าง ๆ ที่สามารถนำไปสู่แนวทางใหม่ ๆ ทั้งทางเทคโนโลยี อาจเป็นความคิดหลากหลาย คิดได้กว้างไกลเน้นทั้งปริมาณและคุณภาพ อาจเกิดจากการคิด ผสมผสานเชื่อมโยงระหว่างความคิดใหม่ ๆ ที่แก้ปัญหาและเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อตนเองและโครงการ ซึ่งสอดคล้องกับ Guilford [7] กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมอง เป็นความสามารถที่จะคิด ได้หลายทิศทางหลายทาง หรือแบบอนกนัยและความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วยความสามารถในการคิด ความคิดยืดหยุ่นและความคิดที่เป็นของตนเองโดยเฉพาะ คนที่มีลักษณะดังกล่าวจะต้องเป็นคนกล้าคิด ไม่กลัวถูกวิพากษ์วิจารณ์และมีอิสระในการคิดด้วย

1.3) ด้านทักษะการปฏิบัติงาน ผู้เรียนจะสามารถดำเนินการจัดโครงการตามแผนที่กำหนดไว้ได้ โดยผู้เรียนสามารถการเลือกใช้กิจกรรม และสื่อที่เหมาะสมกับการจัดโครงการ เมื่อเสร็จสิ้นการดำเนินโครงการ ผู้เรียนสามารถบอกปัญหาที่ก่อนดำเนินโครงการ ระหว่างดำเนินโครงการ และหลังการดำเนินโครงการได้ อธิบายแนวทางการแก้ไขปัญหา และสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสมจากการเรียนรู้ที่จะลองผิด ลองถูก การตัดสินใจจากประสบการณ์เดิม ดังเช่นทฤษฎีของ Edward L. Thorndike [8] ที่กล่าวถึงกฎแห่งความ พร้อม (Law of Readiness) เมื่อบุคคลพร้อมแล้วได้กระทำ ก็จะทำให้เกิดความพึงพอใจ ก็จะเกิดการเรียนรู้ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลองผิดลองถูก เพราะในเรื่องการเรียนรู้ผู้เรียนมีแบบของการเรียนรู้ ได้หลายแบบ การเรียนรู้โดยการลองผิดลองถูกจะทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จริงด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ และค้นพบวิธีเรียนหรือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ตลอดจนทำให้ผู้เรียนเกิดความพอใจ ความสำเร็จและความเชื่อมั่น และอยากเรียนรู้ในโอกาสต่อไปอีกนอกจากนั้น ซึ่งสอดคล้องกับประกิจ ณ สมบูรณ์ [9] ที่ใช้ Project-Based-Learning ตามทฤษฎี Constructionism เพื่อกระตุ้นความสนใจและสนใจในการเรียนของนักศึกษาทำให้นักศึกษา ส่งงานครบทุกชิ้นและส่งภายในเวลาที่กำหนดนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน และยังส่งผล ให้บรรยากาศในชั้นเรียนดีขึ้นในส่วนของทักษะการปฏิบัติงานในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่ออกแบบวิธีการ รวบรวมข้อมูล และการบันทึกข้อมูลที่นำไปสู่ข้อมูลที่สามารถวิเคราะห์ แปลผล และการสรุปผลการดำเนินการ จัดโครงการได้อย่างถูกต้อง ซึ่งในด้านทักษะการปฏิบัติงานนั้นแม้ว่าผู้เรียนจะเป็นผู้ลงมือปฏิบัติตามขั้นตอน ที่กำหนด บันทึกข้อมูล และร่วมกันสรุปผลการดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ ผู้สอนมีหน้าที่สังเกตการทำงาน จดบันทึกพฤติกรรมผู้เรียน ให้ความช่วยเหลือ แก้ปัญหาเมื่อผู้เรียนต้องการคำแนะนำเพิ่มเติม ให้แรงเสริมกำลังใจ อำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่ผู้เรียน

1.4) ด้านการนำเสนอผลงาน ผู้เรียนจะได้เตรียมการนำเสนอผลที่ทำโครงการ จัดแสดงผลงาน โดยการเลือกวิธีการที่หลากหลายอย่างเหมาะสมให้เกิดความน่าสนใจ ชัดเจนและเข้าใจง่าย ในการนำเสนอผลงาน ผู้เรียนสามารถใช้ภาษาในการอภิปรายได้อย่างเหมาะสม จัดเตรียมเนื้อหาในการนำเสนอผลงาน ให้มีความ

ต่อเนื่องสมบูรณ์ ซึ่งผู้สอนอาจให้คำปรึกษาในการเลือกวิธีการนำเสนอ จัดบรรยากาศวิธีการนำเสนอ และการนำเสนอผลการประเมินการทำโครงการงาน ไพฑูริย์ นันตะสุนันท์ และวัลลภา อยู่ทอง [10] ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบกิจกรรม จัดเวลาให้ผู้เรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้นชมผลงานในการทำโครงการ และมีการประเมินผลด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลายในการนำเสนอผู้เรียนยังเปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้ซักถามข้อสงสัย และสามารถตอบคำถามได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนการศึกษารูปแบบการเขียนรายงานที่หลากหลาย สามารถเลือกรูปแบบที่เหมาะสม จัดทำรายงานสรุปผลการดำเนินโครงการตามรูปแบบ โดยผู้สอนให้คำปรึกษาในการเลือกรูปแบบการเขียนรายงาน และสามารถส่งรายงานสรุปผลการดำเนินโครงการตรงตามกำหนดเวลา การให้คำแนะนำผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนคลายความวิตกกังวล ความคับข้องใจ ทำให้สามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ต่อไปได้ อีกทั้งยังไปการสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความสำเร็จในงานอีกด้วย สอดคล้องกับ Burrhus F. Skinner [8] ซึ่งมีหลักการว่า การเรียนรู้เกิดจากการที่บุคคลได้มีการกระทำแล้วได้รับการเสริมแรง และ Guthrie [8] ที่ว่าการเรียนรู้ของเกิดจากความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับ การตอบสนอง ผู้เรียนก็ได้เกิดการเรียนรู้ ตระหนักถึงความแตกต่างของความสำเร็จหรือความล้มเหลว และรู้คุณค่าของสิ่งที่ตนได้สัมผัส เป็นการทำให้ ผู้เรียนได้ปรับตนเองใหม่ในทางที่เหมาะสมต่อไป

2. ความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกนักศึกษาที่มีความสามารถสูงกว่าก่อนการได้รับการจัดกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับศยามน อินสะอาด [11] นักศึกษาที่ได้รับเสริมสร้างความรู้และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีคะแนนทักษะการคิดแบบวิจารณญาณสูงกว่าก่อนทดลอง และธีรวดี ถึงบุตร [12] นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้แผนผังทางปัญญาเพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองโดยการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยแบบออกเป็น 4 ระยะ ดังแผนผังต่อไปนี้



ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้ผู้เรียนได้เกิดการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจำแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำมาแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน การทำงานกลุ่มร่วมกับผู้ที่มีความคิดแตกต่างหลากหลาย ซึ่งการเรียนรู้ทำให้เกิดการสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากผู้เรียนจะต้องสืบค้น รวบรวมข้อมูลหลักฐาน สำหรับการนำเสนอและการโต้แย้ง การประเมิน การวิจารณ์ และการสังเคราะห์ความคิดเห็นเพื่อหาข้อสรุป นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้อย่างช่วยผู้เรียนมีผลการคิดวิเคราะห์วิจารณ์สูงขึ้นทีละขั้น ทีละน้อย [13] การคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านการพิจารณาปัจจัยอย่างกว้างขวางลึกซึ้งและผ่านการถ่วงดุลไตร่ตรองทั้งด้านที่เป็นคุณและเป็นโทษเป็นความคิดได้มาซึ่งความสมเหตุสมผลโดยผู้เรียนสามารถพิจารณาตัดสินความถูกต้อง น่าเชื่อถือของข้อมูล เลือกข้อมูลที่มีความสำคัญได้อย่างถูกต้องและมีการแสวงหาข้อมูล สามารถจำแนกได้ว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นที่ยอมรับก่อนมีการโต้แย้งหรือคาดคะเนไว้ สามารถตัดสินใจได้ว่าข้อเท็จจริงใด สนับสนุน คัดค้านหรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่คาดคะเนไว้ สามารถหาข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ได้โดยอาศัยเหตุผลที่พอเพียง ซึ่งจากลักษณะการแสดงออกของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังกล่าวสอดคล้องกับทักษะทางการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Ennis and Millman [14] ประกอบด้วยทักษะการคิด 6 ด้าน 1) การสรุปแบบนิรนัย หมายถึง ความสามารถในการนำหลักการ แนวคิด ไปสู่การอธิบายข้อสรุปในสถานการณ์ หรือประโยคที่กำหนดให้ โดยนำหลักการใหญ่ไปแตกเป็นหลักการย่อย โดยใช้หลักความสมเหตุสมผล 2) การให้ความหมาย หมายถึง ความสามารถในการพิจารณา และแปลความหมายของสิ่งที่เกิดขึ้น บอกคำเหมือน หรือคำที่มีความหมายคล้ายกันได้ จำแนกและจัดกลุ่มสิ่งที่เหมือนกันได้ สามารถให้นิยามเชิงปฏิบัติการและยกตัวอย่างสิ่งที่ “ใช่” และ “ไม่ใช่” ได้ 3) การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล รายละเอียดของข้อมูลโดยการสังเกตและการแปลความหมายร่วมกับการสังเกต การตัดสินความถูกต้องของข้อมูล ความเป็นไปได้ของข้อความที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเอง 4) การสรุปแบบอุปนัย หมายถึง ความสามารถในรวบรวมรายละเอียด การพิจารณาข้อมูลและสถานการณ์ต่าง ๆ หาเหตุผลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป สามารถตัดสินใจว่าข้อใดเท็จจริง สนับสนุน โต้แย้ง หรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่คาดการณ์ไว้ เป็นการอธิบายเหตุผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นได้ 5) การสรุปโดยการทดสอบสมมติฐานและการทำนาย หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาทางเลือกที่สมเหตุสมผลที่สุดจากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่ เพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบที่สมเหตุสมผล 6) การนิยามและการระบุข้อสันนิษฐาน หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผลเพื่อกำหนดปัญหา ทำข้อตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำ ข้อความและกำหนดเกณฑ์ อธิบายสาเหตุและระบุข้อสันนิษฐานจากนิยามที่กำหนดไว้ เพื่อให้การลงข้อสรุปมีความถูกต้องสมเหตุสมผล

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการทำโครงงานและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษามหาวิทยาลัยสวนดุสิต สรุปผลการวิจัยได้ว่า

1) ความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก นักศึกษาได้คะแนนจากการประเมินความสามารถในการทำโครงงานสูงสุด 18 คะแนน และคะแนนน้อยสุด 15 ค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 16.90 คิดเป็นร้อยละ 84.44 ระดับความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษายู่ระหว่างระดับดีเยี่ยม - ระดับดี

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการทำโครงงานของนักศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก มีค่าดัชนีประสิทธิผลของคะแนนความสามารถในการทำโครงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 68

2) ความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก นักศึกษาได้คะแนนสูงสุด 34 คะแนน และคะแนนน้อยสุด 22 ค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 28.83 คิดเป็นร้อยละ 80.09 ระดับความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอยู่ระหว่างระดับดีเยี่ยม - ระดับพอใช้

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก มีค่าดัชนีประสิทธิผลของคะแนนความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 60

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความร่วมมือของคณะผู้วิจัยและสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิตที่ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ดุษฎี โยเหลา และคณะ. (2557). การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน : จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย. กรุงเทพฯ: หจก. ทิพย์วิสุทธิ์.
- [2] มณฑรา ธรรมบุศย์. (2556). ทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดค์. สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2564, จาก <https://sites.google.com/site/psychologybkc1/home/citwithya-kar-reiyn-ru/thvsdi-kar-reiyn-ru-khng-th-xrn-dikh>
- [3] รณชัย จันท์แก้ว. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนวรรณคดีไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ปัตตานี: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [4] Buzan, T. and Buzan, B. (1997). *The mind map book: Radiant thinking*. London: BBC.
- [5] สิทธิพล อาจอินทร์, และธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์. (2554). การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชาการพัฒนาหลักสูตรสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร 5 ปี. วารสารวิจัย มข. 1(1), 1-16
- [6] พัชรี ผลโยธิน. (2542). การสอนแบบโครงการในการเรียนรู้ของเด็กปฐมวัย (3- 5 ปี): แนวคิดของกลุ่มนักการศึกษา. กรุงเทพฯ: เซเว่น พรินติ้ง กรุ๊ป.
- [7] Guilford, J. P. (1959). *Fundamental Statistics in Psychology and Education*. New York: McGraw-Hill.
- [8] พิจิตรา ชงพานิช. (2560). การจัดการเรียนรู้และการจัดการชั้นเรียน. สืบค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2564, จาก <https://pandogmatic.blogspot.com/2018/02/edward-l-thorndike-edward-l-thorndike-s.html>
- [9] ประกิจ ณ สมบูรณ์. (2551). การสอนวิชาผลิตสื่อเพื่อการท่องเที่ยวโดยใช้ Project-based-learning ตามทฤษฎี Constructionism เพื่อกระตุ้นความสนใจ และจูงใจในการเรียนของนักศึกษา. คณะศิลปศาสตร์. มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น.
- [10] ไพฑูรย์ นันทะสุนนท์, และวัลลภา อยู่ทอง. (2557). การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน. หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- [11] ศยามาน อินสะอาด. (2556). การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ Project Based Learning ในรายวิชาเกมและสถานการณ์จำลองเพื่อการศึกษาสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- [12] ชีรวดี ถังคบุตร. (2552). การพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้แผนผังทาง
ปัญหาเพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาปริญญาบัณฑิต.
วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- [13] ทิศนา แคมมณี. (2547). ศาสตร์การสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [14] ปณิตา วรรณพิรุณ. (2551). การพัฒนารูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก
เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิตปริญญาบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (เทคโนโลยีและสื่อสาร
การศึกษา). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

**RANC15-076 การศึกษาผลการใช้แอปพลิเคชันในแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับ
นักศึกษาของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต**

**STUDY OF THE EFFECTS OF APPLICATIONS IN THE LEARNING MANAGEMENT
PLAN FOR STUDENTS OF SUAN DUSIT UNIVERSITY**

วิญญู สกุลหอม จิระ จิตสุภา อลงกรณ์ เกิดเนตร* เบญจวรรณ กี่สุขพันธ์
Venus skunhom, Jira Jitsupa, Alongkorn Koednet, Benjawan Keesookpun*

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
Faculty of Education, Suan Dusit University.

**Corresponding author, E-mail: alongkorn_koe@dusit.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา 2) สร้างและศึกษาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 คณาจารย์กลุ่มวิชาชีพครู และคณะอนุกรรมการด้านการเรียนรู้และแบ่งปันรูปแบบการสอนและการสอบที่สนับสนุนการจัดการศึกษาออนไลน์เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า แอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา แบ่งออกเป็น 3 ตระกูล ได้แก่ แอปพลิเคชันตระกูล Google แอปพลิเคชันตระกูล Microsoft และแอปพลิเคชันตระกูลอื่นที่เกี่ยวข้อง แผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: แอปพลิเคชัน แผนการจัดการเรียนรู้ นักศึกษามหาวิทยาลัยสวนดุสิต

Abstract

The objectives of research were to 1) study suitable applications for online learning that is consistent with the promotion of teaching and learning 4 competences of the office of higher education standards and evaluation. 2) create and study the effectiveness of an online learning plan for effective learning design and management courses according to 80/80 criteria., and 3) compare academic

achievement and study learners' satisfaction with online learning plan for the learning design and management course. The sample group were students enrolled in the course of learning design and management, semester 2- 2020, faculty members of the teacher profession group, and the learning subcommittee and sharing teaching and exam formats that support online education. The research tools were interview forms about suitable applications for learning management, Learning Management Plan for Learning Design and Management Courses, achievement test, and an assessment of student satisfaction with learning. The results showed that Appropriate application for learning management for design and learning management courses. It is an application that corresponds to the promotion of teaching and learning management, 4competencies of the Office of the Higher Education Commission, divided into 3families: Google family applications, Microsoft family applications, and other related family applications. The online learning management plan for the Design and Application-Based Learning Management course is 80/80effective. The learning achievement of the learners was statistically different at the .01level. And the satisfaction of the learners towards online learning with a learning management plan for the Design and Application-Based Learning Management course was at a high level.

Keywords: Applications, Learning Management Plan, Students of Suan Dusit University

บทนำ

แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 มีเป้าหมายเพื่อผู้เรียนทุกคนได้รับโอกาสและความเสมอภาคในการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพและการเพิ่มโอกาสทางการศึกษาผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษาสำหรับคนทุกช่วงวัย และสนองตอบความต้องการของผู้เรียนและผู้ให้บริการอย่างทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ [1] และยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561-2580) ให้ความสำคัญกับการเตรียมความพร้อมของประชากรให้มีคุณภาพและนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในการพัฒนาประเทศ พัฒนาศักยภาพคนทุกช่วงวัยให้มีคุณภาพ มีความรู้ มีสมรรถนะ และทักษะที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลง สามารถรู้เท่าทันและปรับตัวให้ดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข และให้ความสำคัญกับการส่งเสริมเทคโนโลยีและนวัตกรรมในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้คนไทยได้รับการพัฒนาให้เป็นคนดีเก่ง มีวินัย คำนึงถึงผลประโยชน์ส่วนรวมและมีศักยภาพในการคิดวิเคราะห์สามารถ “รู้รับ ปรับใช้” เทคโนโลยีใหม่ได้อย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมุ่งเน้นผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้และมีใจใฝ่เรียนรู้ตลอดเวลา มีการออกแบบระบบการเรียนรู้ใหม่ การเปลี่ยนบทบาทครูให้เป็นครูยุคใหม่โดยปรับบทบาทจาก “ครูสอน” เป็น “โค้ช” หรือ “ผู้อำนวยการการเรียนรู้” ทำหน้าที่กระตุ้น สร้างแรงบันดาลใจ และนำวิธีเรียนรู้และวิธีจัดระเบียบการสร้างความรู้ ออกแบบกิจกรรมและสร้างนวัตกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียน และมีบทบาทเป็นนักวิจัยพัฒนากระบวนการเรียนรู้เพื่อผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน [2] และนโยบายสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2563 ก็ได้กำหนดวิสัยทัศน์ “สร้างคุณภาพทุนมนุษย์ สู้สังคมอนาคตที่ยั่งยืน” และพัฒนาระบบการบริหารจัดการศึกษาทุกระดับโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อพัฒนามุ่งสู่ Thailand 4.0 และมีเป้าหมายในการใช้งานวิจัยด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมในการขับเคลื่อนคุณภาพการศึกษา [3] ส่วนสถาบันคลังปัญญาด้านยุทธศาสตร์ชาติ [4] ได้เสนอนโยบายการปฏิรูปด้านการศึกษาของไทยว่าควรสร้างการศึกษาพื้นฐานให้ได้มาตรฐานและมีประสิทธิภาพ โดยสร้างเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในยุค 4.0 ที่มีพื้นฐานจาก Know How ซึ่งจะเป็นการทำการศึกษาที่มีอยู่เดิมมีประสิทธิภาพและได้มาตรฐาน เด็กก็จะสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีได้และใช้เทคโนโลยีในการสร้างการเปลี่ยนแปลงจากภายนอกระบบ เช่น การจัดทำหลักสูตรวิชาพื้นฐานเข้าสู่ระบบออนไลน์ โดยให้นักเรียนทั่วประเทศสามารถเข้าถึงความรู้ได้ เป็นต้น

นอกจากนี้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา [5] ได้นำเสนอวิธีการจัดการเรียนการสอนทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 ว่าจะต้องใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ โดยเทคโนโลยีจะช่วยให้ผู้เรียน

มีวิธีใหม่ๆ ในการพัฒนาการแก้ปัญหา การคิดแบบมีวิจารณญาณและทักษะการสื่อสาร ถ่ายโยงการเรียนรู้นั้น ไปยังบริบทต่าง ๆ สะท้อนการคิดของตนเองและของคนอื่น ๆ ผิวก้นหาและยกประเด็นที่เข้าใจผิดและเรียนรู้ ร่วมกับผู้อื่น เช่น การปรับใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ และใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการเรียนรู้ อย่างจริงจังทุกระดับ โดยเน้นบทบาทของผู้เรียนให้เป็นทั้งผู้ใช้งานและผู้ผลิตเผยแพร่ความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ สมคิด แซ่หลี่ และศิวพร ลินทะลิก [6] ที่กล่าวไว้ว่า การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้จะช่วยย่อหลักสูตร และช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็ว รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใหม่จึงมี 2 รูปแบบ คือ การเรียนรู้แบบ ประสานเวลา เป็นการเรียนรู้แบบมีการกำหนดเวลา สถานที่ บุคคลในการเรียนรู้ และใช้เทคโนโลยีมาช่วย สนับสนุนเพื่อให้ผู้เรียนและผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกันได้แบบทันทีทันใด และการเรียนรู้แบบไม่ประสานเวลา เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดเวลาตามที่ต้องการ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วย ในการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนและผู้สอนสามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกันได้หลากหลายช่องทางในเวลาที่แตกต่างกัน [7] และสอดคล้องกับวิไลลักษณ์ รัตนเพียรธัมมะ และปิยะนันท์ พรีงน้อย [8] ที่กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้ใน ศตวรรษที่ 21 สิ่งสำคัญที่ผู้สอนจะต้องปรับเปลี่ยนคือรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากแบบ *Passive Learning* ไปเป็น แบบ *Active Learning* โดยใช้เทคโนโลยีรวมทั้งสื่อสังคมออนไลน์และแอปพลิเคชันเข้ามาเป็นเครื่องมือเพื่อช่วย ในการพัฒนาการเรียนการสอนและช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ทั้งนี้ เพราะความเจริญก้าวหน้าอย่าง รวดเร็วของเทคโนโลยี โดยเฉพาะในยุค 5G และการเปลี่ยนผ่านของความรู้ที่เป็นไปอย่างรวดเร็วต่อเนื่องและไม่มี ที่สิ้นสุด ทั้งผู้เรียน ผู้สอนจะต้องพัฒนาตนเองให้เข้าสู่โลกแห่งการเรียนรู้ใหม่ สภาพแวดล้อม ระบบสังคม เศรษฐกิจ พฤติกรรมผู้เรียนที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนการสอน การประยุกต์ใช้สื่อ เทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนจึงเป็นสิ่งที่ท้าทาย

จากยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ที่ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยี และนวัตกรรมในการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้โดยใช้ดิจิทัลแพลตฟอร์มที่เน้นการพัฒนาทักษะดิจิทัล ทักษะการใช้เทคโนโลยีผสมผสานกับคุณค่าของครูไปพร้อมกัน และนโยบายสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้น พื้นฐาน ปิงบประมาณ พ.ศ. 2563 ที่กำหนดพันธกิจในการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการศึกษา ทุกระดับและจัดการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อพัฒนาไปสู่ Thailand 4.0 และมีเป้าหมายในการใช้งานวิจัย ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมในการขับเคลื่อนคุณภาพการศึกษา และความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ รวมทั้งสื่อสังคมออนไลน์และแอปพลิเคชันต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นและส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบกับแนว ทางการส่งเสริมคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา ของสำนักมาตรฐาน และประเมินผลอุดมศึกษา [9] 4 สมรรถนะ คือ ออกแบบและวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมี ประสิทธิภาพดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้และสนับสนุนการ เรียนรู้ของผู้เรียน และวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน พร้อมทั้งสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับอย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

รายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ที่คณะผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบจัดการเรียนการสอน มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นรายวิชาเกี่ยวกับวิชาชีพครูที่นักศึกษาครูทุกคนจะต้องลงทะเบียนเรียน กำหนดหน่วย กิตเป็นทฤษฎีและไม่มีหน่วยกิตเกี่ยวกับการปฏิบัติการ ที่ผ่านมานั้นจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการ บรรยายประกอบการนำเสนอด้วยแอปพลิเคชันสำหรับนำเสนอข้อมูล เช่น Microsoft Powerpoint ควบคู่การให้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนผ่านแอปพลิเคชันต่าง ๆ ที่ได้รับความนิยมจำนวนมากผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลที่ผู้เรียน เป็นเจ้าของ เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ และแท็บเล็ต เป็นต้น เพื่อหวังกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียน เรียนรู้อย่างสนุกสนาน และได้สาระและความรู้จากการเรียน อย่างไรก็ตามด้วยแอปพลิเคชันจำนวนมากที่นำมาใช้ จัดการเรียนการสอนดังกล่าว ทำให้ผู้สอนต้องเตรียมการสอน และผู้สอนและผู้เรียนต้องเรียนรู้วิธีการใช้งาน

และเตรียมการใช้งานแอปพลิเคชันจำนวนมากตามไปด้วย ซึ่งพบว่าหลายแอปพลิเคชันมีความซับซ้อน ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้การทำงาน และไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้จัดการเรียนการสอนรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเกี่ยวกับแอปพลิเคชันที่เหมาะสมและเป็นต้นแบบเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชันสำหรับการออกแบบและวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ เสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน และเพื่อการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา [9] จากนักศึกษา ผู้สอน และคณะกรรมการดำเนินการเรียนรู้และแบ่งปันรูปแบบการสอนและการสอบที่สนับสนุนการจัดการศึกษาออนไลน์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา
2. เพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้

วิธีดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 การศึกษาแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ 1) นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิตมหาวิทยาลัยสวนดุสิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชากลุ่มวิชาชีพครูภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 444 คน 2) คณาจารย์กลุ่มวิชาชีพ จำนวน 26 คน และ 3) คณะอนุกรรมการดำเนินการเรียนรู้และแบ่งปันรูปแบบการสอนและการสอบที่สนับสนุนการจัดการศึกษาออนไลน์ จำนวน 8 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 478 คน

กลุ่มตัวอย่างได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงจากผู้เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ได้แก่ 1) ตัวแทนของนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชากลุ่มวิชาชีพครูในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 24 คน 2) คณาจารย์กลุ่มวิชาชีพครู จำนวน 9 คน และ 3) คณะอนุกรรมการดำเนินการเรียนรู้และแบ่งปันรูปแบบการสอนและการสอบที่สนับสนุนการจัดการศึกษาออนไลน์ จำนวน 8 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 41 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 การแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนการสอน จำนวน 3 ข้อตอนที่ 2 แอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะ และตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการใช้แอปพลิเคชันจัดการเรียนการสอน

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

วิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์จากแบบสอบถาม จำนวน 41 ชุด เพื่อคัดเลือกเฉพาะแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และมีผลการสัมภาษณ์สอดคล้องกันไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ขึ้นไป สถิติที่ใช้คือ ค่าร้อยละ

ระยะที่ 2 การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ 1) นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิตมหาวิทยาลัยสวนดุสิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชากลุ่มวิชาชีพครูภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 444 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชากลุ่มวิชาชีพครูในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 39 คน และเป็นกลุ่มตัวอย่างคนละกลุ่มกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาความพึงพอใจ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ การดำเนินการสร้างและหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์

1. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับผู้เรียนและเนื้อหาที่ใช้ กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนไปถึง วางโครงสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ ระบุทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ และวางแผน กลยุทธ์และกติกาของกิจกรรมการเรียนการสอน

2. นำผลที่ได้จากการศึกษาแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักงานมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา มาใช้ประกอบการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ออนไลน์

3. ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ความถูกต้อง ชัดเจน ความสอดคล้องสาระการเรียนรู้ ระยะเวลาที่ใช้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญ 3คน ได้ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.269) ปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์และหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

4. หาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ โดยใช้สูตร E_1/E_2 ของชัยยงค์ พรหมวงศ์ [10] ดังนี้

4.1 ทดสอบประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ออนไลน์กับนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิตที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและลงทะเบียนเรียนรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ในภาคเรียนที่ 2/2563 จำนวน 3 คน

4.2 ทดสอบประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ออนไลน์กับนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ในภาคเรียนที่ 2-2563 จำนวน 6 คน

4.3 ทดสอบประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้กับนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2/2563 จำนวน 30 คน

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การประเมินประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ด้วยสูตร E_1/E_2

ระยะที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชากลุ่มวิชาชีพครูรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ รหัสวิชา 1023646 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ตอนเรียน จำนวน 80 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง จากนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชากลุ่มวิชาชีพครูรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ รหัสวิชา 1023646 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ตอนเรียน D1 จำนวน 23 คน และเป็นกลุ่มตัวอย่างคนละกลุ่มกับศึกษาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องของเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญการสอนด้วยแอปพลิเคชัน จำนวน 3 คน คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC >0.5 ขึ้นไปเพื่อนำไปทดสอบกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เคยลงทะเบียนเรียนรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้อย่างมาแล้ว จำนวน 30 คน คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับด้วยวิธีแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) ของ Kuder Richardson พบว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.85

2. แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้อยู่ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 ด้าน รวม 30 ข้อ นำเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ความเหมาะสม ความถูกต้องสมบูรณ์และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข จนได้ค่า IOC >0.5 ขึ้นไป นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างด้วยการสุ่มอย่างง่ายมา 30 คน มีค่าความเชื่อมั่นจากการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (α - coefficient) เท่ากับ 0.81

การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลหลังเปิดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 กับนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ จำนวน 23 คน ด้วยการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้กับนักศึกษาทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Posttest) ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้อยู่ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย t-test Dependent และประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนด้วยค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการ ออกแบบและการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนัก มาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา

ข้อมูลพื้นฐานของตัวแทนนักศึกษา จำนวน 24 คน มีสัดส่วนของนักศึกษาเพศหญิง จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 นักศึกษาส่วนใหญ่กำลังศึกษาอยู่สาขาวิชาการศึกษาดุริยางค์ จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ชั้นปีที่ 3 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 33.34 และเป็นนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยสวนดุสิตส่วนกลาง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00

ข้อมูลพื้นฐานของตัวแทนคณาจารย์กลุ่มวิชาชีพครู จำนวน 9 คน มีสัดส่วนของคณาจารย์เพศหญิง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89 รายวิชาที่สอนเป็นรายวิชาจิตวิทยาเพื่อพัฒนาผู้เรียน และหลักสูตร และวิทยาการจัดการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 มีประสบการณ์ในการสอนออนไลน์ 1-2 ปี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 และมีประสบการณ์ใช้งานคอมพิวเตอร์มากกว่า 15 ปี จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89

ข้อมูลพื้นฐานของคณะอนุกรรมการด้านการเรียนรู้และแบ่งปันรูปแบบการสอนและการสอบที่สนับสนุน การจัดการศึกษาออนไลน์ จำนวน 8 คน มีสัดส่วนของคณะอนุกรรมการฯ เพศชาย จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 มีประสบการณ์ในการสอนออนไลน์ 1-2 ปี จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 มีประสบการณ์ใช้งาน คอมพิวเตอร์มากกว่า 15 ปี จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 และมีประสบการณ์ใช้งานแอปพลิเคชันมากกว่า 15 ปี จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00

ผลการศึกษาแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบ และการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐาน และประเมินผลอุดมศึกษา แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน
4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา

ลำดับ	แอปพลิเคชันที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา*							
	หน้าที่หลัก และการใช้งาน เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน	แอปพลิเคชัน ตระกูล Google	แอปพลิเคชัน ตระกูล Microsoft	แอปพลิเคชัน ตระกูลอื่น	(1)	(2)	(3)	(4)
1	สร้างปฏิทินการสอน ตารางนัดหมาย การเข้าเรียน และส่งงาน	Google Calendar	Microsoft Calendar	TimeTree, Palu	✓	✓	✓	-
2	เครื่องมือสำหรับสืบค้นข้อมูล สื่อการสอน ทรัพยากรการสอนและการเรียน จัดการเรียนการสอนออนไลน์ ตรวจสอบการเข้า	Google Chrome	Microsoft Edge, Microsoft Bing	Yahoo, Safari, Baidu	✓	✓	✓	-
3	เรียน บรรยาย นำเสนองาน บันทึกการสอน ตรวจสอบการเข้าเรียน	Google Meet	Microsoft Teams	Zoom, CiscoWebex, GoToMeeting, Bluejeans	✓	✓	✓	✓
4	สร้างห้องเรียนออฟไลน์ ตรวจสอบการเข้าเรียน ส่งงานและตรวจสอบการส่งงาน เก็บคะแนน รวบรวมแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	Google Classroom	Microsoft Teams	Moodle, Moocs, Edmodo, ClassDojo	✓	✓	✓	✓
5	ทำเอกสารการสอน สื่อการสอน ตรวจสอบการเข้า ชั้นเรียน การทำรายงาน แบบทดสอบ	Google Docs	Microsoft Word	-	✓	✓	✓	✓
6	สื่อการสอน เขียน วาดภาพ ระดมสมอง งานกลุ่ม	Google Drawing	Microsoft Whiteboard	Padlet	✓	✓	✓	-
7	จัดเก็บข้อมูลสำหรับการสอน	Google Drive	MicrosoftOneDrive	Dropbox	✓	✓	✓	-
8	สื่อการสอน แบบฝึกหัด แบบทดสอบ แบบสอบถาม	Google Forms	Microsoft Forms	Kahoot, Quizizz, Plicker	-	✓	✓	✓
9	รับส่งจดหมาย ส่งงาน ติดต่องาน	GoogleGmail	Microsoft Outlook	Yahoo	✓	✓	✓	-
10	แผนที่ การเดินทาง สถานที่ ระยะทาง สื่อการสอน	GoogleMaps	Bing Maps	-	✓	✓	✓	-
11	จัดเก็บและค้นหาสื่อการสอนประเภทภาพ	Google Photos	Microsoft Photos	Pexels, Pixabay	-	✓	✓	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	แอปพลิเคชันที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา*							
	หน้าที่หลัก และการใช้งาน เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน	แอปพลิเคชัน ตระกูล Google	แอปพลิเคชัน ตระกูล Microsoft	แอปพลิเคชัน ตระกูลอื่น	(1)	(2)	(3)	(4)
12	ข้อมูลการวิจัย สื่อการสอน สร้างตาราง ฐานข้อมูล สื่อการสอน ตรวจสอบการ	Google Scholar	Microsoft Academic	TCI, Scopus, Web of Science, IEEE	-	✓	✓	-
13	เข้าเรียน การทำงานกลุ่ม คำนวณผลการเรียน สร้างกราฟ แผนภูมิวิเคราะห์ข้อมูล	Google Sheets	Microsoft Excel	-	✓	✓	✓	✓
14	ทำเว็บไซต์รายวิชา สื่อการสอน	Google Site	Microsoft Sway	WordPress, Wix	✓	✓	✓	-
15	นำเสนอสื่อการสอน ข้อมูล การทำงานกลุ่ม	Google Slides	Microsoft PowerPoint	Keynote	✓	✓	✓	-
16	แปลภาษา สื่อการสอน	Google Translate	Microsoft Translator	Longdo Dictionary	-	✓	✓	-
17	คลิป สื่อการสอน แหล่งทรัพยากรสำหรับ การเรียนรู้ประเภทคลิป	Youtube	Microsoft Stream	PixelVideo, Pixabay Video, Videvo AdobePremier,	✓	✓	✓	-
18	สร้าง ตัดต่อคลิปและเสียงเพื่อการสอน	Youtube	Windows Movies Maker	Camtasia, iMovie, KineMaster, VivaVideo, Prezi Canvas, Piktochart,	-	✓	✓	-
19	แต่งภาพ สร้างภาพนิ่ง ภาพการ์ตูน	GoogleAutoDraw	-	Animaker, Powtoon, GifMaker, Adobe Comp	-	✓	✓	-
20	การติดต่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูล แจ้งเตือนผู้เรียน แจ้งข่าวสาร	GoogleGmail	Microsoft Outlook	Line, Facebook	✓	✓	✓	✓

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	แอปพลิเคชันที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา*							
	หน้าที่หลัก และการใช้งาน เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน	แอปพลิเคชัน ตระกูล Google	แอปพลิเคชัน ตระกูล Microsoft	แอปพลิเคชัน ตระกูลอื่น	(1)	(2)	(3)	(4)
21	โหลดเพลง เสียง สร้างเสียง	Youtube Audio Library	-	Bensound, Facebook, Soundcloud, Free Sound	✓	✓	✓	-
22	กระดานดำสำหรับเขียน หรือการทำงานกลุ่มการ ระดมสมอง การสร้างแผนผังความคิด	Google Jamboard	Microsoft Whiteboard	MindMup, Coggle	-	✓	✓	✓
23	สำรวจความคิดเห็น โหวต หรือลงประชามติ	Google Forms	Microsoft Forms	Mentimeter	-	✓	✓	✓
24	วิเคราะห์ข้อมูล สร้างกราฟ แผนภูมิ	Google Studio Google Sheets	Microsoft Excel	-	✓	✓	✓	✓
25	การจัดกลุ่ม แบ่งกลุ่ม สุ่มผู้เรียน	-	-	WheelofName Kahoot, Plicker,	✓	✓	✓	-
26	สร้างเกมการเรียนรู้	Game Builder	Microsoft PowerPoint	ClassDjo, Scratch, Unity, LEGO	✓	✓	✓	✓
27	การสร้าง e-Book สร้างPortfolio และทำเนียบรุ่น	Google Docs	Microsoft Word	HTML5, FlipHTML	✓	✓	✓	✓
28	ตัวช่วยตรวจข้อสอบ	Google Forms	Microsoft Forms	Zipgrade	-	-	-	✓

* การส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา

1. การออกแบบและวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. การเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน
4. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

ผลการศึกษาแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษาประกอบด้วย การออกแบบและวางแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนพร้อมทั้งสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับอย่างสร้างสรรค์ พบว่า แอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา จำนวน 28 ลำดับ แบ่งออกเป็น 3 ตระกูล ได้แก่ แอปพลิเคชันตระกูล Google แอปพลิเคชันตระกูล Microsoft และแอปพลิเคชันตระกูลอื่น

ระยะที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์

จำนวน นักศึกษา	คะแนนทดสอบย่อยระหว่างเรียน				คะแนน หลังเรียน
	ครั้งที่ 1 10 คะแนน	ครั้งที่ 2 10 คะแนน	ครั้งที่ 3 10 คะแนน	รวม 30 คะแนน	
23	182	187	184	553	570
	E_1 / E_2			80.14	82.61

แผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้พบว่า มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเท่ากับ 80.14 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 82.61 แสดงว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.14/82.61 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

ระยะที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้แสดงในตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	ผลการทดสอบ				t	P-value
	ก่อนเรียน		หลังเรียน			
	M	SD	M	SD		
นักศึกษา 23 คน	19.00	2.32	24.78	1.59	20.59	.000**

** P-value < .01

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันที่เหมาะสม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 19.00 คะแนน และค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 24.78 คะแนน

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้

รายการประเมินความพึงพอใจ 6 ด้าน	ผลการประเมิน		ระดับความพึงพอใจ
	Mean	S.D.	
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.14	0.65	มาก
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้	4.13	0.77	มาก
ด้านความเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียน	4.03	0.77	มาก
ด้านการวัด ประเมินผล และการให้ข้อมูลป้อนกลับ	4.01	0.63	มาก
ด้านผู้สอน	4.06	0.69	มาก
ด้านการนำแอปพลิเคชันมาจัดการเรียนการสอน	4.09	0.73	มาก
เฉลี่ยรวม	4.08	0.71	มาก

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71 ด้านที่มีผลการประเมินมีค่ามากที่สุดได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 รองลงมา ได้แก่ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77 ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษาที่ประกอบด้วย การออกแบบและวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนพร้อมทั้งสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับอย่างสร้างสรรค์ แบ่งออกเป็น 3 ตระกูล มีรายละเอียดดังนี้

1. แอปพลิเคชันตระกูล Google เป็นแอปพลิเคชันที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา สามารถนำมาใช้การออกแบบและวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ เสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนและวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยบางแอปพลิเคชันสอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนทั้ง 4 สมรรถนะ Google Meet, Google Classroom, Google Docs, Gmail, Game Builder และ Google Sheets นอกจากนี้ยังมีแอปพลิเคชันที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา 3 สมรรถนะ ได้แก่ Google Drive, Google Forms, Google Calendar, Google Chrome, Google Drawing, GoogleMaps, Google Site, Google Slides, Youtube และ Google Jamboard แอปพลิเคชันทั้งหลายของตระกูล Google ได้รับความนิยมนำมาอย่างต่อเนื่องและยาวนาน เริ่มจากที่ Google

มี Search Engine ที่สะดวกและใช้งานง่ายและมีแหล่งข้อมูลให้เข้าถึงจำนวนมากอย่าง Google Chrome และมี Gmail ที่ใช้งานง่ายและให้พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายถึง 15 จิกะไบต์ จึงทำให้เป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้และได้รับความนิยมมาอย่างต่อเนื่อง และถูกต่อยอดนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะ Google Suite เนื่องจากเป็นชุดแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนการสอนโดยเฉพาะ ผู้สอนสามารถนำมาใช้ประกอบการเตรียมการสอน การจัดการเรียนการสอนทั้งแบบออนไลน์และออนไซต์ และการวัดและประเมินผู้เรียนได้อย่างครบถ้วนและครอบคลุมความต้องการ และที่สำคัญสามารถใช้งานและเข้าถึงทรัพยากรของแอปพลิเคชันตระกูล Google ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย อาทิ Google Forms, Google Sheets, Google Drive, Youtube ที่สำคัญ Google มีการพัฒนา สร้าง ปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงแอปพลิเคชันอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้สามารถเข้าถึง ใช้งานง่าย สะดวกสบาย และไม่ซับซ้อน ทำให้ได้รับความนิยมและความพึงพอใจจากผู้สอนและผู้เรียนจนนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน และนำมาใช้ในชีวิตประจำวันอื่น ๆ อย่างต่อเนื่องและกว้างขวาง สอดคล้องกับกรวรรณ สืบสม และนพรัตน์ หมีพลัด [11] ที่พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้แอปพลิเคชันตระกูล Google ในระดับมาก เพราะผู้เรียนสามารถรังสรรค์ชิ้นงานผ่านวิธีการเรียนรู้แบบโครงการ รวมทั้งสามารถพูดคุยหรือสอบถามครูผู้สอนได้เมื่อมีปัญหาในการเรียน สอดคล้องกับพรศักดิ์ หอมสุวรรณ อธิพิล หินดี และขวัญดาว ศิริแพทย์ [12] ที่พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนผ่านกูเกิ้ลคลาสรูมในระดับมาก สอดคล้องกับสุมนา สุขพันธ์ [13] ที่พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนด้วยห้องเรียนออนไลน์ด้วย Google Classroom มากกว่าการเรียนการสอนออนไลน์บนเว็บไซต์ สอดคล้องกับสาวตรี สิงหาต สุพดี กิตติวรา และอติพงศ์ สุริยา [14] ที่พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนออนไลน์ด้วย Google Classroom อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับปวีณนุช พุ่มจิต และอังคิรา เหลืองนภา [15] ที่พบว่าแอปพลิเคชันที่ถูกนำมาใช้เพื่อการพัฒนาทักษะด้านการฟังภาษาอังกฤษของนักศึกษามากที่สุด คือ Youtube เนื่องจากมีสื่อการสอนที่หลากหลาย เช่น ดูหนัง ฟังเพลงสากล หรือติดตามรายการสอนภาษาจากยูทูปเบอร์ชื่อดังที่มีมากมายให้เลือกชม ทำให้เกิดความเพลิดเพลินและไม่เกิดความน่าเบื่อหน่ายที่จะเรียนรู้ นอกจากนี้ Google Classroom ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทำงานร่วมกันได้ สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลออนไลน์ได้อย่างสม่ำเสมอ มีอิสระที่จะถามผู้สอนถึงสิ่งที่ไม่เข้าใจ รู้สึกสบายใจในการทำงานร่วมกับผู้เรียนคนอื่น ๆ และผู้เรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้ผ่านห้องเรียนของ Google Classroom ไม่น่าเบื่อและไม่เสียเวลาและเป็นสื่อกลางในการศึกษาที่มีประสิทธิภาพ [16] และ [17] ยังพบว่า Google Classroom เป็นแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนการสอนช่วงการระบาดของโควิด 19 เนื่องจากเป็นแพลตฟอร์มที่มีประสิทธิภาพ สถานศึกษาและผู้สอนจะพิจารณาจัดหามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นการเรียนรู้แบบอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถดึงดูดผู้เรียนได้

2. แอปพลิเคชันตระกูล Microsoft เป็นอีกตระกูลหนึ่งของแอปพลิเคชันที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา สามารถนำมาใช้การออกแบบและวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ เสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน และวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยพบว่าบางแอปพลิเคชันสอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษาเช่นเดียวกัน ได้แก่ Microsoft Teams, Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Outlook และ Microsoft PowerPoint นอกจากนี้ยังมีแอปพลิเคชันที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา 3 สมรรถนะเช่นเดียวกัน ได้แก่ Microsoft Calendar, Microsoft Edge, Microsoft Whiteboard, Microsoft Forms, Bing Maps, Microsoft Sway และ Microsoft Stream แอปพลิเคชันตระกูล Microsoft เป็นแอปพลิเคชันที่ได้รับการยอมรับและนำมาใช้งานในชีวิตประจำวัน ในการทำงาน และในการจัดการเรียนการสอนอย่าง

กว้างขวางมาอย่างยาวนาน เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์ของบริษัท Microsoft ทำให้มีแอปพลิเคชันที่ผู้ใช้งานคุ้นเคย และนำมาใช้งานอยู่เป็นประจำ โดยปกติแอปพลิเคชันตระกูล Microsoft เน้นนำไปใช้งานสำหรับสำนักงาน และธุรกิจเป็นส่วนมาก แต่ปัจจุบันได้ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้ประโยชน์ด้านการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น เช่น Microsoft Teams และประยุกต์ใช้แอปพลิเคชันสำหรับสำนักงานและธุรกิจมาใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน จนทำให้ปัจจุบันแอปพลิเคชันตระกูล Microsoft รองรับการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์และออนไซต์ได้อย่างครอบคลุมเช่นเดียวกัน ทั้งสำหรับการเตรียมการสอน การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนของผู้เรียน โดยเฉพาะแอปพลิเคชัน Microsoft Teams ที่มีความพิเศษคือสามารถใช้ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ทั้งแบบประสานเวลาและแบบไม่ประสานเวลาในแอปพลิเคชันตัวเดียวกัน สอดคล้องกับธนวัฒน์ ชาวโพธิ์ ภัทรพล เสริมทรง สุขชัย วงษ์จันทร์ และสุทิน เลิศสพุง [18] ที่พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Microsoft Teams ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ โดยผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านการเรียนรู้สูงขึ้น และมีความพึงพอใจโดยรวมต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Microsoft Teams ที่ระดับมาก สอดคล้องกับ Obeidat, Obeidat, & Al-Shalabi [19] ที่พบว่า Microsoft Teams เป็นแอปพลิเคชันที่ผู้เรียนชื่นชอบมากที่สุดสำหรับการเรียนการสอนออนไลน์ สอดคล้องกับ R. K. Bsharat & Behak [20] ที่พบว่า แอปพลิเคชัน Microsoft Teams ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแชร์ไฟล์และแชร์เนื้อหา และมีตัวเลือกการแชร์หน้าจอที่ช่วยให้ครูมีอิสระในการแสดงสิ่งที่ต้องการแสดงในระหว่างกำลังสอน และสอดคล้องกับ Wea & Dua Kuki [21] ที่พบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ดีในการใช้ Microsoft Teams และผู้เรียนยังหวังว่าแอปพลิเคชันนี้จะยังคงใช้ในระหว่างการเรียนรู้ออนไลน์ แต่ขอให้มีการปรับปรุงบางอย่างเพื่อให้การเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันนี้เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น

3. แอปพลิเคชันตระกูลอื่น นอกจากแอปพลิเคชันตระกูล Google และแอปพลิเคชันตระกูล Microsoft ที่ได้รับความนิยมและนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างกว้างขวางแล้ว ยังมีแอปพลิเคชันอื่น ๆ ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างกว้างขวางและสอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษาเช่นเดียวกัน ได้แก่ Zoom, CiscoWebex, GoToMeeting, Bluejeans, Moodle, Moocs, Edmodo, ClassDojo, Line, Facebook, Kahoot, Plicker, ClassDjo, Scratch, Unity, LEGO และ HTML5, FlipHTML นอกจากนี้ยังมีแอปพลิเคชันที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา 3 สมรรถนะ เช่นเดียวกัน ได้แก่ TimeTree, Palu, Yahoo, Safari, Baidu, Padlet, Kahoot, Quizizz, Plicker, WordPress, Wix, Keynote, PixelVideo, Pixabay Video, Videvo, Bensound, Facebook, Soundcloud, Free Sound, MindMup, Coggle และ WheelofName แอปพลิเคชันเหล่านี้เป็นแอปพลิเคชันเดี่ยว ๆ ที่มาจากเจ้าของและผู้ผลิตที่แตกต่างกัน ไม่ได้มีแอปพลิเคชันในตระกูลเดียวกันเป็นจำนวนมากเหมือน แอปพลิเคชันตระกูล Google และแอปพลิเคชันตระกูล Microsoft แต่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนประกอบหรือควบคู่กับแอปพลิเคชันตระกูล Google และแอปพลิเคชันตระกูล Microsoft ได้เป็นอย่างดี เช่น Zoom แอปพลิเคชันสำหรับการประชุมทางไกลออนไลน์ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์แบบประสานเวลาอย่างกว้างขวาง เนื่องจากใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน และมีลูกเล่นให้ผู้สอนและผู้เรียนสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นห้องเรียนออนไลน์กลุ่มย่อยหลายห้องเรียน เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเข้าไปทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันโดยผู้สอนสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมได้ทุกกลุ่ม สอดคล้องกับอุมามาสวรรค์ และคณะ [22] ที่พบว่า ผู้เรียนพึงพอใจกับการใช้แอปพลิเคชัน Zoom อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากมีความรู้สึกเสมือนได้เรียนจริงภายในห้องเรียน และสามารถทบทวนการเรียนการสอนได้ตามที่ต้องการ สอดคล้องกับ Fuady, Sutarjo, & Ernawati [23] ที่พบว่า Zoom เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย และเป็นแอปพลิเคชันที่มีประโยชน์มาก

ที่สุดเหนือสื่ออื่น ๆ และ Kahoot แอปพลิเคชันที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในการนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบฝึกหัด แบบทดสอบ เกมการเรียนรู้ เป็นต้น Kahoot ทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนเต็มไปด้วยความสนุกสนาน เพลิดเพลิน และสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจและให้ความร่วมมือในการเรียนอย่างกระตือรือร้น สอดคล้องกับ Martín-Sómer, Moreira, & Casado [24] ที่พบว่า Kahoot! ช่วยรักษาความสนใจของผู้เรียนในระหว่างการสอนออนไลน์ เป็นเกมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้คะแนนดีขึ้นในการสอบปลายภาค และพบว่าผู้เรียนใช้เวลาในการตอบสนองแบบทดสอบประเภทถูกและผิด ประมาณ 77-15 วินาที ซึ่งมีประโยชน์มากที่จะใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการคำนวณเวลาที่จำเป็นสำหรับการทดสอบทางไกลต่อไปในอนาคต และสอดคล้องกับ Asniza, Zuraidah, Baharuddin, Zuhair, & Nooraida [25] ที่พบว่า Kahoot! สามารถดึงดูดผู้เรียนให้เข้าร่วมการเรียนรู้และส่งเสริมการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น Kahoot! เป็นปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์และการสื่อสารที่ดีระหว่างผู้เรียนและผู้สอน สอดคล้องกับความต้องการของการสอนในปัจจุบันที่กระตุ้นบรรยากาศของการเรียนรู้เชิงรุกในห้องเรียนที่นำไปสู่การปฏิบัติอุตสาหกรรม 4.0 และการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ผลการศึกษาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด เหตุที่แผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด อาจเนื่องมาจากการคำนึงถึงการทำความเข้าใจเกี่ยวกับผู้เรียน การกำหนดวัตถุประสงค์ การเรียนที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย การวางโครงสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ตามลำดับความสำคัญของเนื้อหาจากง่ายไปหายาก โดยเฉพาะการระบุแอปพลิเคชันที่เหมาะสมลงไปในแต่ละกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา เช่น การนำ Microsoft Teams, Google Form, WheelofName, Youtube, Microsoft PowerPoint, Jamboard, Kahoot, Mindmup และ WBSC มาใช้ในการออกแบบและวางแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน และใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน พร้อมทั้งสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับอย่างสร้างสรรค์สู่ผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามพบว่าบางแอปพลิเคชันสามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้มากกว่าหนึ่งกิจกรรม และผู้สอนไม่ควรนำแอปพลิเคชันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้กับผู้เรียนมากเกินไป ควรปรับประยุกต์และพิจารณาให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ทั้งโดยภาพรวมและรายด้าน ได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ด้านความเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียน ด้านการวัด ประเมินผล และการให้ข้อมูลป้อนกลับ ด้านผู้สอนและด้านการนำแอปพลิเคชันมาจัดการเรียนการสอน โดยนักศึกษามีความพึงพอใจด้านกิจกรรมการเรียนรู้มากกว่าด้านอื่น ๆ อาจเนื่องมาจากการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แก่ผู้เรียน และการนำแอปพลิเคชันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ยังเป็นสิ่งที่ยังดึงดูดความสนใจจากผู้เรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นอกจากนั้นการนำแอปพลิเคชันที่หลากหลายและเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ผลงานจากการมอบหมายของผู้สอน และสามารถนำมาใช้ในการพูดคุยหรือสอบถามผู้สอนได้เมื่อมีปัญหาในการเรียนหรือมีปัญหาในการทำงานส่งผู้สอน แอปพลิเคชันสามารถดึงดูดผู้เรียนให้เข้าร่วมการเรียนรู้และส่งเสริมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น และเป็นปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์และการสื่อสารที่ดีระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนสามารถ

เข้าถึงแหล่งข้อมูลออนไลน์ได้อย่างสม่ำเสมอ มีอิสระที่จะถามผู้สอนถึงสิ่งที่ไม่เข้าใจ รู้สึกสบายใจในการทำงานร่วมกับผู้เรียนคนอื่น และผู้เรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันไม่น่าเบื่อ ไม่เสียเวลาและเป็นสื่อกลางในการศึกษาที่มีประสิทธิภาพ [11-12, 14, 16, 18-19, 22, 25, 27-29]

สรุปผลการวิจัย

แอปพลิเคชันทั้ง 3 ตระกูลที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นแอปพลิเคชันที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ และมีความเหมาะสมอย่างยิ่งกับสถานการณ์การระบาดของโควิด 19 ที่ผู้สอนและผู้เรียนสามารถใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ รวมถึงการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาครูหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ก็พบว่าประสบความสำเร็จในการนำมาใช้เช่นเดียวกัน เนื่องจากมีเครื่องมือหรือแอปพลิเคชันหลากหลายที่ผู้สอนสามารถนำมาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหลายแอปพลิเคชันสอดคล้องกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน 4 สมรรถนะของสำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา ทั้งกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนที่ผู้สอนได้เตรียมการและวางแผนการจัดการเรียนการสอนไว้ล่วงหน้าที่เหมาะสมกับการเรียนแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม และกิจกรรมหลังจากจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนหรือเรียกว่ากิจกรรมนอกเวลาเรียน เช่น การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านระบบ Microsoft Teams หรือ WBSC ที่ผู้สอนได้จัดเตรียมการเรียนการสอนไว้ และมอบหมายให้ผู้เรียนเข้ามาศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ด้วยตนเองตามความต้องการและตามความสะดวก ในเวลาที่ผู้เรียนมีความพร้อมและอยากจะเรียนรู้เรียกว่าการเรียนรู้แบบนำตนเอง นอกจากนี้แอปพลิเคชันเหล่านี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้หลากหลาย เช่น อาจนำไปใช้เป็นพจนานุกรม ใช้ในการเข้าถึงสื่อการเรียน การลงทะเบียน การดาวน์โหลดเอกสารและการบ้าน การจดบรรยาย การแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน การจองทรัพยากรจากห้องสมุด การแปลภาษา การทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ รวมทั้งการเล่นเกมการศึกษาที่มีทั้งความสนุกและสาระจากการเรียนรู้ [26]

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ผู้บริหารสถานศึกษา สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ออนไลน์และออฟไลน์ร่วมกับการนำแอปพลิเคชันที่เหมาะสมไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาครูและบุคลากรในสังกัดให้มีความรู้ความสามารถและทักษะในการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนร่วมกับการนำแอปพลิเคชันที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ และทักษะในการจัดการเรียนรู้ร่วมกับแอปพลิเคชันที่เหมาะสม เพื่อนำไปพัฒนาและส่งเสริมผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์จากทางการเรียน สร้างแรงจูงใจ และความพึงพอใจในการเรียน
2. สถาบันการศึกษาที่ผลิตครู สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ออนไลน์และออฟไลน์ร่วมกับการนำแอปพลิเคชันที่เหมาะสมไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาหลักสูตรและรายวิชาสำหรับการเรียนการสอน นักศึกษาครู และพัฒนาหลักสูตรสำหรับการฝึกอบรมแก่ครูอาจารย์และบุคคลภายนอกที่สนใจการจัดการเรียนรู้ร่วมกับแอปพลิเคชันที่เหมาะสม
3. ครู อาจารย์ สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ออนไลน์และออฟไลน์ร่วมกับการนำแอปพลิเคชันที่เหมาะสมไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาตนเองในการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการจัดการเรียนรู้ร่วมกับแอปพลิเคชันที่เหมาะสม เพื่อนำไปพัฒนาและส่งเสริมผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์จากทางการเรียน สร้างแรงจูงใจ และความพึงพอใจในการเรียน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าการใช้แอปพลิเคชันในแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสวนดุสิต

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ: บริษัท ฟริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- [2] คณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ. (2561). *ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561-2580 (ฉบับประกาศราชกิจจานุเบกษา)*. สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2563, จาก https://www.nesdc.go.th/download/document/SAC/NS_PlanOct2018.pdf
- [3] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2563). *นโยบายสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563*. สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2563, จาก <https://www.obec.go.th/about/นโยบายสพฐ-ปีงบประมาณ-พ-ศ-2561>
- [4] สถาบันคลังปัญญาด้านยุทธศาสตร์ชาติ. (2561). *แนวทางการปฏิรูปด้านการศึกษาของไทย Policy Brief ฉบับที่ 1/2561* วิทยาลัยรัฐกิจ มหาวิทยาลัยรังสิต. สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2563, จาก <http://www.klangpanya.in.th/wp-content/uploads/2019/07/Policy-Brief-แนวทางการปฏิรูปด้านการศึกษาของไทย.pdf>
- [5] สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษา. (2559). *รายงานการวิจัยแนวโน้มภาพอนาคตการศึกษาและการเรียนรู้ของไทยในปี พ.ศ. 2573*. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ: บริษัท 21 เซ็นจูรี จำกัด.
- [6] สมคิด แซ่หลี่, และศิวพร ลินทะลิก. (2563). *คู่มือใช้งานระบบวีดีโอคอนเฟอร์เรนซ์ โครงการพัฒนาครูอาชีวศึกษาดิจิทัลและสื่อดิจิทัลเพื่อการอาชีพ*. สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- [7] อุดุลย์ วงศ์ศรีคุณ. (2557). การศึกษาไทยในศตวรรษที่ 21 : ผลผลิตและแนวทางการพัฒนา. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*. 8(1), 1-17.
- [8] วิไลลักษณ์ รัตนเพียรธัมมะ, และปิยะนันท์ พริ้งน้อย. (2559). นวัตกรรมการศึกษาในการพัฒนาทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21. *วารสารร่วมพฤษ์ มหาวิทยาลัยเกริก*. 34(3), 56-78.
- [9] สำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา. (2561). *แนวทางการส่งเสริมคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา*. สำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.
- [10] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*. 5(1), หน้าแรก 1-20.
- [11] กรวรรณ สืบสม, และนพรัตน์ หมี่พลัด. (2560). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ออนไลน์แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการบูรณาการการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีมีลิตมีเดียผ่าน Google Classroom. *สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย*. 6(2), 118-127.

- [12] พรศักดิ์ หอมสุวรรณ, อธิธิพล หินดี, และขวัญดาว ศิริแพทย์. (2560). ระดับความพึงพอใจระบบการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ผ่านกูเกิ้ลคลาสรูมภายในวิทยาลัยเทคนิคอุตสาหกรรมยานยนต์. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4*. วันที่ 22 ธันวาคม 2560 ณ สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- [13] สุนา สุขพันธ์. (2561). การเปรียบเทียบนวัตกรรมการเรียนการสอนด้วยห้องเรียนออนไลน์โดยใช้ Google Classroom กับรายวิชาออนไลน์บนเว็บไซต์การเรียนการสอน. ใน *การประชุมมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9*. พลวัตการศึกษายุคเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัล. 20 กรกฎาคม 2561 ณ ห้องประชุม Blue Ocean Hall อาคารคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยมหาดใหญ่.
- [14] สาวิตรี สิงหาด สุพดี กิตติวเรช และอริพงศ์ สุริยา. (2561). ผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจของนักศึกษาพยาบาลต่อการจัดการเรียนการสอนผ่าน Google Classroom ในรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางการพยาบาล. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. 9(2), 124-137.
- [15] ปวีณนุช พุ่มจิต และอังคณา เหลืองนภา. (2562). การใช้แอปพลิเคชันในการพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษด้านการฟัง. ใน *การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติของนักศึกษาด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ครั้งที่ 2*. วันที่ 19 มกราคม 2562 ณ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- [16] Gupta, A., & Pathania, P. (2021). To study the impact of Google Classroom as a platform of learning and collaboration at the teacher education level. *Education and Information Technologies*. 26(1), 843-857. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10294-1>
- [17] Okmawati, M. (2020). the Use of Google Classroom During Pandemic. *Journal of English Language Teaching*. 9(2), 438-443.
- [18] ธนวัฒน์ ชาวโพธิ์ ภัทรพล เสริมทรงสุขชัย วงษ์จันทร์ และสุทิน เลิศสพุง. (2563). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้รายวิชาความรู้เบื้องต้นทางรัฐศาสตร์ โดยใช้ Microsoft Teams. *Journal of Modern Learning Development*. 5(6), 261-274.
- [19] Obeidat, A., Obeidat, R., & Al-Shalabi, M. (2020). The Effectiveness of Adopting e-Learning during COVID-19 at Hashemite University. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 11(12), 96-104. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0111213>
- [20] R. K. Bsharat, T., & Behak, F. (2021). The Impact of Microsoft Teams' App in Enhancing Teaching-Learning English during the Coronavirus (COVID-19) from the English teachers' perspectives' in Jenin city. *Malaysian Journal of Science Health & Technology*, (March). <https://doi.org/10.33102/mjosht.v7i.116>
- [21] Wea, K. N., & Dua Kuki, A. (2021). Students' Perceptions of Using Microsoft Teams Application in Online Learning during the Covid-19 Pandemic. *Journal of Physics: Conference Series*. 1842(1), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1842/1/012016>
- [22] อุมาสวรรค์ ชูหา สุราทิพย์ เตี้ยวานิชย์ ธีรเสฏฐ์ ศิราชนานนท์ เพชรไพลิน พิบูลนิธิเกษม และ ศิริภัทตรา จุฑามณี. (2561). การศึกษาความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชัน Zoom cloud meeting ช่วยสอนในรายวิชาปฏิบัติการผดุงครรภ์. *วารสารโรงพยาบาลมหาสารคาม*. 16(1), 176-182.

- [23] Fuady, I., Sutarjo, M. A. S., & Ernawati, E. (2021). Analysis of Students' Perceptions of Online Learning Media During the Covid-19 Pandemic (Study of E-learning Media: Zoom, Google Meet, Google Classroom, and LMS). *Randwick International of Social Science Journal*. 2(1), 51-56. Retrived April 24, 2020, from <https://doi.org/10.47175/rissj.v2i1.177>
- [24] Martín-Sómer, M., Moreira, J., & Casado, C. (2021). Use of Kahoot! to keep students' motivation during online classes in the lockdown period caused by Covid 19. *Education for Chemical Engineers*. 36(June), 154-159. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.05.005>
- [25] Asniza, I. N., Zuraidah, M. O. S., Baharuddin, A. R. M., Zuhair, Z. M., & Nooraida, Y. (2021). Online Game-Based Learning Using Kahoot! to Enhance Pre-University Students' Active Learning: A Students' Perception in Biology Classroom. *Journal of Turkish Science Education*. 18(1),145-160. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.57>
- [26] Ojino, R., & Mich, L. (2018). Mobile applications in university education: The case of Kenya. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*. 14(1), 111-125. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1369>
- [27] อติศร ภัคชลินท์. (2561). ผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกรณีศึกษาผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ที่ส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาการเขียนโปรแกรมภาษาซีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกรับใหญ่ว่องกุลศกกิจพิทยาคม. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [28] ชินวัจน์ งามวรรณกร. (2562). การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่เรื่อง ภาษาอังกฤษ สำหรับนักสารสนเทศ. คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- [29] Alim, N., Linda, W., Gunawan, F., & Saad, M. S. M. (2019). The effectiveness of Google classroom as an instructional media: A case of state islamic institute of Kendari, Indonesia. *Humanities and Social Sciences Reviews*. 7(2), 240-246. <https://doi.org/10.18510/hssr.2019.7227>

**RANC15-079 การพัฒนาความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชัน
การาจแบนด์ โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานของนักศึกษา
สาขาวิชาการศึกษาระดับปฐมวัย ชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์**

**THE ABILITY DEVELOPMENT OF COMPOSING CHILDREN'S SONG WITH
GARAGE BAND APPLICATION AND CREATIVITY-BASED LEARNING OF 2nd YEAR
STUDENTS IN EARLY CHILDHOOD EDUCATION PROGRAM**

**อัญชัชฐา ปิยะจิตติ* ชนมรีดา ยาแก้ว รวี ศิริปริชยากร
Aunchittha Piyajitti*, Chontida Yakaew, Ravee Siriprichayakorn**

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
Suan Dusit University.

Corresponding author, E-mail: Kate_tungtong@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ ก่อนและหลังการใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานของนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาระดับปฐมวัย ชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักศึกษาสาขาปฐมวัย ชั้นปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง 30 คน ในรายวิชา 1071317 ดนตรีสำหรับครูปฐมวัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งนครนายก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1. แบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลง ด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ 2. แผนการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์ สถิติที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ 1. การหาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบประเมินการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง ได้แก่ คะแนนค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) 2. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากแบบประเมินการแต่งเพลง ด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ภายในกลุ่มทดลอง โดยใช้การศึกษาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) ผลการวิจัยมีดังนี้ นักศึกษามีคะแนนความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ ก่อนการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.84 และคะแนนความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์หลังการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.04 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลอง พบว่า คะแนนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การแต่งเพลงเด็ก แอปพลิเคชันการาจแบนด์ การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน

Abstract

The research objective was to compare the students' ability in composing children's songs with a Garage Band application before and after using the creativity-based learning. The sample group was 30 second-year students who enrolled in the music for kindergarten teacher course in the first semester of 2019 academic year at Suan Dusit University, Nakhonnayok. The research tools were 1) the evaluation form of the ability in composing children's songs with a Garage Band application and 2) the creativity-based learning lesson plans. The statistics used in this research were 1) scores from the evaluation form of the ability in composing children's songs with a Garage Band application before and after using the creativity-based learning with mean and standard deviation and 2) the relative gain score from the differences of scores from the evaluation form of the ability in composing children's songs with a Garage Band application. The research results found that the students' scores of the ability in composing children's songs with a Garage Band application before using the creativity-based learning had the mean of 21.45 and the standard deviation of 2.84. After using the creativity-based learning, the scores of the ability in composing children's songs with a Garage Band application had the mean of 42.62 and the standard deviation of 4.04. When comparing the students' ability in composing children's songs with a Garage Band application after using the creativity-based learning, it found that the scores were higher with statistically significant at .05 than before the activities.

Keywords: Composing Children's Songs, Garage Band Application, the Creativity-Based Learning

บทนำ

ดนตรีเป็นศาสตร์ หรือวิชาที่ทำให้เด็กระดับปฐมวัยได้รับการพัฒนาทุก ๆ ด้านของการเจริญเติบโต ไม่ว่าจะเป็นความรู้ ความจำ สังคม ค่านิยม การคิดหาเหตุผล การสร้างสรรค์ การพัฒนากล้ามเนื้อ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า การพัฒนาตนเองให้เข้ากับกลุ่ม หรือสภาพแวดล้อมของสังคมต่าง ๆ ดนตรีจึงน่าจะเป็นวิชาเดี่ยวเท่านั้นที่ทำให้เด็กสนุกสนานรื่นเริงอย่างเต็มที่ ทั้งการแสดงออกทางร่างกาย ความคิด ตลอดจนพัฒนาการทางจิตใจ อารมณ์ และนอกจากนี้ ดนตรียังสามารถนำไปสัมพันธ์เชื่อมโยงหรือบูรณาการ กับวิชาการ องค์ความรู้ และกิจกรรมต่าง ๆ แก่เด็กปฐมวัยอย่างสำคัญทีเดียว [1] การเลือกเพลงให้เด็กนั้นต้องคำนึงความเหมาะสมด้วย ผู้ใหญ่น่าจะต้องรู้ว่าในวัยเด็ก สิ่งที่เกิดสรรให้เด็กนั้นต้องพอดีกับความเตี้ยงสาของเด็ก ความสุข ไม่ใช่เน้นที่ความสนุกสนานและตลกขบขัน ความสุขที่ได้จากการร้องเพลงด้วยกันเป็นความชื่นน้ำซาบซึ่งใจ บทเพลง บทกลอนที่ให้เด็ก ช่วยสร้างภาพโลกที่สวยงามให้เด็กได้รับรู้ หากเน้นแต่จังหวะสนุกสนาน แต่เนื้อหาและท่าทางไม่เหมาะสมกับวัย การแสดงออกของเด็กกลับกลายเป็นที่ขำขันของผู้ใหญ่ เป็นที่น่าเสียดายที่วัยเด็กของเขาไม่ได้เข้าถึงความงามและความไพเราะจากการถ่ายทอดอันประณีตด้วยศิลปะที่มีอยู่ในตัวครู จึงเห็นได้ว่าผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการใช้เพลงและคำคล้องจองในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในบริบทของโรงเรียนคือครู เพราะครูคือผู้ที่อยู่ใกล้ชิดเด็ก ๆ ที่สุด ในโรงเรียนอนุบาล และเป็นผู้ถ่ายทอดบทเพลงและคำคล้องจองให้กับเด็กในการทำกิจกรรมต่าง ๆ [2]

ปัจจุบันสถาบันการศึกษาให้ความสำคัญกับการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มาช่วยในการเรียนการสอน ด้วยสื่อมัลติมีเดียที่ประกอบด้วยรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว บทบรรยาย เสียงพูด และการนำเสนอที่สนุกเข้าใจ

ทำให้การเรียนการสอนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เพิ่มเติมความน่าสนใจให้กับบทเรียนมากขึ้น รวมไปถึงแบบฝึกหัด เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทบทวนได้ด้วยตนเอง เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในลักษณะที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้เป็นอย่างดี [3] ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ทุกเพศทุกวัยหากได้รับการศึกษาด้านการใช้งานที่ถูกต้องสามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการประพันธ์เพลง หรือการใช้คอมพิวเตอร์ในการแสดงดนตรีสด และด้วยเทคโนโลยีดนตรีปัจจุบัน แม้แต่เด็กวัยประถมก็สามารถสร้างสรรค์งานดนตรีอย่างง่าย ๆ ตามที่ตนชอบ ใช้บทเพลงสมัยนิยมที่ตนคุ้นเคย ใช้เสียงสังเคราะห์ที่ปรับเปลี่ยนโดยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์หรือแอปพลิเคชันเพื่อสร้างดนตรีแนวใหม่ของตนเองได้ [4] นอกจากนี้ดนตรีที่เกิดจากแอปพลิเคชันในปัจจุบัน เป็นเสียงที่เกิดจากการบันทึกเสียงจากเครื่องดนตรีจริงที่มีคุณภาพสูง ผ่านการสังเคราะห์ ปรับแต่งให้สมจริง ชัดเจน และจัดเก็บพร้อมใช้งานในซอฟต์แวร์ซึ่งเสียงที่มีคุณภาพลักษณะนี้จะช่วยสร้างแรงจูงใจเป็นอย่างมากให้กับการทำงานหรือการเรียนการสอนด้านดนตรี [5]

ในการเรียนรายวิชาดนตรีสำหรับครูปฐมวัย นักศึกษาต้องทำการแต่งเพลงสำหรับเด็กปฐมวัยเพื่อนำไปใช้ในการสอนเด็กปฐมวัยเพื่อให้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ และใช้ในชีวิตประจำวัน แต่ในตอนที่ผ่านมาในการสอนรายวิชาดนตรีและนาฏลีลา ผู้วิจัยได้ทำการสอนให้นักศึกษาได้ทำการแต่งเพลงเด็ก โดยการเลือกเพลงเด็กที่มีอยู่แล้วมาเปลี่ยนเนื้อร้อง และให้นักศึกษาสร้างทำนองเอง โดยการใช้แอปพลิเคชันการจางแบนด์ซึ่งภายในแอปสามารถใส่เครื่องดนตรีได้หลายประเภท และมีลูกเล่นมากมาย สามารถอัดเสียงร้อง และสร้างสรรค์จังหวะได้หลากหลาย แต่เนื่องจากในการสอนนักศึกษา ยังไม่สามารถสร้างเพลงและทำนองได้หลากหลาย ยังไม่เข้าใจการใส่ทำนองและคอร์ดเพลง จึงทำให้เพลงยังไม่มีคุณสมบัติเท่าที่ควร ในปีการศึกษานี้ผู้วิจัยจึงใช้หลักการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานเพิ่มเติมคู่กับ การนำแอปพลิเคชันการจางแบนด์ มาให้นักศึกษาได้ทำการแต่งเพลงอย่างสร้างสรรค์ เพื่อนำมาปรับการสอนให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (Creativity-based learning) เป็นหนึ่งในรูปแบบการสอนแนว active learning ที่วิจัยกับเด็กไทย เพื่อออกแบบการสอน ให้ผู้เรียนได้ ครบสองด้าน คือได้ทั้งด้านเนื้อหาวิชา และทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้วยการสอนรูปแบบนี้จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเป็นรูปธรรม ได้มีการนำไปใช้แล้ว และได้ผลดีคือ เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียน คิดวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์ ต่างจากการสอนแบบดั้งเดิม [6]

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการจางแบนด์ก่อนและหลังการใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ของนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษารัฐมวีย ชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้เป็นนักศึกษาสาขาปฐมวัย ชั้นปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง 29 คน ในรายวิชา 1072317 ดนตรีสำหรับครูปฐมวัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษา นอกที่ตั้งนครนายก

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. แบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการจางแบนด์
2. แผนการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน

แบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์

1. ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแต่งเพลงสำหรับเด็กปฐมวัย และศึกษาการใช้แอปพลิเคชันการาจแบนด์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรมให้สอดคล้องกับนักศึกษา

2. ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์

3. ผู้วิจัยนำแบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อตรวจหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ จำนวน 3 ท่าน

4. นำแบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5. นำแบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ที่ปรับปรุงเหมาะสมแล้วไปจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายในการทดลอง

แผนการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน

1. ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแต่งเพลงสำหรับเด็กปฐมวัยโดยใช้แอปพลิเคชันการาจแบนด์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรมให้สอดคล้องกับนักศึกษา

2. สร้างแผนการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ชื่อกิจกรรม

2.2 จุดมุ่งหมายของกิจกรรม

2.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

- ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ

- ขั้นสอน

ตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่มตามความสนใจ

ค้นคว้าและคิด

นำเสนอ

- ขั้นสรุป

2.4 สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการทำกิจกรรม

2.5 การประเมินผล โดยการใช้แบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์

3. นำแผนการจัดกิจกรรมเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

4. ปรับปรุงแก้ไขแผนให้มีความสมบูรณ์โดยในขั้นปฏิบัติให้มีการเพิ่มเงื่อนไขข้อตกลงในการทำกิจกรรมกับนักศึกษา และใช้ภาษาที่ทำให้เข้าใจในเรื่องของขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์

5. นำแผนการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์ที่ได้ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยทำการประเมินนักศึกษาก่อนการทดลอง (Pretest) ด้วยแบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์

2. ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยผู้วิจัยนำกลุ่มเป้าหมายมาแต่งเพลงโดยใช้ทำนองที่กำหนดแต่เปลี่ยนเนื้อหาในเพลงให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และสร้างทำนองเองด้วย

แอปพลิเคชันการراجแบนด์ เมื่อดำเนินการทดลองตามครบจำนวนสัปดาห์ที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยทำการประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการراجแบนด์หลังการทดลอง (Posttest) เช่นเดียวกับการทดสอบก่อนทดลอง (Pretest)

3. นำแบบประเมินที่ได้ไปตรวจให้คะแนนและนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ผลการประเมิน

4 คะแนน	หมายถึง	ดีมาก
3 คะแนน	หมายถึง	ดี
2 คะแนน	หมายถึง	พอใช้
1 คะแนน	หมายถึง	ควรปรับปรุง

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
19-20	4 (ดีมาก)
16-18	3 (ดี)
12-15	2 (พอใช้)
1-11	1 (ควรปรับปรุง)

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติโดยโปรแกรมสำเร็จรูป ดังนี้

1. การหาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการراجแบนด์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง ได้แก่

- 1.1 คะแนนค่าเฉลี่ย (Mean)
- 1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการراجแบนด์ภายในกลุ่มทดลอง โดยใช้การศึกษาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) [7]

$$\text{ใช้สูตร } S_i = \left[\frac{Y-X}{F-X} \right] \times 100$$

- S_i คือ คะแนนการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์
- Y คือ คะแนนดิบวัดหลังเรียน
- X คือ คะแนนดิบวัดก่อนเรียน
- F คือ คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนเต็ม)

และแปลคะแนนตามเกณฑ์ระดับพัฒนาการ โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนน	76-100	พัฒนาการระดับสูงมาก
คะแนน	51-75	พัฒนาการระดับสูง
คะแนน	26-50	พัฒนาการระดับปานกลาง
คะแนน	0-25	พัฒนาระดับต้น

ผลการวิจัย

การพัฒนาความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ของนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาดุริยางค์ ชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และนำเสนอผลการศึกษา ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ก่อนและหลังการใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน

ตารางที่ 2 ผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ก่อนและหลังการใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน

กลุ่มเป้าหมาย	\bar{X}	S.D.	df	t	sig
n=29					
คะแนนความสามารถในการอ่านค่าโน้ตสากล					
- ก่อนการทดลอง	21.45	2.84			
- หลังการทดลอง	42.62	4.04	28	26.76	0

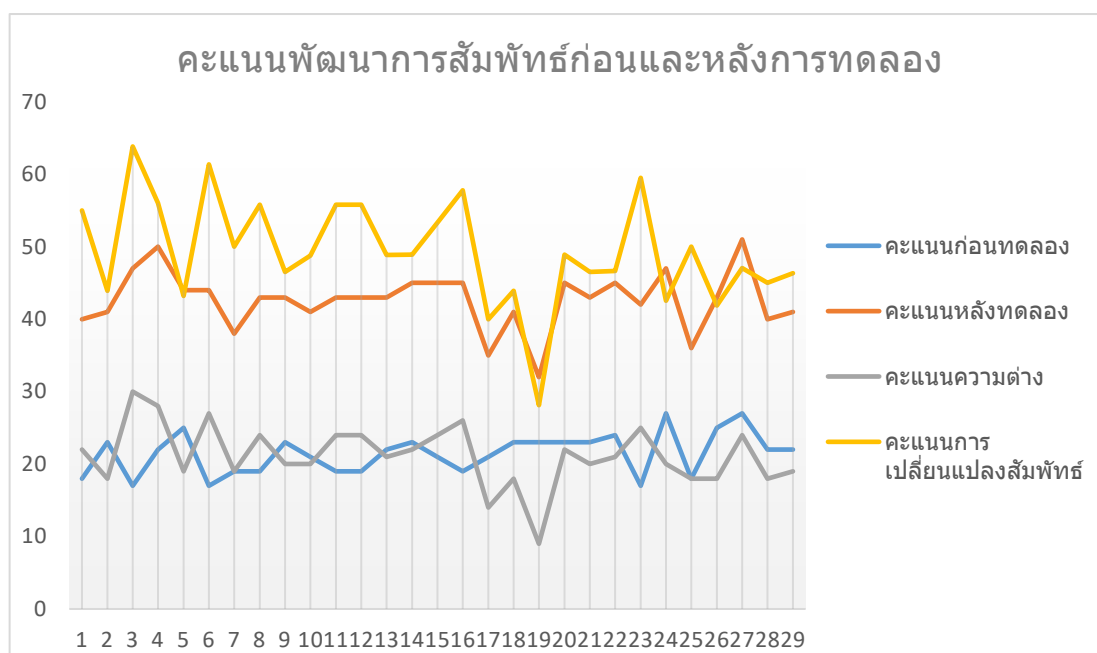
*p< .05

จากตารางที่ 2 พบว่า นักศึกษามีคะแนนความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ก่อนการการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.84 และคะแนนความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์หลังการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.04 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองพบว่า คะแนนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ภายในกลุ่มทดลอง โดยใช้การศึกษาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ก่อนและหลังการใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน

ผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ภายในกลุ่มทดลอง แสดงการแปลงคะแนนหลังการอบรม (Y) เป็นคะแนนการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ (Si) ใช้สูตร $S_i = \left[\frac{Y-X}{F-X} \right] \times 100$ ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้การแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ มีคะแนนความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์ก่อนและหลังการใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ จากคะแนนพัฒนาการดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และเข้าใจวิธีการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการาจแบนด์เพิ่มมากขึ้น

เมื่อพิจารณาคะแนนสัมพัทธ์แล้ว ทำให้รู้ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีคะแนนพัฒนาการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย ร้อยละ 49.35 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พัฒนาการระดับปานกลาง จากผลการแปลงคะแนน เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนขึ้นสามารถแสดงด้วยกราฟได้ดังนี้



ภาพที่ 1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการจําแนกเสียงในกลุ่มทดลอง โดยใช้การศึกษาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของนักศึกษาที่มีคะแนนพัฒนาการหลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้การแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการจําแนกเสียงโดยใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน แต่ละระดับพัฒนาการ

เกณฑ์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	ระดับพัฒนาการ	นักศึกษา (คน)	ร้อยละ
76-100	พัฒนาการระดับสูงมาก	0	0
51-75	พัฒนาการระดับสูง	10	34.48
26-50	พัฒนาการระดับปานกลาง	19	65.52
0-25	พัฒนาการระดับต้น	0	0

จากตารางที่ 3 นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้การแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการจําแนกเสียงโดยใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักศึกษา จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 34.48 ของนักศึกษาทั้งหมด มีพัฒนาการระดับสูง นักศึกษา จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 65.52 ของนักศึกษาทั้งหมด มีพัฒนาการระดับปานกลาง แสดงว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้การแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการจําแนกเสียงโดยใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน มีคะแนนเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับปานกลาง

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาสาขาปฐมวัย ชั้นปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้อง 52 คน จำนวน 1 ห้อง 29 คน ในรายวิชา 1072317 ดนตรีสำหรับครูปฐมวัย ได้พัฒนาความสามารถในการแต่งเพลงหลังการใช้การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ผ่านแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 8 ชั่วโมง 4 สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน และมีประเด็นการอภิปราย ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นความสนใจ คือ ผู้สอนกระตุ้นความสนใจ โดยให้ผู้เรียนเล่นเกม ตบจังหวะตามคำโน้ต และออกเสียงแทนคำโน้ตด้วยคำต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตจังหวะ และเสียงที่ยาวขึ้นตามจังหวะและคำที่ออกเสียง และให้ผู้เรียนเข้าแอปพลิเคชันการาจแบนด์ เพื่อให้ นักศึกษาทดลองเล่นเครื่องมือต่าง ๆ ที่อยู่ในแอปพลิเคชันการาจแบนด์ ซึ่งในการให้นักศึกษาเข้าทดลองใช้เป็นการกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับนักศึกษาเป็นอย่างมาก เนื่องจากแอปพลิเคชันนี้ เป็นแอปที่อยู่ในสมาร์ตโฟน หรือในไอแพดอยู่แล้ว สามารถติดตั้งแอปได้ โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย แต่นักศึกษาไม่เคยได้เข้าไปทดลองเล่นกัน เมื่อนักศึกษาได้เข้าไปทดลองแล้วทำให้มีความตื่นเต้น และมีความสนใจเป็นอย่างมาก [8] แอปพลิเคชันการเรียนรู้อะปพลิเคชันและแอปพลิเคชันแบบฝึกทักษะต่าง ๆ เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ส่งเสริมผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้และการฝึกทดสอบที่สามารถเรียนรู้และใช้งานได้ตามอัตราของศักยภาพของผู้เรียน ช่วยเพิ่มความสนใจ ความตั้งใจของผู้เรียนได้ กระตุ้นการเรียนรู้ และผู้เรียนยังสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่มีข้อจำกัดในด้านเวลาหรือสถานที่ [9] ประโยชน์ที่เด่นชัดของการใช้แอปพลิเคชัน ทำให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีความสนุกสนานซึ่งขึ้นอยู่กับครูผู้สอนว่าจะสามารถโยงเนื้อหาเข้ากับสาระดนตรีได้มากน้อยแค่ไหน

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่มตามความสนใจ คือ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มตั้งปัญหาเกี่ยวกับเครื่องมือต่าง ๆ ในแอปพลิเคชันการาจแบนด์ เมื่อผู้เรียนพบปัญหาที่สงสัยแล้ว ให้ผู้เรียนสังเกตในระหว่างการใช้อะปพลิเคชัน ในการจัดการเรียนสัปดาห์แรก ผู้เรียนยังระบุปัญหาและวิธีการปฏิบัติเครื่องมือพื้นฐานต่าง ๆ ในแอปพลิเคชันไม่ได้เท่าที่ควร บางกลุ่มก็ไม่กล้าลองใช้เครื่องมือ ผู้สอนต้องมีการกระตุ้น ชี้แนะบ้างเพื่อให้ผู้เรียนลดความกังวล สัปดาห์ที่ 2 ผู้เรียนเริ่มเรียนรู้เครื่องมือต่าง ๆ มากขึ้นสามารถแก้ปัญหาในบางเครื่องมือที่ยังไม่สามารถเล่นได้ ซึ่งสอดคล้องกับศิริญาพร ปรีชา [10] ผู้เรียนสามารถคิดกลั่นกรองข้อมูลและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิด และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทน และถ่ายโยงความรู้ได้ สามารถจดจำได้นาน และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ด้วย และยังสามารถสอดคล้องกับ สุวัฒน์ วิวัฒน์านนท์ [11] ผู้สอนต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยคำถามหรือปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนจะเป็นจุดเริ่มต้นการคิด ให้ผู้เรียนพยายามให้ได้คำตอบหรือแก้ปัญหาได้ ผู้เรียนจะต้องใช้ความคิดมากขึ้นการที่ผู้เรียนแสวงหาคำตอบหรือตอบคำถามด้วยตนเองผู้สอนต้องยึดหลักว่าตอบซ้ำดีกว่าไม่ตอบ

ขั้นตอนที่ 3 ค้นคว้าและคิด คือ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทดลองใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่อยู่ในแอปพลิเคชันการาจแบนด์ โดยการให้สืบค้นวิเคราะห์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยผู้สอนเดินตามกลุ่มต่าง ๆ เพื่อให้คำปรึกษาเมื่อผู้เรียนเกิดและปัญหาและข้อสงสัย ในสัปดาห์แรกแต่ละกลุ่มมีการลองผิดลองถูกหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดลองการใช้เครื่องมือที่อยู่ในแอปพลิเคชัน ในสัปดาห์ที่ 2 ผู้เรียนเริ่มใช้เครื่องมือต่าง ๆ คล่องขึ้น แต่ยังคงจับจังหวะเพื่อให้เครื่องดนตรีแต่ละชนิดผสมกันได้กลมกลืน ซึ่งผู้สอนต้องเข้าไปช่วยเหลือให้คำแนะนำ ช่วยนับจังหวะและให้ผู้เรียนสังเกตจังหวะนับสุดท้ายเพื่อให้ทำนองต่าง ๆ เข้าพร้อมกันพอดี ในระหว่างการทำกิจกรรมผู้เรียนเกิดข้อสงสัยและมีการค้นคว้าแก้ปัญหา [12] ผู้เรียนจะเป็นนักคิด เมื่อครูให้โอกาสและส่งเสริมการคิดของผู้เรียน ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นมีการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ถามคำถามและวิจารณ์

ผู้เรียนแต่ละคนมีบทบาทเป็นครู เป็นผู้เรียน และเป็นผู้ฝึกที่ช่วยให้ผู้อื่นคิดและเรียนรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง ซึ่งมีครูเป็นแบบอย่างในการคิด ให้คำแนะนำ และช่วยจุดประกายความคิดของผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 4 นำเสนอ คือ ในสัปดาห์ที่ 3 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเพลงที่ได้ทดลองแต่งด้วยแอปพลิเคชันการจําแนก เมื่อจบการนำเสนอผู้สอนจะเป็นผู้เปิดประเด็นให้มีการซักถามในชั้นเรียน โดยให้ผู้ร่วมชั้นเรียนเป็นผู้ถามคำถามเกี่ยวกับวิธีการแต่งเพลง หรือวิธีการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ซึ่งในแต่ละกลุ่มมีเทคนิคการแต่งเพลงที่มีความแตกต่างกัน บางกลุ่มใช้วิธีการสร้างคอร์ดก่อน บางกลุ่มใช้วิธีสร้างจังหวะเพื่อให้มีจังหวะนำก่อนจะใส่ทำนอง แต่ละกลุ่มมีการนำเสนอขั้นตอนการแต่งเพลงที่มีความหลากหลาย แต่แต่ละกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ถึงวิธีการใช้โปรแกรม โดยมีผู้สอนคอยเพิ่มเติมถึงวิธีการใช้แอปพลิเคชันการจําแนก ซึ่งมีความสอดคล้องกับดวงกลม สิ้นเพ็ง [13] ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีการได้แลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันหรือซักถามในแง่มุมต่าง ๆ เป็นกิจกรรมที่จะทำให้เกิดความคิดเกิดการไตร่ตรอง การแลกเปลี่ยนข้อมูลจึงทำให้ผู้เรียนต้องคิดขยายความอธิบายให้ได้ ผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกทักษะการคิด แสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรีและให้การยอมรับ

ขั้นตอนที่ 5 ประเมินผล คือ การประเมินผลจากชิ้นงานที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ซึ่งประเมินทั้งหมด 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ 2) ด้านทักษะ และ 3) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ โดยผู้สอนมีแบบประเมินความสามารถในการแต่งเพลงด้วยแอปพลิเคชันการจําแนก ซึ่งในแบบประเมินแบ่งเป็น 3 ตอน ที่มีความสอดคล้องกับการใช้แอปพลิเคชัน โดยผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่ดีขึ้นรวมถึงทัศนคติและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ดีขึ้นตามที่คุณสอนได้กำหนดไว้

ซึ่งนักศึกษาได้แต่งเพลงเด็กเป็นนิทานเพลง ทั้งหมด 5 เพลง เพลงที่ 1 ชื่อเพลง The giant turnip ทำนองเพลง Are you sleeping โดยมี Time Signature\$ เพลงที่ 2 ชื่อเพลง The foolish rabbit ทำนองเพลง Twinkle Twinkle little star โดยมี Time Signature\$ เพลงที่ 3 ชื่อเพลง Twins egg want to have legs ทำนองเพลง Are you sleeping โดยมี Time Signature\$ เพลงที่ 4 ชื่อเพลง Fruit pies by a little girl ทำนองเพลง Finger Family โดยมี Time Signature\$ และเพลงที่ 5 ชื่อเพลง The children ทำนองเพลง The will on the bus โดยมี Time Signature\$ ในแต่ละกลุ่มมีการเลือกใช้เครื่องดนตรีที่อยู่ในแอปพลิเคชันที่หลากหลาย และใช้เครื่องดนตรีหรือคุณลักษณะเป็นเครื่องดนตรีหลักในการสร้างทำนองเพลงหลังจากการใช้การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานตามกระบวนการทั้ง 5 ขั้นตอนแล้ว ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการจําแนก สูงกว่าก่อนใช้การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งนักศึกษามีความเข้าใจในการใช้แอปพลิเคชันมากยิ่งขึ้น สามารถแต่งเพลงให้มีความไพเราะและมีความสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้น ด้วยวิธีการที่ลองผิดลองถูก และมีการช่วยเหลือร่วมกันแก้ปัญหาถึงแม้ว่า แต่ละกลุ่มจะมีทักษะการปฏิบัติที่แตกต่างกัน อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจสามารถนำไปใช้ต่อยอดในการเรียนหรือการนำไปแต่งเพลงไว้ใช้ในการสอนในอนาคตได้ [14] การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวรรณคดีไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ผลวิจัยพบว่า พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวรรณคดีไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการจําแนก โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานของนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย ชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์ มีผลการวิจัย ดังนี้ ความสามารถในการแต่งเพลงเด็กด้วยแอปพลิเคชันการจําแนกหลังการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานสูงกว่าก่อนใช้การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาการวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้จากการได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยสวนดุสิต

เอกสารอ้างอิง

- [1] เกณฑ์พล นาคสุข. (2558). ดนตรีสำหรับเด็กปฐมวัย. สืบค้นเมื่อ 22 เมษายน 2563, จาก <https://blog.mcp.ac.th/?p=32604>
- [2] สุภัทรา คงเรือง, และคณะ. (2555). ฝึกหนูให้รู้ตัวรู้ใจ. กรุงเทพฯ: สาราเด็ก.
- [3] อรรถพร ธนุเพ็ชร์. (2558). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต เรื่อง การใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel 2010. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*. 10(2), 55-65.
- [4] Cole, K. (2011). Brain-based research music advocacy. *Music educators journal*. 98(1), 26-35.
- [5] Elliott, D. (2012). Music education for artistic citizenship. *Music educators journal*. 99(1), 21-28.
- [6] วิริยะ ฤาชัยพาณิชย์. (2558). การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน Creativity-based Learning (CBL). *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้*. 1(2).
- [7] ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการประเมิน*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [8] Dawson, K. (2012). Using action research projects to examine teacher technology integration practices. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 28(3), 117-124.
- [9] ธนัตถชัย เหลือรักษ์. (2560). *แนวทางการใช้แอปพลิเคชันดนตรีเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ดนตรีในระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [10] ศิริญาพร ปรีชา. (2557). *การประยุกต์รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์เป็นฐานของสาขาวิชาการจัดการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*.
- [11] สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์. (2550). *ทักษะการอ่าน คติวิเคราะห์ และเขียน*. นนทบุรี: ซี.ซี.นอลลิติจี้จิงคส์.
- [12] ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [13] ดวงกมล สิ้นเพ็ง. (2553). *การพัฒนาผู้เรียนสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ : การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [14] ชลธิชา นานา, และบุษบา บัวสมบูรณ์. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวรรณคดีไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*. 16(2), 113-128.

**RANC15-080 การออกแบบบรรจุภัณฑ์สบู่ยี่ห้อที่สะท้อนอัตลักษณ์วิสาหกิจชุมชน
กลุ่มอนุรักษ์ยี่ห้อเพื่อพลังงานที่ยั่งยืน จังหวัดปราจีนบุรี**
**PACKAGING DESIGN OF YANGNA SOAP REFLECT TO THE UNIQUE OF A
COMMUNITY ENTERPRISE OF YANGNA CONSERVATION FOR SUSTAINABLE
ENERGY, PRACHINBURI PROVINCE**

นพวัลย์ จงเกษมวงศ์¹ ปัญญา ไวยบุญญา^{2*} สมศักดิ์ เหมะรักษ์² บุญธิดา ม่วงศรีเมืองดี²
Noppawan Chongkasemwong¹, Panya Waiboonya^{2}, Somsak Hemarak², Boontida Moungsrimumangdee²*

¹ หลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการภูมิสังคม วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Bachelor of Art, Program in Geo-Cultural Management, Bodhivijjalaya Collage, Srinakharinwirot University

² สำนักวิชาการ วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Office of Academic Affairs, Bodhivijjalaya Collage, Srinakharinwirot University.

*Corresponding author, E-mail: panyawa@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบบรรจุภัณฑ์สบู่ยี่ห้อของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยี่ห้อ
เพื่อพลังงานที่ยั่งยืน โดยเก็บข้อมูลอัตลักษณ์ชุมชน กระบวนการผลิต และความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยการ
สัมภาษณ์ผู้นำชุมชน สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และผู้บริโภค เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ และการประเมินบรรจุ
ภัณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้ผลิต และผู้บริโภค บรรจุภัณฑ์ที่ได้ออกแบบได้นำอัตลักษณ์ชุมชน และต้นยางนามาใช้จัดทำ
ตราสินค้า ฉลากสินค้า และแบบบรรจุภัณฑ์ โดยผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ด้านบรรจุภัณฑ์ ด้านฉลาก
ด้านความสวยงาม ด้านการสื่อสารอัตลักษณ์ ด้านการใช้งาน และด้านความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีผลการประเมิน
ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (4.07 ± 0.40) เช่นเดียวกับผลการประเมินจากผู้ผลิตและผู้บริโภคที่ภาพรวมอยู่ในระดับมาก
(4.09 ± 0.58) เช่นกัน ทั้งนี้บรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบสามารถนำไปใช้กับสบู่ยี่ห้อของวิสาหกิจชุมชนเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับ
ผลิตภัณฑ์ของชุมชนได้

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์ชุมชน วิสาหกิจชุมชน การพัฒนาผลิตภัณฑ์

Abstract

The purpose of this research was to design packaging of Yangna soap product of community enterprise of Yangna conservation for sustainable energy. Local identity, soap making process and product development needs data were collected by interview local leader, members of community enterprise and customers, and later applied in designing process. Designed package were evaluated by experts, enterprise and customers. Local identity and Yangna tree character were applied into product logo, label and packaging design. Experts evaluated packaged design in good level (4.07 ± 0.40) in the area of packaging, product label, esthetic, local identity communication, functionality and environmental friendliness as well as enterprise and customers (4.09 ± 0.58). This designed packaging can be use in soap product of community enterprise with added value of local products.

Keywords: Community Products, Community Enterprise, Product Development

บทนำ

ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don) เป็นพืชในวงศ์ไม้ยาง (Dipterocarpaceae) พบได้ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย ส่วนต่างๆ ของยางนาสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น เนื้อไม้นิยมนำมาใช้สร้างบ้านเรือน น้ำมันยางนำมาใช้เป็นส่วนผสมของได้จุดไฟ ชันยาเรือ รวมถึงการใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน ต้นยางนายังเป็นแหล่งที่พบเห็ดป่าซึ่งถือเป็นอาหารสำคัญที่เกิดขึ้นตามฤดูกาลโดยเกิดจากการอาศัยร่วมกันระหว่างเห็ด รากับยางนา นอกจากนี้สารสกัดจากยางนายังมีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบ ต้านเชื้อรา ต้านเชื้อแบคทีเรีย การทำน้ำมันหอมและสารทาเสื้อผ้าเพื่อป้องกันแมลง ใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำหอม ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และนำมาใช้ประโยชน์ในทางเวชสำอาง เป็นต้น [1]

บ้านโคกมะกอก ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี ถือเป็นพื้นที่ที่มีการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากต้นยางนามาอย่างต่อเนื่อง จากการสำรวจพบต้นยางนาทั้งหมด 841 ต้น โดยเป็นต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 90 เซนติเมตรถึง 112 ต้น และมีความสูงมากกว่า 30 เมตรถึง 323 ต้น ชุมชนได้นำยางนามาใช้ประโยชน์ในสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน เช่น การจำหน่ายต้นกล้ายางนา น้ำมันยางนา การทำสบู่จากน้ำมันยางนา และ การใช้ทำได้จุดไฟ รวมถึงมีการจัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืน ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2562 มีวัตถุประสงค์เพื่อการอนุรักษ์ไม้ยางนาในพื้นที่ให้คงอยู่คู่กับชุมชน ส่งเสริมการสืบต่อพันธุ์ไม้ยางนาในพื้นที่ให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ตลอดจนการสร้างมูลค่าและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากไม้ยางนาเพื่อสร้างรายได้ให้กับสมาชิก [2]

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืนได้พัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางนาในหลายรูปแบบ สบู่ยางนาถือเป็นผลิตภัณฑ์หลักของวิสาหกิจชุมชน ผลิตจากส่วนผสมน้ำมันยางนาร่วมกับสมุนไพรต่างๆ เช่น ขมิ้น ยานาง พักข้าว รวงจืด เป็นต้น มีลักษณะเป็นสบู่ก้อน รูปวงรี มีสีตามสมุนไพรที่นำมาใช้ ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ยังขาดการออกแบบตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์ที่ดึงดูดใจผู้บริโภค รวมถึงบรรจุภัณฑ์เดิมยังขาดข้อมูลสำคัญ และอ่านข้อมูลผลิตภัณฑ์ได้ยาก [2] รวมถึงไม่สะท้อนความเป็นชุมชนที่มีการอนุรักษ์ยางนา จึงทำให้วิสาหกิจชุมชนมีความต้องการพัฒนาสินค้าให้ได้มาตรฐานและสร้างความน่าสนใจในการซื้อสินค้า ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการพัฒนา

บรรจุกฎเกณฑ์ที่สามารถสื่อสารถึงอัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อให้ผู้บริโภคสามารถเข้าใจและจดจำสินค้าได้ง่าย โดยบรรจุกฎเกณฑ์มีความสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากเป็นสิ่งแรกที่ผู้บริโภคมองเห็นก่อนการพิจารณาตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ การสร้างภาพลักษณ์ที่สวยงามและสะท้อนเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์สามารถเพิ่มความน่าเชื่อถือและส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังเป็นตัวกลางในการนำเสนอผลิตภัณฑ์ชุมชนให้เป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบบรรจุกฎเกณฑ์สบู่นาของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืนที่สะท้อนอัตลักษณ์ท้องถิ่นและวิสาหกิจชุมชน

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key informants)

ผู้ให้ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลกระบวนการผลิตสบู่นา ได้แก่ สมาชิกวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืนจำนวน 3 คน 2) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลอัตลักษณ์ท้องถิ่น ได้แก่ กลุ่มผู้ให้ความรู้ด้านอัตลักษณ์ท้องถิ่น บ้านโคกมะกอก อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี ได้แก่ ผู้ใหญ่บ้าน และสมาชิกวิสาหกิจชุมชน จำนวน 3 คน และ 3) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลความต้องการของผู้ผลิต และผู้บริโภค ได้แก่ สมาชิกวิสาหกิจชุมชนจำนวน 3 คนและกลุ่มผู้ใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ จำนวน 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ ใช้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สบู่นาของวิสาหกิจชุมชน ความต้องการในการพัฒนาการออกแบบ และอัตลักษณ์ท้องถิ่น บ้านโคกมะกอก อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี และแบบประเมินการออกแบบ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) เพื่อใช้ประเมินบรรจุกฎเกณฑ์สบู่นาในด้านบรรจุกฎเกณฑ์ ด้านฉลาก ด้านความสวยงาม ด้านการสื่อสารอัตลักษณ์ ด้านการใช้งาน และด้านความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนการออกแบบ

1. เก็บข้อมูลกระบวนการผลิต วัตถุดิบ ฉลาก บรรจุกฎเกณฑ์ อัตลักษณ์ท้องถิ่นในด้านต่างๆ เช่น สถานที่สำคัญ ประเพณี ภูมิปัญญาท้องถิ่น วิถีชีวิตและทรัพยากรธรรมชาติ รวมถึงความต้องการของวิสาหกิจชุมชนเพื่อนำมากำหนดอัตลักษณ์สำคัญร่วมกับชุมชน

2. เก็บข้อมูลพฤติกรรมของผู้บริโภคในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์จากกลุ่มผู้บริโภคที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะดวกสบายที่มีส่วนผสมจากธรรมชาติ

3. ศึกษาการออกแบบบรรจุกฎเกณฑ์ในกลุ่มการตลาดของสบู่ เพื่อเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของแต่ละผลิตภัณฑ์และนำมาวิเคราะห์ตาม หน้าที่การใช้งาน ความสะดวกต่อการใช้งาน ความสวยงาม ความน่าเชื่อถือ การบำรุงรักษา และการบริการ ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การนำกลับไปใช้ใหม่และการย่อยสลาย ความปลอดภัย และความต้องการของผู้บริโภค [3]

4. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกับหลักองค์ประกอบศิลป์ โดยใช้หลักการตัดทอน การร่างภาพ การลอกเลียนแบบ พร้อมนำเอาหลักศิลปะมาเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบต่างๆ เพื่อให้ได้รูปแบบ โทนสี เส้น และรูปร่างที่สะท้อนอัตลักษณ์ท้องถิ่นตามวัตถุประสงค์ [4]

5. นำแนวคิดการออกแบบบรรจุภัณฑ์ มาทำการร่างแบบบรรจุภัณฑ์ตามข้อมูลที่ได้วิเคราะห์
6. นำต้นแบบของบรรจุภัณฑ์ที่ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ผลิตและผู้บริโภคประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจ และวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติพื้นฐาน (ค่าคะแนนเฉลี่ยและ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) หลังจากนั้นจะนำผลสรุปที่ได้ไปสรุปตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ค่าเฉลี่ย 4.21 - 5.00 อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.41 - 4.20 อยู่ในระดับมากค่าเฉลี่ย 2.61 - 3.40 อยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.81 - 2.60 อยู่ในระดับน้อย และค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.80 อยู่ในระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ผลการศึกษสามารถสรุปได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

บรรจุภัณฑ์เดิม

ข้อมูลบรรจุภัณฑ์เดิม ฉลากผลิตภัณฑ์สบู่นาประกอบไปด้วยชื่อผลิตภัณฑ์ พร้อมระบุชื่อสมุนไพรที่ใช้ร่วม เช่น พักข้าว ย่านาง รางจืด ขมิ้น เป็นต้น สรรพคุณของสบู่ ชื่อกลุ่ม หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ มีผลยงนาทำเป็นภาพประกอบเป็นพื้นหลัง สีที่ใช้มี 2 แบบ ประกอบด้วย แบบที่ 1 ใช้เป็นสีโทนสีเขียวและสีม่วง และแบบที่ 2 เป็นสีครีม (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 องค์ประกอบฉลากผลิตภัณฑ์สบู่นาเดิม

การใช้อัตลักษณ์ท้องถิ่นในการออกแบบ

การออกแบบได้รับแรงบันดาลใจจากการศึกษาอัตลักษณ์ท้องถิ่นบ้านโคกมะกอก ทำให้เห็นคุณค่าที่เป็นรูปธรรมในด้านต่างๆ เช่น สถานที่ ประเพณี ภูมิปัญญา วิถีชีวิต และทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งผู้วิจัยนำอัตลักษณ์ท้องถิ่นบ้านโคกมะกอก กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมาวิเคราะห์ร่วมกับองค์ประกอบศิลป์ ได้แก่ สี เส้น และรูปร่าง และนำหลักการตัดทอนมาใช้ในการออกแบบเพื่อสื่อความงามในการรับรู้ให้เข้าใจง่ายและรวดเร็ว นอกจากนี้การออกแบบยังคงคำนึงถึงรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้ออกมาสอดคล้องตรงตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมายซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. สถานที่สำคัญของชุมชน

ในการสัมภาษณ์จากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลนั้น มี 3 สถานที่ที่แสดงถึงอัตลักษณ์ท้องถิ่นได้ชัดเจน คือ 1) วัดโคกมะกอก สร้างขึ้นเมื่อ พ.ศ. ใดไม่ปรากฏหลักฐานที่แน่ชัด ที่มาของชื่อวัดนี้มาจากสมัยก่อนสภาพพื้นที่เป็นที่ราบสูงน้ำท่วมไม่ถึง จึงเรียกกันว่า “โคก” ประกอบกับในอดีตบริเวณนั้นมีต้นมะกอกจำนวนมากและต้นตะเคียนหิน ชาวบ้านเชื่อกันว่าเป็นไม้มงคลประจำหมู่บ้าน จึงได้ตั้งชื่อหมู่บ้านนี้ตามภูมิประเทศของหมู่บ้าน ซึ่งปัจจุบันต้นมะกอก

นั้นแทบไม่มีอยู่ในบริเวณพื้นที่วัด แต่มีต้นยางนาขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก ความสำคัญของวัดโคกมะกอกเป็นเสมือนสถานที่ยึดเหนี่ยวจิตใจของชาวพุทธ และเป็นสถานที่สำหรับประกอบกิจกรรมศาสนาพิธีต่างๆ เช่น การฟังเทศน์ ฟังธรรม การเวียนเทียน การทำสมาธิ เป็นต้น 2) ถนนสายไม้ดอก-ไม้ประดับ ถือเป็นแหล่งผลิตพันธุ์ไม้นานาชนิด ประกอบด้วยไม้ใหญ่ ไม้ล้มลุก ไม้หอม ไม้ไทย ไม้มงคล ไม้ดอก ไม้ประดับ จัดวางตลอดแนวสองข้างทางตั้งแต่ถนนสายบ้านโคกมะกอก-บ้านดงบัง และ 3) ศาลาเอนกประสงค์ของหมู่บ้าน เดิมพื้นที่บริเวณนี้เป็นพื้นว่างเปล่าที่มีเจ้าของต่อมาเจ้าของได้บริจาคพื้นที่ให้ สร้างเป็นศาลาเอนกประสงค์ของหมู่บ้าน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นสถานที่ศูนย์รวมของกลุ่มและสถาบันต่างๆ ทั้งหมดในหมู่บ้าน ได้แก่ การประชุมของหมู่บ้าน กลุ่มออมทรัพย์เพื่อการเกษตร กองทุนหมู่บ้าน และกลุ่มอื่นๆ

2. การกำหนดสี

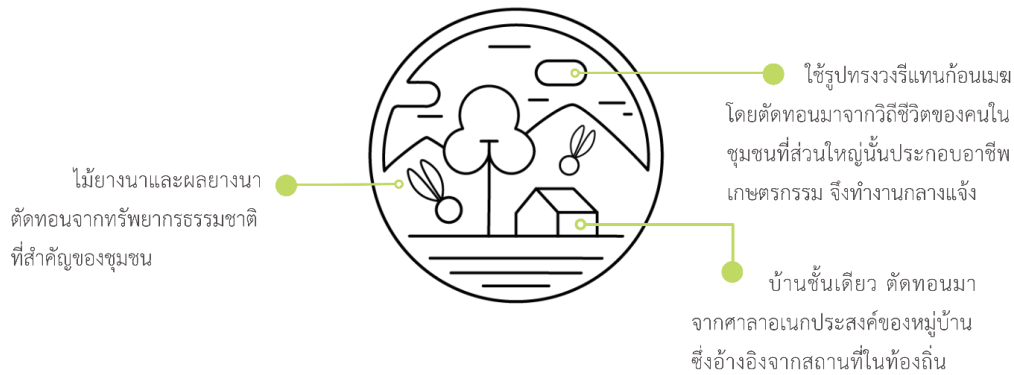
สีที่นำมาใช้แบ่งเป็น สีฟ้า (color code #6cc0dd) และสีขาว (#ffffff) อ้างอิงจากวิถีชีวิตของคนในชุมชนที่มักออกไปทำงานในช่วงเช้าจนถึงเย็น ซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพเกษตรกรรม เป็นการทำงานกลางแจ้ง จึงเลือกใช้สีฟ้าที่แสดงถึงสัญลักษณ์ของท้องฟ้าให้ความรู้สึกสงบ ความรู้สึกปลอดภัย และสีขาวที่ให้ความรู้สึกโปร่งเบา เรียบง่าย ละเอียดอ่อน สีเขียว (#a4c440) อ้างอิงจากทรัพยากรที่โดดเด่นในท้องถิ่น เป็นสีของต้นไม้ ธรรมชาติ แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ ความร่มรื่น ร่มเย็น สดชื่น และทำให้รู้สึกบรรยากาศของความสบาย ผ่อนคลาย สีน้ำตาล (#9c6634) อ้างอิงจากทรัพยากรที่โดดเด่นในท้องถิ่น การได้มาของสีของผลยางนาคือ เมื่อผลนั้นสุกจะกลายเป็นสีน้ำตาล ซึ่งสีน้ำตาล ทำให้รู้สึกหนักแน่น ธรรมชาติ และเข้มแข็ง สีครีม (#f0e5be) อ้างอิงจากภูมิปัญญาในท้องถิ่น คือ ดอก เป็นวัสดุที่มีดซี่ใต้ให้อยู่กับใบกะพ้อ ดอกเป็นวัตถุดิบที่หาได้จากท้องถิ่น โดยสีครีมนี้ทำให้รู้สึกความเงียบ และนุ่มนวล และสีดำ (#000000) อ้างอิงมาจากภูมิปัญญาในท้องถิ่น โดยนำมาจากการจุดไฟเผาโพรงในต้นยางนา เพื่อให้ได้น้ำมันยางจากต้นยางนาไหลลงมาขังในโพรงที่เจาะไว้ สีดำนั้นทำให้รู้สึกถึงความมืด และเคร่งขม

3. เส้นในตราสินค้า

การออกแบบมีการใช้เส้นที่หลากหลาย โดยเส้นที่นำมาใช้เป็นหลักในการออกแบบ ได้แก่ เส้นตรง ซึ่งใช้ในการออกแบบถนน พื้น ต้นไม้ ก้อนเมฆ และภูเขา เส้นโค้งใช้ออกแบบส่วนโค้งของเมฆและผลยางนาที่มีลักษณะกลม เส้นหยัก ใช้ในการออกแบบใบของยางนา และต้นไม้อย่างนา ซึ่งในการออกแบบนั้นจะใช้เส้นให้เหมือนลายเส้นตามธรรมชาติของสิ่งต่างๆ (ภาพที่ 2)

4. รูปร่างในตราสินค้า

รูปร่างที่สำคัญในฉลากเน้นใช้รูปร่างเรขาคณิต มีทั้งรูปทรงวงรีที่นำมาจากรูปทรงของใบยางนา รูปทรงสามเหลี่ยม นำมาใช้แทนศาลาเอนกประสงค์ซึ่งเป็นสถานที่ที่ชุมชนให้ความสำคัญ รูปทรงวงกลม นำมาทับซ้อนกันในตราสินค้า เพื่อสื่อถึงต้นไม้ที่มีลักษณะคล้ายกับต้นยางนา และใช้เป็นตัวแทนผลยางนา (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ตราสินค้าสบู่ยางนาวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืน

การออกแบบฉลากสินค้า

การออกแบบฉลากสินค้า ผู้วิจัยได้นำพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้บริโภค ผู้ผลิตมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาฉลากบรรจุภัณฑ์ โดยเลือกใช้องค์ประกอบ ดังนี้ ชื่อผลิตภัณฑ์ ตราสินค้า สูตร ส่วนประกอบสำคัญ ผู้ผลิต ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ วิธีการใช้ ปริมาณ สรรพคุณ สัญลักษณ์สินค้าต่างๆ และใช้ QR Code เพื่ออธิบายข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อประกอบการตัดสินใจของผู้บริโภค (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 องค์ประกอบฉลากบรรจุภัณฑ์สบู่ยางนา

การออกแบบบรรจุภัณฑ์สบู่ยงนา

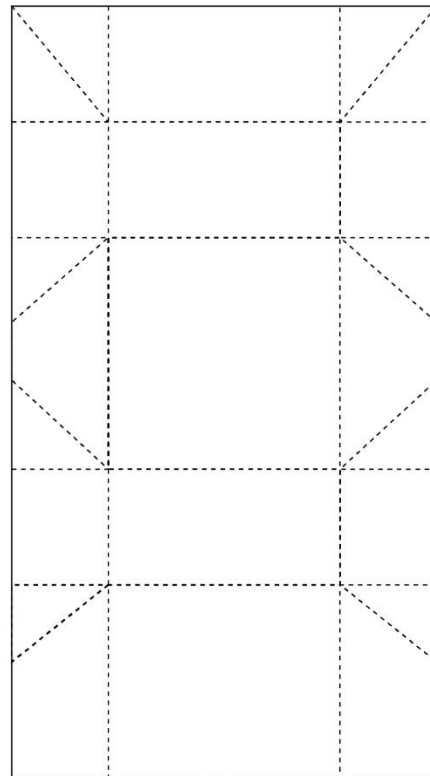
บรรจุภัณฑ์สบู่ยงนาของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยงนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืนเลือกใช้วัสดุเป็นกระดาษรีไซเคิล เนื่องจากคุณสมบัติของกระดาษรีไซเคิลนั้นมีความเหนียวกว่ากระดาษทั่วไป มีความบางและโปร่งแสงพอสมควร สามารถกันน้ำ และเก็บความชุ่มชื้นและมีฉลากจำนวน 2 อัน ซึ่งการออกแบบมีแนวคิดที่สื่อถึงอัตลักษณ์ท้องถิ่นในด้านวิถีชีวิตของคนในชุมชนที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก นอกจากนี้ยังแสดงถึงไม้ยงนา โดยมีทั้งภาพต้น ผลและใบยงนา ซึ่งถือทรัพยากรธรรมชาติที่โดดเด่นของชุมชนและเป็นองค์ประกอบหลักของผลิตภัณฑ์สบู่ (ภาพที่ 4)



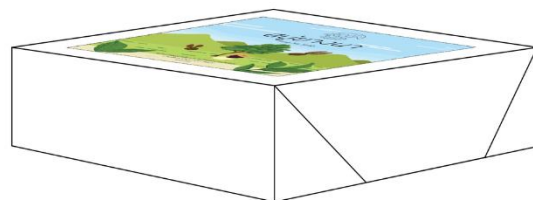
ขนาด กว้าง X ยาว
5 X 5 cm.



ขนาด กว้าง X ยาว
3 X 4.5 cm.



ขนาด กว้าง X ยาว
11 X 20 cm.



ภาพที่ 4 บรรจุภัณฑ์สบู่ยงนา วิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยงนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืน

การประเมินผลการออกแบบบรรจุภัณฑ์

จากการดำเนินการศึกษาโดยสรุปจากแบบประเมินบรรจุภัณฑ์สบู่นาฬิกาหจกชมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนา เพื่อพลังงานที่ยั่งยืน โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินจำนวน 2 คน และการประเมินความพึงพอใจจากผู้ผลิต และผู้บริโภค จำนวน 40 คน ซึ่งได้ผลคะแนนการออกแบบ ดังตารางต่อไปนี้

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากการวิเคราะห์ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในด้านบรรจุภัณฑ์ ด้านฉลาก ด้านความสวยงาม ด้านการสื่อสารอัตลักษณ์ ด้านการใช้งาน และด้านความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม พบว่าบรรจุภัณฑ์สบู่นาฬิกา มีผลการประเมินในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (4.07 ± 0.40) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อบรรจุภัณฑ์สบู่นาฬิกาของวิสาหกิจกลุ่มอนุรักษ์ยางนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืน จังหวัดปราจีนบุรี แสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (N=2)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD
1. ด้านบรรจุภัณฑ์		
1.1 บรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	4.00	0.00
1.2 บรรจุภัณฑ์สามารถแสดงให้เห็นถึงความเป็นท้องถิ่น	4.50	0.50
1.3 บรรจุภัณฑ์สามารถส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์มีมูลค่าเพิ่มขึ้น	5.00	0.00
2. ด้านฉลาก		
2.1 ฉลากมีการจัดองค์ประกอบต่างๆที่เหมาะสม	4.50	0.50
2.2 ฉลากสามารถแสดงข้อมูลที่จำเป็นได้ครบถ้วน	3.50	0.50
2.3 ฉลากมีการใช้โทนสีที่มีความเหมาะสม	3.50	0.50
3. ด้านความสวยงาม		
3.1 ฉลากมีความสวยงาม ทันสมัย และตรงกับกลุ่มเป้าหมาย	4.00	0.00
3.2 ฉลากมีเอกลักษณ์ที่สามารถจดจำได้ง่าย	3.50	0.50
3.3 ฉลากมีความน่าสนใจ และดึงดูดผู้บริโภค	3.50	0.50
4. ด้านการสื่อสารอัตลักษณ์		
4.1 ลวดลายการตัดทอนรูปต่างๆสามารถสื่อถึงอัตลักษณ์ท้องถิ่น	4.00	0.00
4.2 นำข้อมูลอัตลักษณ์ท้องถิ่นมาประยุกต์ในการออกแบบได้อย่างเหมาะสม	3.50	0.50
5. ด้านการใช้งาน		
5.1 บรรจุภัณฑ์สามารถบรรจุได้ง่าย และเป็นระเบียบ	4.00	1.00
5.2 บรรจุภัณฑ์มีความสะดวกสบายในการจัดแสดง และขนส่ง	4.50	0.50
6. ด้านความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม		
6.1 บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ภาชนะหีบห่อพอดีกับความต้องการของผู้บริโภคไม่ฟุ่มเฟือย	4.50	0.50
6.2 วัสดุบรรจุภัณฑ์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.50	0.50
รวม	4.07	0.40

ความคิดเห็นของผู้ผลิตและผู้บริโภคต่อบรรจุภัณฑ์ ผู้ให้ข้อมูลแบ่งเป็นกลุ่มผู้เคยใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55 รองลงมาเป็นกลุ่มผู้บริโภคผลิตภัณฑ์สบู่นานา จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 35 และสมาชิกวิสาหกิจชุมชน จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10 จำแนกตามเพศ เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 85 และเพศชาย ร้อยละ 15 จำแนกตามอายุ ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 20 – 29 ปี และช่วงอายุ 40 - 49 มีจำนวนเท่ากันคิดเป็นร้อยละ 32.5 เมื่อจำแนกตามอาชีพ พบว่าส่วนใหญ่เป็นประกอบอาชีพลูกจ้างเอกชน พนักงานบริษัท คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาเป็น นักเรียน นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 22.5

ผลการประเมินในด้านบรรจุภัณฑ์ ด้านฉลาก ด้านความสวยงาม ด้านการสื่อสารอัตลักษณ์ ด้านการใช้งาน และด้านความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม พบว่าผู้ผลิตและผู้บริโภคมีความเห็นต่อบรรจุภัณฑ์สบู่นานาภาพรวมอยู่ในระดับมาก (4.09 ± 0.58) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินบรรจุภัณฑ์สบู่นานาของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืน จังหวัดปราจีนบุรี ของกลุ่มผู้ผลิต และผู้บริโภคแสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (N=40)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD
1. ด้านบรรจุภัณฑ์		
1.1 บรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	4.20	0.56
1.2 บรรจุภัณฑ์สามารถแสดงให้เห็นถึงความเป็นท้องถิ่น	4.05	0.59
1.3 บรรจุภัณฑ์สามารถส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์มีมูลค่าเพิ่มขึ้น	4.25	0.62
2. ด้านฉลาก		
2.1 ฉลากมีการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เหมาะสม	4.10	0.54
2.2 ฉลากสามารถแสดงข้อมูลที่จำเป็นได้ครบถ้วน	4.03	0.61
2.3 ฉลากมีการใช้โทนสีที่มีความเหมาะสม	4.18	0.44
3. ด้านความสวยงาม		
3.1 ฉลากมีความสวยงาม ทันสมัย และตรงกับกลุ่มเป้าหมาย	4.10	0.54
3.2 ฉลากมีเอกลักษณ์ที่สามารถจดจำได้ง่าย	3.98	0.61
3.3 ฉลากมีความน่าสนใจ และดึงดูดผู้บริโภค	4.13	0.64
4. ด้านการสื่อสารอัตลักษณ์		
4.1 ลวดลายการตัดทอนรูปต่าง ๆ สามารถสื่อถึงอัตลักษณ์ท้องถิ่น	3.95	0.63
4.2 นำข้อมูลอัตลักษณ์ท้องถิ่นมาประยุกต์ในการออกแบบได้อย่างเหมาะสม	4.03	0.57
5. ด้านการใช้งาน		
5.1 บรรจุภัณฑ์สามารถบรรจุได้ง่าย และเป็นระเบียบ	4.00	0.59
5.2 บรรจุภัณฑ์มีความสะดวกสบายในการจัดแสดง และขนส่ง	4.15	0.57
6. ด้านความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม		
6.1 บรรจุภัณฑ์ใช้ภาชนะหีบห่อพอดีกับความต้องการของผู้บริโภคไม่ฟุ่มเฟือย	4.13	0.56
6.2 วัสดุบรรจุภัณฑ์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.13	0.60
รวม	4.09	0.58

อภิปรายผลการวิจัย

ยางนาถือเป็นไม้ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย [1] และสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้หลายรูปแบบ ดังเช่นที่วิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืน จังหวัดปราจีนบุรี ได้ดำเนินการจัดทำผลิตภัณฑ์จากยางนาเพื่อวัตถุประสงค์ในการอนุรักษ์ควบคู่กับการสร้างรายได้ให้กับชุมชน [2] การออกแบบบรรจุภัณฑ์จากงานวิจัยนี้ได้คำนึงถึงอัตลักษณ์ท้องถิ่นที่สามารถนำมาต่อยอดและสร้างมูลค่าผ่านการออกแบบเป็นสินค้าชุมชนด้วยการใช้ฐานทุนทางทรัพยากรธรรมชาติและทุนทางวัฒนธรรมเพื่อแปลงไปสู่การสร้างสินค้าชุมชน [4] กรณีของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืน ซึ่งมีความโดดเด่นทางด้านทรัพยากรยางนาที่ชุมชนสามารถร่วมกันอนุรักษ์และนำมาใช้ประโยชน์จึงก่อให้เกิดเป็นการสร้างมูลค่าให้กับสมาชิกในชุมชน

หลักในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ได้นำหลักการออกแบบ โดยคำนึงถึงหน้าที่การใช้งาน ความสะดวกต่อการใช้งาน ความสวยงาม ความน่าเชื่อถือ การบำรุงรักษาและการบริการ ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การนำกลับไปใช้ใหม่ และการย่อยสลาย ความปลอดภัย และความต้องการของผู้บริโภค [3] ร่วมกับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น [4] นอกจากนี้ยังคำนึงถึงความต้องการของทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค ซึ่งการเลือกใช้วัสดุเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ได้อ้างอิงถึงความเรียบง่ายที่ชุมชนสามารถนำไปใช้ได้ วัสดุกระดาษเป็นไขห่อเพียงชั้นเดียว เพราะคุณสมบัติของกระดาษไขนั้นมีความเหนียว มีความบาง โปร่งแสง สามารถกันน้ำ และเก็บความชุ่มชื้นได้ เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการผลิตภัณฑ์สีเขียว (Green product) ซึ่งควรเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ภาชนะหีบห่อน้อยที่สุด ผลิตให้พอดีกับความต้องการของผู้บริโภค ไม่ใช่สารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ สามารถนำกลับมาหมุนเวียนใช้ได้ใหม่ ช่วยอนุรักษ์พลังงานธรรมชาติ ผลิตแล้วไม่สิ้นเปลือง เป็นต้น [5] แนวคิดดังกล่าวเป็นแนวคิดที่มีความสำคัญต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ในครั้งนี้ที่ให้ความสำคัญกับการสร้างบรรจุภัณฑ์ที่สร้างความโดดเด่นและมีส่วนช่วยในการอนุรักษ์ยางนา

การออกแบบบรรจุภัณฑ์ในงานวิจัยนี้สามารถแสดงให้เห็นถึงความเป็นท้องถิ่น ซึ่งจากผลการประเมินทั้งผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มผลิตและผู้บริโภคที่ให้ค่าคะแนนการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับมาก บรรจุภัณฑ์สามารถส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์มีมูลค่าเพิ่มขึ้นเป็นการเพิ่มคุณค่าทางด้านจิตวิทยาต่อผู้บริโภค ซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์มีมูลค่ามากยิ่งขึ้น [6] เช่นเดียวกับด้านความสวยงาม มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เพราะการออกแบบฉลากบรรจุภัณฑ์นั้นใช้ภาพกราฟิกออกแบบผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สร้างมุมมองในเรื่องความทันสมัยและสร้างความสนใจให้แก่ผู้บริโภค การสร้างภาพลักษณ์ที่เหมาะสม สวยงามบนบรรจุภัณฑ์สามารถเพิ่มความน่าเชื่อถือและดึงดูดสายตาผู้บริโภค รวมทั้งเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ง่ายขึ้น [7]

ผลิตภัณฑ์สบู่อจากวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืนสามารถนำไปสู่การพัฒนาต่อยอดได้ด้วยการวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตที่เป็นมาตรฐาน รวมถึงการพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายให้มีความหลากหลายมากกว่าปัจจุบันที่มีเฉพาะการจำหน่ายในชุมชนและการออกงานต่างๆ [2] รวมถึงการพัฒนาการตลาด การประชาสัมพันธ์สร้างการรับรู้เพื่อให้ผู้บริโภคได้เข้าถึงข้อมูลการใช้ เพราะที่ผ่านมามีการใช้สบู่อจากวิสาหกิจชุมชนมีผลการตอบรับที่ดีจากผู้บริโภคในเรื่องสรรพคุณของสบู่ยางนาที่ช่วยในการลดการอักเสบได้ดี [2] จากงานวิจัยที่ช่วยพัฒนาพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ฉลากสินค้าและตราสินค้า ให้เป็นที่สนใจแล้ว หากมีพัฒนาด้านการตลาดที่ดีร่วมด้วยก็จะสามารถช่วยเพิ่มรายได้ให้กับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืนเพื่อนำไปใช้ในการอนุรักษ์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มาจากยางนาต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การออกแบบผลิตภัณฑ์สบู่นาของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืน ด้วยการนำอัตลักษณ์ท้องถิ่นของชุมชนบ้านโคกมะกอก อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี มาใช้ในการออกแบบทำให้ได้ตราสินค้าที่สะท้อนวิถีชีวิต ความโดดเด่นเรื่องยางนาซึ่งเป็นไม้อนุรักษ์ของชุมชน รวมถึงการปรับรูปแบบฉลากสินค้าให้มีข้อมูลที่ชัดเจน การออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สามารถใช้งานได้สะดวก และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยผลการประเมินในด้านบรรจุภัณฑ์ ด้านฉลาก ด้านความสวยงาม ด้านการสื่อสารอัตลักษณ์ ด้านการใช้งาน และด้านความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับมาก เช่นเดียวกับผลการประเมินจากผู้ผลิตและผู้บริโภคที่อยู่ในระดับมากเช่นกัน บรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบสามารถนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์สบู่นาของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอนุรักษ์ยางนาเพื่อพลังงานที่ยั่งยืนได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] นาถธิดา วีระปรียาภุร. (2559). *ยางนา พืชอนุรักษ์ อพ.สช.* โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สนองพระราชดำริ โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [2] บุญธิดา ม่วงศรีเมืองดี, ปัญญา ไวยบุญญา, ประภัสสร ยอดสง่า และ ปณิตดา ลากเกิน. (2563). *รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ การเสริมสร้างศักยภาพชุมชนต้นแบบไม่มีค่าเพื่อการอนุรักษ์ และใช้ประโยชน์จากไม้ยางนา (Dipterocarpus alatus Roxb. ex G. Don) บ้านโคกมะกอก อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี.* สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ
- [3] Anil Mital, Anoop Desai, Anand Subramanian, Aashi Mital. (2014). Design for Usability. In *Product Development*. Editor(s): Anil Mital, Anoop Desai, Anand Subramanian, Aashi Mital. pp 335-418. Second Edition. Elsevier.
- [4] อรัญ วาณิชกร. (2559). *การออกแบบผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [5] สันทนา อมรไชย. (2552). ผลิตภัณฑ์สีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ*. 57 (179): 29-36.
- [6] สุทธิศักดิ์ กลิ่นแก้วณรงค์. (2558). การออกแบบบรรจุภัณฑ์ เพื่อผลิตภัณฑ์ OTOP. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ*. 63(199): 19-21.
- [7] วรณัฐ จันท. (2561 กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์ของสบู่ยี่ห้อ Kefir Beauty เพื่อเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่าย. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี*. 7(2): 182-192.

**RANC15-082 การพัฒนาอาหารเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวชนิดเส้นสายไมโครสปอรา
เสริมด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร**

**DEVELOPMENT OF CULTURE MEDIUM FOR FILAMENTOUS GREEN ALGAE
MICROSPORA SP. SUPPLEMENTED WITH AGRICULTURAL WASTES**

ธันวกร จันทโสภณ¹ ธัญญลักษณ์ คงใต้¹ บงกช บุญบุรพงศ์¹ ทรงกลด ไบยา²
อาภรณ์ บัวหลวง³ สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ^{1*}

*Thunwakorn chunthasopon¹, tanyaluk kongdai¹, Bongkoj Boonburapong¹, Songklod Baiya²,
Aporn Bualuang³, Surasak Laloknam^{1*}*

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

¹Department of General Science, Faculty of Science, Srinakharinwirot University.

²ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

²Department of Biology, Faculty of Science, Srinakharinwirot University.

³วิทยาลัยแพทยศาสตร์นานาชาติจุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

³Chulabhorn International College of Medicine, Thammasat University.

*Corresponding author, E-mail: surasak2515@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอาหารเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวชนิดเส้นสายไมโครสปอราเสริมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ กากน้ำตาล กากถั่วเหลือง และ กระจุกปลาป่น ในอาหารสูตรบรีสตัล ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายไมโครสปอราน้ำหนักสดร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ในอาหารเพาะเลี้ยงสูตรบรีสตัลที่เสริมด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ความเข้มข้น 0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 และ 1.0%(w/v) ตั้งไว้ภายใต้อุณหภูมิห้องและแสงธรรมชาติ รับแสงต่อเนื่องเฉลี่ย 12 ชั่วโมงต่อวัน ทำการติดตามการเจริญเติบโตของไมโครสปอรา โดยทำการชั่งน้ำหนักสด และปริมาณคลอโรฟิลล์ ทุก ๆ 3 วันเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า ชนิดของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่เสริมในอาหารเพาะเลี้ยงสูตรบรีสตัลที่ทำให้การเจริญของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราสูงที่สุด คือ กากถั่วเหลือง รองลงมา คือ กากน้ำตาล และกระจุกปลาป่น ตามลำดับ ความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ 0.01%(w/v) จากผลการวิจัยนี้อธิบายได้ว่าอาหารสูตรบรีสตัลเสริมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรทำให้สาหร่ายสีเขียวเจริญเติบโตได้ดีขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

คำสำคัญ: สาหร่ายสีเขียวชนิดเส้นสาย การเจริญเติบโต วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร อาหารเพาะเลี้ยง

Abstract

This research aimed to develop culture medium of filamentous green algae *Microspora* sp. (MSP) supplemented with agricultural wastes, sugarcane molasses (SCM), soybean meal (SBM), and fishbone meal (FBM) in Bristol medium (BTM). One % (w/v) of fresh weight MSP was inoculated to BTM (control) and BTM supplemented with different agricultural wastes with various concentrations (0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1, and 1.0% (w/v)). All cultural medium treatments were grown at room temperature under natural light for 12 hours. Cell growth of MSP was monitored every three days for 30 days based on fresh weight and chlorophyll contents. The results showed that the highest growth of MSP was BTM supplemented SBM following with SCM and FBM, respectively. The optimal concentration of all treatments was 0.01% (w/v). This finding suggested that agricultural wastes could be used as valuable sources to promote green algae growth for its application.

Keywords: Filamentous Green Algae, Growth, Agricultural Wastes, Culture Medium

บทนำ

สาหร่ายไมโครสปอรา (*Microspora* sp.) เป็นสาหร่ายสีเขียวอยู่ในดิวิชันคลอโรไฟตา (Division Chlorophyta) มีรูปร่างเป็นเส้น (filamentous algae) ไม่แตกแขนง พบได้ในแหล่งน้ำจืด น้ำกร่อย และ น้ำเค็ม ในลักษณะลอยน้ำอย่างอิสระ หรือเกาะกับวัตถุใต้น้ำ ในประเทศไทยมีรายงานพบสาหร่ายไมโครสปอราในแหล่งน้ำจืดทางภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น ทางภาคเหนือที่แม่น้ำน่าน พบสาหร่าย *M. floccose*, *M. pachyderma* และ *Microspora* sp. และ มักจะอยู่ร่วมกับสาหร่ายสีเขียว *Cladophora* spp. รวมกัน เรียกว่า สาหร่ายไถ ประโยชน์ของสาหร่ายชนิด *Microspora* sp. คือ นำมาบริโภคและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เนื่องจากมีโปรตีน วิตามิน และเกลือแร่หลายชนิด [1] สาหร่ายชนิดนี้ถ้าล้างให้สะอาดสามารถรับประทานสด แทนผักและผลไม้เพราะมีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกัน นอกจากนี้สามารถนำมาทำสาหร่ายแห้งโดยฟึ่งให้แห้งและรับแสงแดดตามธรรมชาติพบว่าให้คุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าผักและผลไม้และมีกากใยอาหาร [2]

โดยทั่วไปสาหร่ายชนิดเส้นสายมีการเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มผลผลิตจำนวนน้อยและส่วนมากจะทำการเก็บเมื่อถึงฤดูการตามธรรมชาติ จากการสังเกตของผู้วิจัยสาหร่ายสีเขียวชนิดเส้นสาย เช่น ไถ จะพบมากในช่วงหลังฤดูฝนประมาณ 1 เดือน หรือ ช่วยพฤศจิกายนถึงธันวาคม ดังนั้นจึงไม่มีในช่วงอื่น ๆ จึงจำเป็นต้องหาวิธีการเพาะเลี้ยงนอกฤดูการโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม บัจจัยหนึ่งคืออาหารเพาะเลี้ยง เพราะเป็นแหล่งอาหารที่มีแหล่งคาร์บอน และ ไนโตรเจน รวมถึงสารอาหารประเภทอื่น ๆ อาหารเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมทำให้ได้สาหร่ายปริมาณผลผลิตชีวมวลสูง บัจจัยในภาพรวมของการเพาะเลี้ยง คือ 1) อาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ประกอบด้วย ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ โปแตสเซียม และเกลือแร่ต่าง ๆ 2) รูปแบบของการเพาะเลี้ยง เช่น การเพาะเลี้ยงในบ่อเปิดและการเพาะเลี้ยงโดยใช้ถังปฏิกรณ์แบบต่าง ๆ และ 3) บัจจัยอื่น เช่น แสง ค่าความเป็นกรดต่าง อุณหภูมิ ออกซิเจน ค่าสัดส่วนระหว่างไนโตรเจนและฟอสฟอรัส [3]

วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร คือ ผลพลอยได้จากการนำผลผลิตทางการเกษตรไปใช้ประโยชน์และหลังจากการแปรรูปผลผลิต ทำให้มีเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร [4] เช่น กากน้ำตาลซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อย และกากน้ำตาลมีองค์ประกอบส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำตาลประมาณ 50-60% และแร่ธาตุต่าง ๆ ซึ่งจะประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุกโตส และน้ำตาลซูโครส [5] กากถั่วเหลืองจากการผลิตนมถั่วเหลืองหรือเต้าหู้ เหลือส่วนที่เป็นกากถั่วเหลือง ซึ่งกากถั่วเหลืองเมื่ออบแห้งประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 24-

28 ไขมันร้อยละ 8-12 เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำร้อยละ 40-44 เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำร้อยละ 12-15 และเกลือแร่ [6] ซึ่งกากถั่วเหลือง มีโปรตีน กรดอะมิโน และไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบหลัก [7] และกระดูกปลาน้ำจืดเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการแปรรูปปลา มีองค์ประกอบในด้านโภชนาการที่สำคัญ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และเถ้า [8] และ พบปริมาณของแคลเซียมสูงถึง 24.56% [9]

เนื่องจากสาหร่ายไมโครสปอราเป็นแหล่งสารอาหารที่สามารถนำบริโภคได้ มีลักษณะการเจริญเติบโตคล้ายกับพืชน้ำ จึงจำเป็นต้องได้รับธาตุอาหารหลักที่เหมาะสม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาเบื้องต้นในความเป็นไปได้เพื่อนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ กากน้ำตาล กากถั่วเหลือง และกระดูกปลาน้ำจืด มาเสริมในการเลี้ยงอาหารสูตรปกติบริสตอล (Bristol medium) เพื่อเป็นอาหารเพาะเลี้ยงสาหร่ายในการเพิ่มผลผลิตของสาหร่ายสีเขียวนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของชนิดของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่เสริมแหล่งอาหารในอาหารเพาะเลี้ยงต่อการเจริญของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา
2. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่เสริมแหล่งอาหารในอาหารเพาะเลี้ยงต่อการเจริญของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา (*Microspora sp.*)

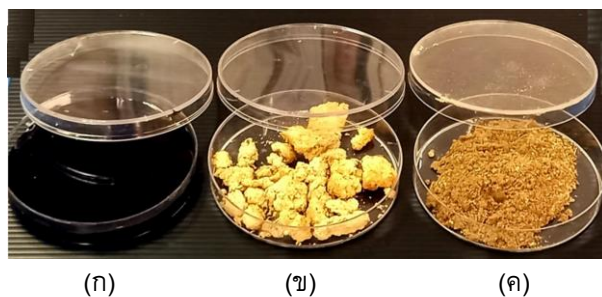
นำสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราจากห้องปฏิบัติการภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพาะเลี้ยงในอาหารชนิดบริสตอล (Bristol medium) พีเอช 6.5 ในบ่อเลี้ยงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 25 เซนติเมตร โดยมีอาหารเลี้ยงสูงประมาณ 20 เซนติเมตร โดยใช้ภาวะตามสภาพธรรมชาติอุณหภูมิห้อง ได้รับแสงเฉลี่ยต่อวัน 12 ชั่วโมง (ภาพที่ 1) เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน ก่อนทำการทดลอง



ภาพที่ 1 บ่อเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราในห้องปฏิบัติการ

การเตรียมตัวอย่างอาหารเพาะเลี้ยงบิสต์ลเสริมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ 1) กากน้ำตาล (sugarcane molasses: SGCM) ทำการซื้อมาจากตลาดนัดสวนจตุจักร จังหวัดกรุงเทพมหานคร 2) กากถั่วเหลือง (soy bean meal: SBM) ได้รับความอนุเคราะห์จากร้านค้าบริเวณตลาดเทเวศร์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร และ 3) กระดูกปลาป่น (fish bone meal: FBM) ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท ย.มารีนีย์ โปรดักส์ จังหวัดสงขลา แสดงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรดังกล่าวที่ 2 เตรียมอาหารเพาะเลี้ยงบิสต์ลเสริมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรแบบเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (10% (w/v) stock solution medium) ใช้ตัวละลายแต่ละชนิดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และใช้อาหารเพาะเลี้ยงบิสต์ลเป็นตัวทำละลาย นำไปทำให้ปลอดเชื้อโดยการสเตอริไรซ์ที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ได้เป็นอาหารเพาะเลี้ยงบิสต์ลเสริมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรแบบเข้มข้นแล้วนำไปเจือจางด้วยอาหารเพาะเลี้ยงบิสต์ลปรับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ 0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 และ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร



ภาพที่ 2 วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร
(ก) กากน้ำตาล (ข) กากถั่วเหลือง และ (ค) กระดูกปลาป่น

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายไมโครสปอราในอาหารบิสต์ลเสริมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

เพาะเลี้ยงสาหร่ายไมโครสปอราในกระปุกพลาสติกใสขนาด 30 มิลลิลิตร เติมน้ำอาหารเพาะเลี้ยง ปริมาตร 20 มิลลิลิตร โดยใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ กากน้ำตาล กากถั่วเหลือง และกระดูกปลาป่นเสริมเข้าไปผสมกับอาหารเพาะเลี้ยงสูตร Bristol medium (BT) ในรูปแบบความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เนื่องจากไม่มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุทั้ง 3 ชนิด มาก่อนในการเสริมอาหารจึงใช้แนวคิดเพิ่มความเข้มข้นของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชุดละ 10 เท่า ได้แก่ ความเข้มข้น 0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 และ 1.0 % (w/v)

นำสาหร่ายไมโครสปอราจากบ่อเลี้ยงมารองแล้วล้างด้วยน้ำสะอาดด้วยการผ่านน้ำลงในตะแกรงกรองจำนวน 2 ครั้ง ใช้กระดาษทิชชูซับน้ำออกจากจากสาหร่ายไมโครสปอราที่อยู่ในตะแกรงกรองจนแห้งเพื่อเป็นสาหร่ายไมโครสปอรา (Fresh algae Microspora) สำหรับใช้ในการศึกษา จากนั้นชั่งสาหร่ายไมโครสปอราปริมาณ 0.4 กรัม ได้เป็นความเข้มข้นของสาหร่ายไมโครสปอราร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ลงในอาหารเพาะเลี้ยงแต่ละชุด และตั้งไว้ภายใต้อุณหภูมิและแสงธรรมชาติ (มีแสงเฉลี่ย 12 ชั่วโมง) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แสดงสถานะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 สภาวะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา (อาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม BT)

ติดตามการเจริญของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา

ติดตามการเจริญของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา โดยทำการวัดการเจริญเติบโต 2 วิธี คือ น้ำหนักสด และปริมาณคลอโรฟิลล์ ทุก ๆ 3 วัน เป็นระยะเวลา 30 วัน ดังนี้

1) การชั่งน้ำหนักสด (fresh weight) ทำการกรองสาหร่ายลงบนตะแกรงกรองล้างตะกอนที่ติดมากับสาหร่ายจำนวน 2 ครั้ง ชั้สาหร่ายด้วยกระดาษทิชชู 30 วินาที ชั้สาหร่ายด้วยเครื่องชั่งดิจิทัล ทศนิยม 3 ตำแหน่ง บันทึกผลใช้หน่วยเป็น กรัม และ คำนวณความสามารถในการผลิต (productivity) โดยใช้น้ำหนักสดในวันที่ทำการศึกษาหารด้วยวันที่ทำการศึกษ ตามสูตรดังนี้

$$\text{ความสามารถในการผลิต (g/day)} = \text{น้ำหนักสด (g)} / \text{จำนวนวัน (day)}$$

2) การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ (chlorophyll content) ตัดแปลงจากวิธีของ Phetprom et al (2021) [10] และ Wellburn (1994) [11] ชั้สาหร่ายสดปริมาณ 0.1 กรัม นำไปสกัดคลอโรฟิลล์โดยใช้เอทานอลเข้มข้นนำไปให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟกำลัง 400 วัตต์ ระยะเวลา 15 วินาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำไปเซนตริฟิวจ์ที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 10 นาที เทส่วนใสเก็บไว้สังเกตสีที่ได้ และ วัดและคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ตามวิธีของ Wellburn (1994) [11]

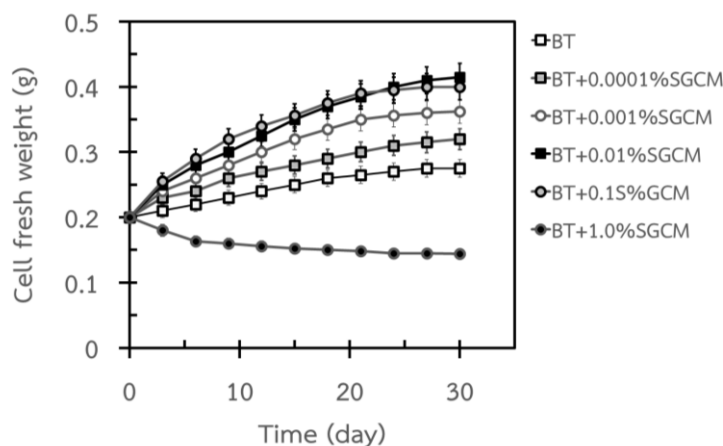
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดลองจากการวิจัยจัดทำทั้งหมด 3 ซ้ำ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$)

ผลการวิจัย

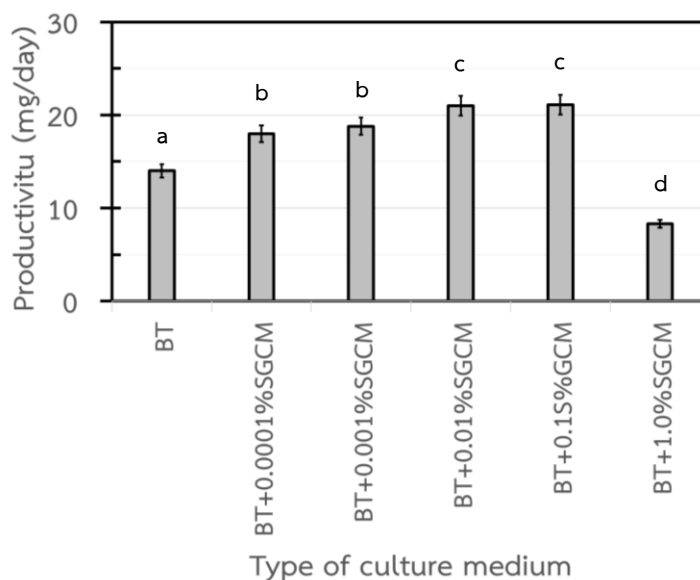
ผลของการเสริมแหล่งอาหารที่ได้จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นกากน้ำตาลต่อการเจริญของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา

นำสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร Bristol medium (BT) ที่เสริมด้วยกากน้ำตาล (SCM) ที่ความเข้มข้น 0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 และ 1.0 % (w/v) ทำการวัดการเจริญเติบโต ทุก ๆ 3 วัน เป็นระยะเวลา 30 วัน ติดตาม 2 วิธี คือ น้ำหนักสด และปริมาณคลอโรฟิลล์ ดังภาพที่ 4



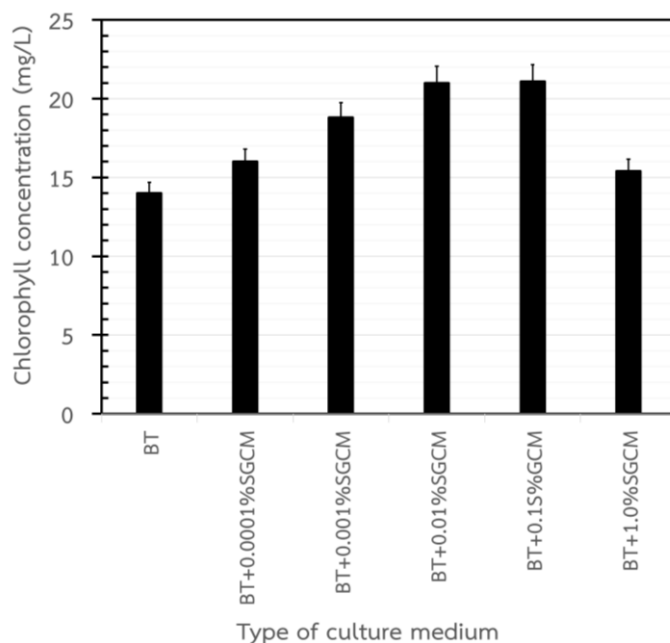
ภาพที่ 4 ผลของอาหารเสริมด้วยกากน้ำตาลในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม BT ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ต่อการเจริญของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา

จากภาพที่ 4 พบว่า สาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร BT เสริมกากน้ำตาล ความเข้มข้นแตกต่างกันมีการเจริญเติบโตแตกต่างกัน เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกากน้ำตาลเป็น 0.0001 – 0.1%(w/v) มีแนวโน้มการเจริญเติบโตสูงขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกากน้ำตาลจากสูตรควบคุม BT โดยมีรูปแบบการเจริญเติบโตเป็นลักษณะทวีคูณ (log phase) ในช่วง 18 วัน หลังจากนั้นมีการเจริญเติบโตคงที่ (stationary phase) จนสิ้นสุดการศึกษาในวันที่ 30 ที่ความเข้มข้นกากน้ำตาล 1.0%(w/v) การเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงสิ้นสุดการศึกษาในวันที่ 30 จากนั้นทำการพิจารณาความสามารถในการผลิต (Productivity) ของอาหารเพาะเลี้ยงที่มีความเข้มข้นกากน้ำตาลแตกต่างกัน แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ผลผลิตของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราที่เพาะเลี้ยงในอาหารเสริมด้วยกากน้ำตาลในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม BT วันที่ 18

จากภาพที่ 5 พบว่า สาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราที่เพาะเลี้ยงในอาหารเพาะเลี้ยงสูตร BT เสริมกากน้ำตาลความเข้มข้น 0.0001 – 0.1%(w/v) มีแนวโน้มในการให้ผลผลิตสูงขึ้นและที่ความเข้มข้น 1.0%(w/v) การให้ผลผลิตลดลงประมาณครึ่งหนึ่งของอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม โดยความสามารถในการผลิตของอาหารเพาะเลี้ยงเสริมกากน้ำตาลความเข้มข้น 0.01(w/v) และ 0.1%(w/v) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นในการผลิตสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา เลือกใช้อาหารเพาะเลี้ยงสูตร BT เสริมกากน้ำตาลความเข้มข้น 0.01(w/v) เหมาะสมที่สุดให้ผลผลิต 21.0 mg/day สูงกว่าอาหารเพาะเลี้ยงสูตร BT (14.2 mg/day) ประมาณ 1.48 เท่า จากนั้นศึกษาความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตโดยวัดความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในวันที่ 18 แสดงดังภาพที่ 6

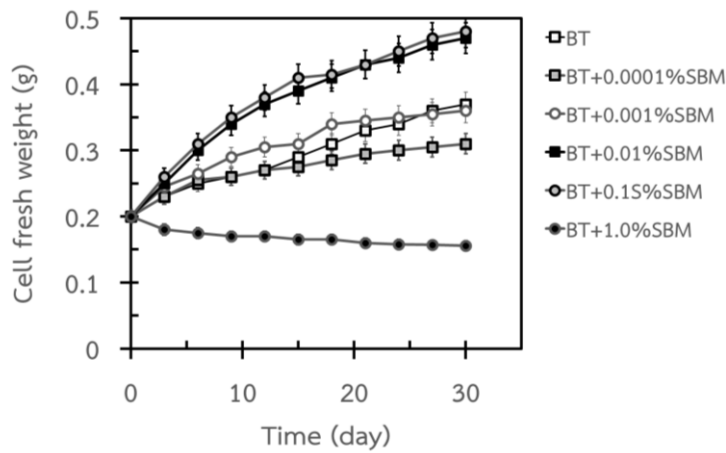


ภาพที่ 6 ผลของอาหารเสริมด้วยกากน้ำตาลในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม BT ต่อความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราที่เพาะเลี้ยงวันที่ 18

จากภาพที่ 6 พบว่า สาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราที่เพาะเลี้ยงในอาหารเพาะเลี้ยงสูตร BT เสริมกากน้ำตาลความเข้มข้น 0 – 0.1%(w/v) ในวันที่ 18 มีแนวโน้มของความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์สูงขึ้นและที่ความเข้มข้น 1.0%(w/v) ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ลดลงประมาณครึ่งหนึ่งของอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม มีรูปแบบคล้ายกับเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต

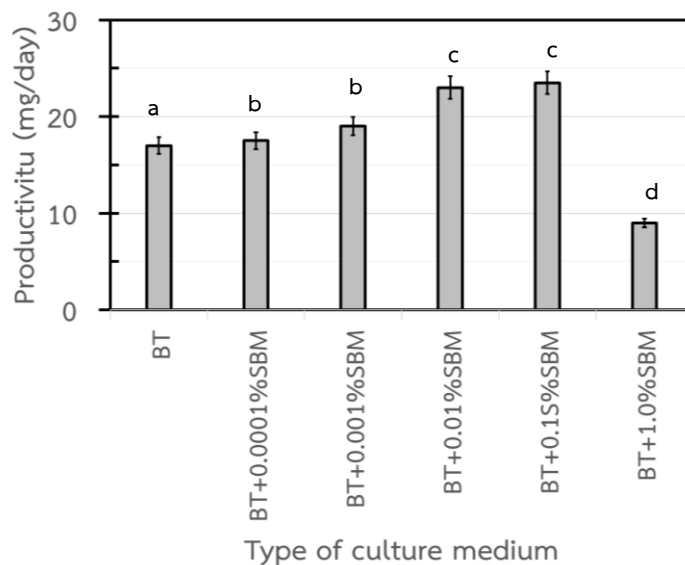
ผลของการเสริมแหล่งอาหารที่ได้จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นกากถั่วเหลืองต่อการเจริญของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา

นำสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร Bristol medium (BT) ที่เสริมด้วยกากถั่วเหลือง (SBM) ที่ความเข้มข้น 0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 และ 1.0 %(w/v) ทำการวัดการเจริญเติบโต ทุก ๆ 3 วัน เป็นระยะเวลา 30 วัน ติดตาม 2 วิธี คือ น้ำหนักสด และปริมาณคลอโรฟิลล์ ดังภาพที่ 7



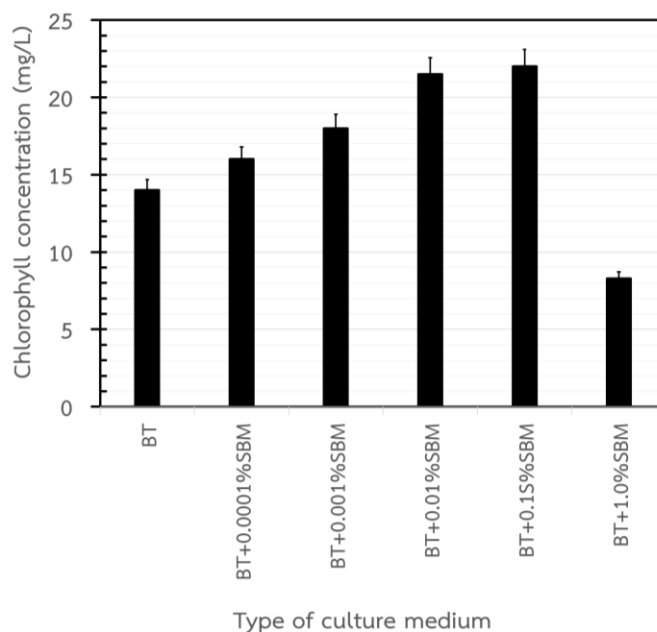
ภาพที่ 7 ผลของอาหารเสริมด้วยกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม BT ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ต่อการเจริญของสาหร่ายสีเขียวมัยโครสปอรา

จากภาพที่ 7 พบว่า สาหร่ายสีเขียวมัยโครสปอราที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร BT เสริมกากถั่วเหลืองความเข้มข้นแตกต่างกันมีการเจริญเติบโตแตกต่างกัน เมื่อเพิ่มความเข้มข้นกากถั่วเหลืองเป็น 0.0001 – 0.1%(w/v) มีแนวโน้มการเจริญเติบโตสูงขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกากถั่วเหลืองจากสูตรควบคุม BT โดยมีรูปแบบการเจริญเติบโตเป็นลักษณะทวีคูณ (log phase) ในช่วง 18 วัน หลังจากนั้นแนวโน้มการเจริญเติบโตคงที่ (stationary phase) จนสิ้นสุดการศึกษาในวันที่ 30 ที่ความเข้มข้นกากถั่วเหลือง 1.0%(w/v) การเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวมัยโครสปอราที่มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงสิ้นสุดการศึกษาในวันที่ 30 จากนั้นทำการพิจารณาความสามารถในการผลิต (Productivity) ของอาหารเพาะเลี้ยงที่มีความเข้มข้นกากถั่วเหลืองแตกต่างกัน แสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ผลผลิตของสาหร่ายสีเขียวมัยโครสปอราที่เพาะเลี้ยงในอาหารเสริมด้วยกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม BT วันที่ 18

จากภาพที่ 8 พบว่า สาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราที่เพาะเลี้ยงในอาหารเพาะเลี้ยงสูตร BT เสริมกากถั่วเหลืองความเข้มข้น 0.0001 – 0.1%(w/v) มีแนวโน้มในการให้ผลผลิตสูงขึ้นและที่ความเข้มข้น 1.0%(w/v) การให้ผลผลิตลดลงประมาณครึ่งหนึ่งของอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม โดยความสามารถในการผลิตของอาหารเพาะเลี้ยงเสริมกากถั่วเหลืองความเข้มข้น 0.01(w/v) และ 0.1%(w/v) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นในการผลิตสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา เลือกใช้อาหารเพาะเลี้ยงสูตร BT เสริมกากถั่วเหลืองความเข้มข้น 0.01(w/v) เหมาะสมที่สุดให้ผลผลิต 23.1 mg/day สูงกว่าอาหารเพาะเลี้ยงสูตร BT (15.5 mg/day) ประมาณ 1.49 เท่า จากนั้นศึกษาความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตโดยวัดความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในวันที่ 18 แสดงดังภาพที่ 9

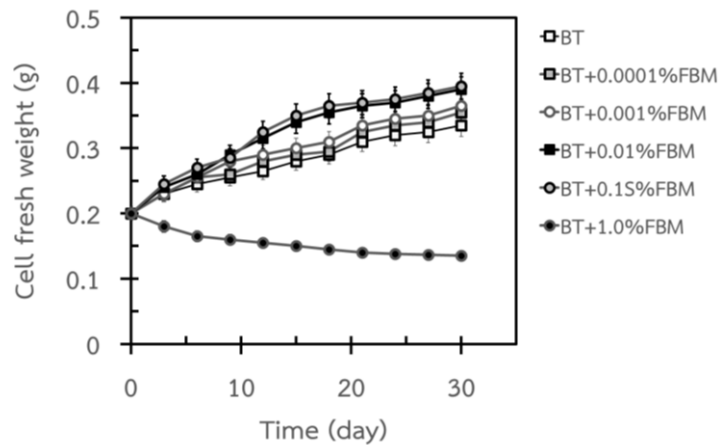


ภาพที่ 9 ผลของอาหารเสริมด้วยกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม BT ต่อความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราที่เพาะเลี้ยงวันที่ 18

จากภาพที่ 9 พบว่า สาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราที่เพาะเลี้ยงในอาหารเพาะเลี้ยงสูตร BT เสริมกากถั่วเหลืองความเข้มข้น 0 – 0.1%(w/v) ในวันที่ 18 มีแนวโน้มของความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์สูงขึ้นและที่ความเข้มข้น 1.0%(w/v) ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ลดลงประมาณครึ่งหนึ่งของอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม มีรูปแบบคล้ายกับเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต

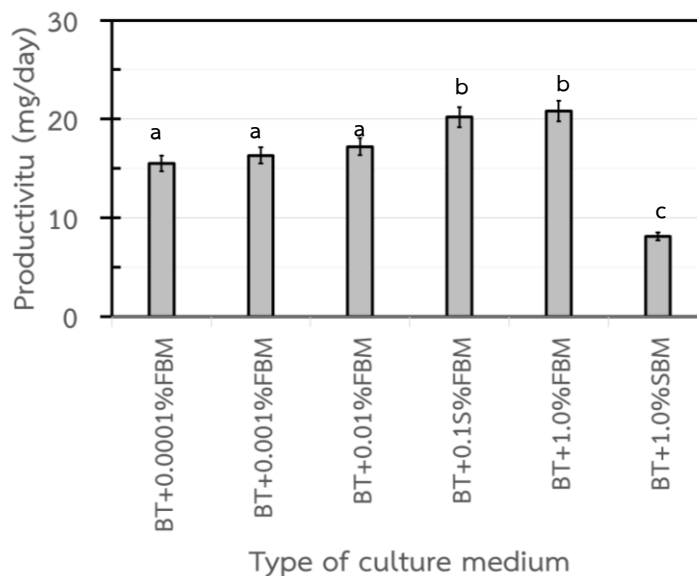
ผลของการเสริมแหล่งอาหารที่ได้จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นกระดูกปลาป่นต่อการเจริญของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา

นำสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร Bristol medium (BT) ที่เสริมด้วยกระดูกปลาป่น (FBM) ที่ความเข้มข้น 0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 และ 1.0 %(w/v) ทำการวัดการเจริญเติบโต ทุก ๆ 3 วัน เป็นระยะเวลา 30 วัน ติดตาม 2 วิธี คือ น้ำหนักสด และปริมาณคลอโรฟิลล์ ดังภาพที่ 10



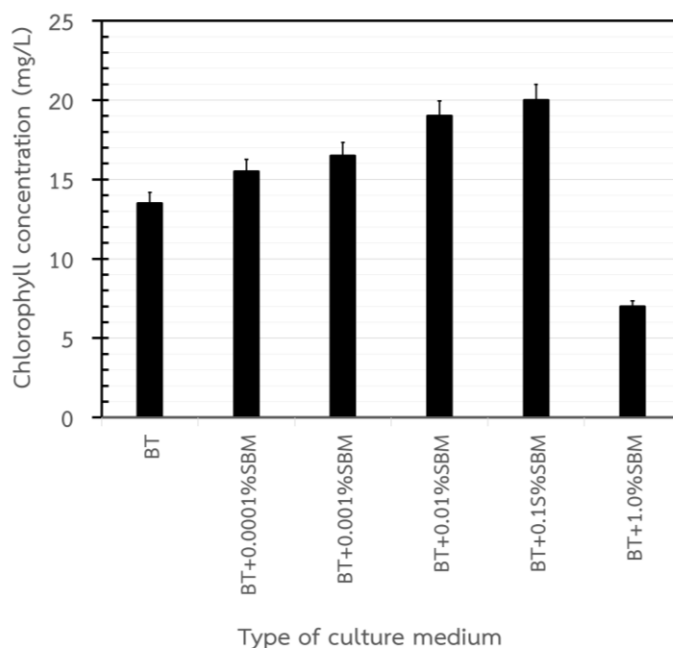
ภาพที่ 10 ผลของอาหารเสริมด้วยกระดูกปลาป่นในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม BT ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ต่อการเจริญของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา

จากภาพที่ 10 พบว่า สาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร BT เสริมกระดูกปลาป่น ความเข้มข้นแตกต่างกันมีการเจริญเติบโตแตกต่างกัน เมื่อเพิ่มความเข้มข้นกระดูกปลาป่นเป็น 0.0001 – 0.1%(w/v) มีแนวโน้มการเจริญเติบโตสูงขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกระดูกปลาป่นจากสูตรควบคุม BT โดยมีรูปแบบการเจริญเติบโตเป็นลักษณะทวีคูณ (log phase) ในช่วง 18 วัน หลังจากนั้นแนวโน้มการเจริญเติบโตคงที่ (stationary phase) จนสิ้นสุดการศึกษาในวันที่ 30 ที่ความเข้มข้นกระดูกปลาป่น 1.0%(w/v) การเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงสิ้นสุดการศึกษาในวันที่ 30 จากนั้นทำการพิจารณาความสามารถในการผลิต (Productivity) ของอาหารเพาะเลี้ยงที่มีความเข้มข้นกระดูกปลาป่นแตกต่างกัน แสดงดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ผลผลิตของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราที่เพาะเลี้ยงในอาหารเสริมด้วยกระดูกปลาป่นในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม BT วันที่ 18

จากภาพที่ 11 พบว่า สาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราที่เพาะเลี้ยงในอาหารเพาะเลี้ยงสูตร BT เสริมกระดูกปลาปนความเข้มข้น 0.0001 – 0.1%(w/v) มีแนวโน้มในการให้ผลผลิตสูงขึ้นและที่ความเข้มข้น 1.0%(w/v) การให้ผลผลิตลดลงประมาณครึ่งหนึ่งของอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม โดยความสามารถในการผลิตของอาหารเพาะเลี้ยงเสริมกระดูกปลาปนความเข้มข้น 0.01(w/v) และ 0.1%(w/v) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นในการผลิตสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา เลือกใช้อาหารเพาะเลี้ยงสูตร BT เสริมกระดูกปลาปนความเข้มข้น 0.01(w/v) เหมาะสมที่สุดให้ผลผลิต 20.1 mg/day สูงกว่าอาหารเพาะเลี้ยงสูตร BT (15.1 mg/day) ประมาณ 1.3 เท่า จากนั้นศึกษาความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตโดยวัดความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในวันที่ 18 แสดงดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ผลของอาหารเสริมด้วยกระดูกปลาปนในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม BT ต่อความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราที่เพาะเลี้ยงวันที่ 18

จากภาพที่ 12 พบว่า สาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราที่เพาะเลี้ยงในอาหารเพาะเลี้ยงสูตร BT เสริมกระดูกปลาปนความเข้มข้น 0 – 0.1%(w/v) ในวันที่ 18 มีแนวโน้มของความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์สูงขึ้นและที่ความเข้มข้น 1.0%(w/v) ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ลดลงประมาณครึ่งหนึ่งของอาหารเพาะเลี้ยงสูตรควบคุม มีรูปแบบคล้ายกับเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลของการเสริมแหล่งอาหารในอาหารเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราโดยใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ กากน้ำตาล กากถั่วเหลือง และ กระดูกปลาปน ในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงชนิดบรีสตอล (Bristol Meium) มีวิธีการเตรียม ดังนี้ ใช้ส่วนใสของสารละลายดินในน้ำจืด (soil-water supernatant) แทนสารละลายธาตุอาหารที่จำเป็น (trace element solution) ประกอบด้วยโซเดียมไนเตรด (NaNO_3) 10 กรัม แคลเซียมคลอไรด์ 2-ไฮเดรต ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 1 กรัม แมกนีเซียมซัลเฟต 7-ไฮเดรต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 2 กรัม ไดโปแตสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4) 4 กรัม โมโนโปแตสเซียมไฮโอเจนออร์โทฟอสเฟต (KH_2PO_4)

6 กรัม โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 1 กรัม ละลายสารแต่ละชนิดในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร การเตรียมสารอาหารสูตรนี้ นำสารละลายแต่ละชนิดมา ชนิด ๆ ละ 10 มิลลิลิตร ผสมกับส่วนใสของส่วนใสของสารละลายดินน้ำจืด 50 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 1,000 มิลลิลิตร (การเตรียมส่วนใสของสารละลายดินโดยใช้อัตราส่วนของดินกับน้ำกลั่น 1 : 3 ต้มประมาณ 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วตักตะกอนนำส่วนใสไปใช้ในการเตรียมอาหาร ใช้ปูนขาวหรือแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO₃) ในการปรับพีเอช) พบว่า สารเคมีที่มีเป็นองค์ประกอบหลักของธาตุอาหาร NPK สอดคล้องกับ นุชนาด แซ่มซ้อย (2557) รายงานว่า การเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กให้ได้ปริมาณผลผลิตชีวมวลสูง ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ รูปแบบของการเพาะเลี้ยง อาหารเพาะเลี้ยง ซึ่งประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ได้แก่ คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ และ แคลเซียม (คาร์บอนไดออกไซด์) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นอีก ได้แก่ แสง ค่าความเป็นกรดต่าง อุณหภูมิ ออกซิเจน ค่าสัดส่วนระหว่างไนโตรเจน และฟอสฟอรัส [3] และ Idenyi et al (2016) การรายงานพัฒนาสูตรอาหารโดยการเพิ่มธาตุอาหารบางชนิดสามารถทำให้สาหร่ายสีเขียวขนาดเล็กในอาหารสูตรบริสตอลทำให้สาหร่ายขนาดเล็กมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น [12] สำหรับงานวิจัยนี้มีการพัฒนาโดยการเติมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ กากน้ำตาล กากถั่วเหลือง และ กระจุกปลาปน แทนที่การใช้สารละลายส่วนใสที่ได้จากการเตรียมดินน้ำจืด เนื่องจากมีรายงานว่าวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรทั้ง 3 ชนิด มีองค์ประกอบของธาตุอาหารหลัก NPK เป็นองค์ประกอบ สอดคล้องกับ Stefanello et al (2016) รายงานว่า กากถั่วเหลือง มีโปรตีน กรดอะมิโน และไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบหลัก [7] Nemati et al (2017) และ Bhaskoro et al (2020) มีการใช้กระจุกปลาปนในการเสริมในอาหารเลี้ยงปลา และ นำไปเพาะเลี้ยงสาหร่ายในรูปแบบอาหารเหลวทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีธาตุอาหาร NPK ในปริมาณที่สูง [9,13] และ Santana et al (2017) รายงานการเติมกากน้ำตาลที่ได้จากกระบวนการหมักเอทานอลสามารถเพิ่มผลผลิตในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายได้ [14] การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น การเกษตร [15] การบำบัดน้ำเสีย [16] และ การทำพลังงานทดแทน [7] การศึกษานี้พบว่าความเข้มข้นของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมีผลต่อการเจริญเติบโตโดยความเข้มข้น 0 – 0.1% (w/v) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และ 1.0% (w/v) การเจริญเติบโตลดลงไปประมาณครึ่งหนึ่งของภาวะควบคุมทั้งนี้อาจเป็นเพราะความเข้มข้นของสารที่มากเกินไปจะไปสร้างแรงดันออสโมติกให้กับเซลล์ทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เป็นปกติ สอดคล้องกับ Shetty et al; (2019) รายงานว่าสาหร่ายเมื่ออยู่ภายใต้ภาวะที่มีความเครียดจากเกลือและแรงดันออสโมติกจะทำให้การเจริญเติบโตลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ และมีปริมาณรงควัตถุลดลง เช่น คลอโรฟิลล์ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยในครั้งนี้นี้ที่ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอรา [17] งานวิจัยนี้เป็นการศึกษานำร่องในช่วงของความเข้มข้นห่างกัน 10 เท่า จึงอาจยังไม่เห็นความละเอียดในการศึกษา ดังนั้นการศึกษาในครั้งต่อไปจะเป็นการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ปริมาณความเข้มข้นของเซลล์เริ่มต้น และ แนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในเรื่องของพลังงานทดแทน เนื่องจากมีรายงานนำสาหร่ายไปผลิตเป็นไบโอดีเซล [18]

สรุปผลการวิจัย

1. ชนิดของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่เสริมแหล่งอาหารในอาหารเพาะเลี้ยง ที่ทำให้การเจริญของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราสูงที่สุด คือ กากถั่วเหลือง รองลงมา คือ กากน้ำตาล และ กระจุกปลาปน
2. ความเข้มข้นของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่เสริมในอาหารเพาะเลี้ยง ที่ทำให้การเจริญของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราสูงที่สุด คือ ความเข้มข้น 0.1% (w/v)
3. สูตรอาหารที่ทำให้การเจริญของสาหร่ายสีเขียวไมโครสปอราเหมาะสมที่สุด คือ สูตร Bristol medium ผสมกากถั่วเหลือง ความเข้มข้น 0.01% (w/v)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย (594/2564) และ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] ยุวดี พีรพรพิศาล. (2558). *สาหร่ายน้ำจืดในประเทศไทย*. พิมพ์ครั้งที่ 3. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [2] กัญญา สุจริตวงศานนท์. (2549). ทำนุรู้จัก ไก สำหรับยาล้ำคุณค่าของคนไทยภาคเหนือแล้วหรือยัง. *วารสารอาหาร*. 36(4): 273-279.
- [3] นุชนาถ แซ่มซ้อย. (2557). สาหร่ายขนาดเล็ก : การเพาะเลี้ยงและการนำมาใช้ประโยชน์. *วารสาร มฉก.วิชาการ*. 17(34): 169-181.
- [4] สุภภัทร ศรีสังข์. (2560). *ศูนย์เรียนรู้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร*. วิทยานิพนธ์ทางสถาปัตยกรรมศาสตร์ (สถาปัตยกรรม). กรุงเทพฯ: สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- [5] ปวีรัตน์ วงษ์สุวรรณ และ จิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์. (2564). การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการหมัก สาคากน้ำตาลจากอ้อย. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. 28: 93-109.
- [6] ยุพร พีชกมูทร. (2550). การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลือง. *วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง*. 15(2): 34-41.
- [7] Stefanello, C., Vieira, S., Rios, H., Simões, C., & Sorbara, J. (2016). Energy and nutrient utilisation of broilers fed soybean meal from two different Brazilian production areas with an exogenous protease. *Animal Feed Science and Technology*. 221: 267-273.
- [8] Benjakul, S., Mad-Ali, S., & Sookchoo, P. (2017). Characteristics of biocalcium powders from pre-cooked tongol (*Thunnus tonggol*) and yellowfin (*Thunnus albacores*) tuna bones. *Food Biophysics*. 12(4): 412-421.
- [9] Nemati, M., Huda, N., & Ariffin, F. (2017). Development of calcium supplement from fish bone wastes of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and characterization of nutritional quality. *International Food Research Journal*. 24(6).
- [10] Phetprom N, Charoenman, V., Boonburapong, B., Bualuang, A., & Laloknam. (2021). Cellulose extraction from cyanobacteria *Nostoc* sp. for alternative energy source. *PRAWARUN AGRICULTURAL JOURNAL*. 18(2): 24 – 32. (in Thai)
- [11] Wellburn, A.R. (1994). The spectral determination of chlorophylls a & b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of plant physiology*. 144(3): 307–313
- [12] Idenyi, JN., Ebenyi LN., Ogah O., Nwali BU., and Ogbanshi ME. (2016). Effect of Different Growth Media on the Cell Densities of Freshwater Microalgae Isolates. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. 11(3): 24-28.
- [13] Bhaskoro, P., Tjahjaningsih, W., & Mubarak, A. (2020). The effect of addition of fish bone meal on the concentration of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) in seaweed liquid organic

- fertilizer of *Gracilaria* sp. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 441: 012144.
- [14] Santana H., Cereijo C.R., Teles V.C., Nascimento R.C., Fernandes M.S., Brunale P., Campanha R.C., Soares I.P., Silva P.C.P., Sabaini P.S., Siqueira F.G., Brasil B.S.A.F. (2017). Microalgae cultivation in sugarcane vinasse: Selection, growth and biochemical characterization. *Bioresource Technology*. 228: 133–140.
- [15] ณัฐพร จันทร์ฉาย, และ จุฑารัตน์ สนธิรอด. (2561). การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีไปริูลินา (*Spirulina platensis*) ในน้ำหมักเศษเหลือข้าวโพดอาหารสัตว์. *วารสารเกษตรพระวรุณ*. 15: 194-203.
- [16] ภณัฐญา สุขตลอด, รัชวิรัช ปรัสพันธ์, สุดา รักษาดี, ธัญญามาศ เพชรพูล, ปิยนุช เกิดสมบัติ, และสุรศักดิ์ ละลอกน้ำ. (2559). การใช้สาหร่ายเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำในคลองแสนแสบ. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 7(1): 14-27.
- [17] Shetty P., Gitau M.M., and Maróti G. (2019). Salinity Stress Responses and Adaptation Mechanisms in Eukaryotic Green Microalgae. *Cells*. 8(1657): 2–16.
- [18] Demissie A.G., Chinthapalli B., Tenaw, S., and Chitra D.V. (2016). Cultivation of micro-algae for Production of Biodiesel: An optimized Process. *Biotechnology*. 7: 68-78.

**RANC15-083 ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับชุดการเรียนรู้
เรื่อง โครงการในพระราชดำริต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถ
ในการสร้างนวัตกรรมของนิสิตครูวิทยาศาสตร์**
**EFFECTS OF PROBLEM-BASED LEARNING AND ACTIVITY PACKAGES
TOWARDS KING ROYAL PROJECT ON LEARNING ACHIEVEMENT AND
INNOVATIVE PRODUCING ABILITY OF SCIENCE STUDENT TEACHERS**

บงกช บุญบุรพอง¹ วิณา ทองรอด¹ ชัยศาสตร์ คเชนทร์สุวรรณ² สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ^{1*}
Bongkoj Boonburapong¹, Weena Thongrod¹, Chaiyasad Kachensuwan², Surasak Laloknam^{1*}

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
¹Department of General Science, Faculty of Science, Srinakharinwirot University.
²กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ
²Department of Science and Technology, Triamudomsuksapattanakarn School.

*Corresponding author, E-mail: surasak2515@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 หลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 1/2564 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ตามแนวทางศาสตร์พระราชา จำนวน 18 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละ (%) และค่าสถิติ t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) นิสิตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้ปัญหา เป็นฐานร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ (ร้อยละ 92.10) สูงกว่าก่อนเรียน (ร้อยละ 70.64) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) นิสิตมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมหลังเรียนโดยใช้ปัญหา เป็นฐานร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ (ร้อยละ 90.19) สูงกว่าก่อนเรียน (ร้อยละ 78.67) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้าง นวัตกรรมได้

คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ชุดการเรียนรู้ โครงการในพระราชดำริ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

Abstract

The purpose of this research was to study the learning achievement and innovative producing ability of Science Student Teachers who learned with problem-based learning and activity packages towards King royal project. The study group consisted of 18 undergraduate students in the education program in General Science, at a university in Bangkok, who studied BIOLOGICAL SCIENCE ACCORDING TO THE KING'S WISDOM in 1/2564 semester. The research tools were problem-based learning and activity packages towards King royal project lesson plans, learning achievement tests, and innovative producing ability tests. Data were analyzed using mean (\bar{X}), standard deviation (S. D.), percentage (%), and t-test. The results showed that the learning achievement score of students after learning with problem-based learning and activity packages towards King royal project (92.10%) was higher than those before learning (70.64%) at .01 statistically significant level. The innovative producing ability score of students after learning (90.19%) was significantly higher than those before learning (78.67%) at .01 statistical level. This could be concluded that problem-based learning and activity packages towards King royal project develop learning achievement and innovative producing ability of science student teachers.

Keywords: Problem-Based Learning, Activity Packages, King Royal Project, Science Learning Achievement, Innovative Producing Ability

บทนำ

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning; PBL) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน คือ กำหนดปัญหา ทำความเข้าใจกับปัญหา ดำเนินการศึกษาค้นคว้า การสังเคราะห์ความรู้ การสรุปและประเมินค่าของคำตอบ และนำเสนอและประเมินผลงาน ในแต่ละขั้นตอนจะสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ผ่านวิธีการคิดขั้นสูงอย่างเป็นระบบ เช่น การคิดแบบมีวิจารณญาณ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (student center) เนื่องจากผู้เรียนทำการศึกษาประเด็นปัญหาที่สนใจผ่านการลงมือทำ และการคิด จนสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivist learning theory) โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก ส่งเสริมสมรรถนะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (21st century skills) สามารถเชื่อมโยงกันและนำไปสู่การแก้ปัญหาในลักษณะชิ้นงานนวัตกรรมได้ [1-6]

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และ สร้างผลงานใหม่ๆ จนเกิดเป็นผลงานนวัตกรรม ซึ่งจำเป็นต้องพัฒนาให้เกิดทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม (Innovative Producing Ability) ทั้งนี้ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม คือ ความสามารถในการใช้ความรู้ จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ และ ความร่วมมือ ทำให้เกิดนวัตกรรมในรูปแบบของวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ และการสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ ต้องมีกระบวนการ ดังนี้ (1) วางแผนพัฒนานวัตกรรมอย่างเป็นระบบ (2) พัฒนานวัตกรรมและประเมินระหว่างการพัฒนา (3) ประเมินสรุปประสิทธิผลของนวัตกรรมที่พัฒนา (4) ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้นและ (5) ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลสื่อสารนวัตกรรมสู่สังคม [6-9]

การจัดการเรียนรู้ที่สามารถทำให้เกิดทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมมีหลายรูปแบบ เช่น การจัดการเรียนรู้รูปแบบ PBL เนื่องจากส่งเสริมภาคคิดขั้นสูง และมีประเด็นปัญหาที่สำคัญนำผู้เรียนด้วยการลงมือคิดและทำงานสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้รูปแบบ PBL จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมรูปแบบหนึ่ง ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาได้เป็นอย่างดี [10-14]

วิทยาศาสตร์ชีวภาพตามแนวทางศาสตร์พระราชา (BIOLOGICAL SCIENCE ACCORDING TO THE KING'S WISDOM) เป็นรายวิชาที่อยู่ในหลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (หลักสูตร 4 ปี) เป็นรายวิชาที่เป็นสมรรถนะหลักในกลุ่มวิชาบังคับของการผลิตครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (Thai Qualifications Framework for Higher Education, TQF: HEd) โดยเฉพาะสาขาครุศาสตร์และสาขาศึกษาศาสตร์ (หลักสูตร 4 ปี) พ.ศ. 2562 ที่เน้นผลการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล จึงทำให้อาจารย์ที่มีความเชื่อมโยงกับการจัดการเรียนรู้แบบ PBL [9, 15-17]

การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ PBL นี้มีการใช้ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ เพื่อให้มองเห็นภาพของต้นแบบของการสร้างสรรค์นวัตกรรม คือ ในหลวงรัชกาลที่ 9 โดยใช้กิจกรรมวิทยาศาสตร์ จำนวน 9 กิจกรรม ที่สอดคล้องกับโครงการในพระราชดำริ ได้แก่ (1) ฝนหลวง (2) ฝ่ายชะลอน้ำเพื่อชีวิต (3) น้ำดีไล่น้ำเสีย (4) แกล้งดิน (5) เชื้อเนเปี่ยนรูปพลังงาน (6) กังหันน้ำชัยพัฒนา (7) ผักตบชวา (8) พลังงานทดแทน และ (9) เกษตรทฤษฎีใหม่ นิสิตได้ลงมือทดลอง ศึกษาผ่านคลิปวิดีโอ และ ลงมือสร้างสรรค์นวัตกรรม เพื่อแก้ปัญหาตามโจทย์กำหนด มีการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหา ทักษะการทดลอง และ จิตวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

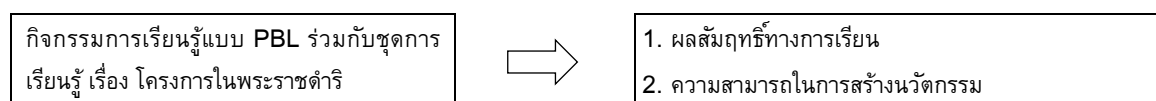
เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลองแบบศึกษากลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ (One Group Pretest Posttest Design) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตครุวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียน และเพื่อศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริที่มีต่อความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนิสิตครุวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. นิสิตครูวิทยาศาสตร์ที่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นิสิตครูวิทยาศาสตร์ที่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ นิสิตครูวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ชั้นปีที่ 1 - 5 จำนวนทั้งสิ้น 124 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นิสิตครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นปีที่ 2 จำนวน 18 คน ที่ถูกเลือกมาแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากการลงทะเบียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพตามแนวทางศาสตร์พระราชภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน คือกำหนดปัญหาทำความเข้าใจกับปัญหาดำเนินการศึกษาค้นคว้าการสังเคราะห์ความรู้ การสรุปและประเมินค่าของคำตอบและนำเสนอและประเมินผลงานในแต่ละขั้นตอนมีการใช้ชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ ตามศาสตร์พระราช ดังแสดงในตารางที่ 1
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน-หลังเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพตามแนวทางศาสตร์พระราช ที่เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ และอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ทั่วไปที่มีการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ
3. แบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมก่อนเรียน-หลังเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพตามแนวทางศาสตร์พระราชที่เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ทั่วไปที่มีการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำรินรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพตามแนวทางศาสตร์พระราช และศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ออกแบบการสอน และกิจกรรมเชิงรุก รวมถึงบทปฏิบัติการ จัดทำเป็นชุดกิจกรรม 9 กิจกรรม และมีคลิปวีดีโอประกอบกิจกรรมจากนั้นนำเครื่องมือไปประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ลักษณะกิจกรรม และประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า จุดประสงค์การเรียนรู้และรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน และมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.24)

1.2 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน-หลังเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพตามแนวทางศาสตร์พระราชของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ และอัตนัย จำนวน 6 ข้อ จากนั้นนำไปตรวจสอบหาค่าความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัยมีข้อคำถามที่มีค่า IOC อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ ($IOC \geq 0.60$) ทุกข้อ และแบบอัตนัยมีข้อคำถามที่มีค่า IOC อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ ($IOC \geq 0.60$) ผู้วิจัยจึงนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนิสิตที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน และนำมาหา

ค่าความยากง่าย (Difficulty, p) และค่าอำนาจการจำแนก (Discriminant, r) ของแบบวัดรายข้อ พบว่า ข้อคำถามแบบปรนัยข้อคำถามมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจการจำแนกตั้งแต่ 0.25 ขึ้นไป จำนวน 54 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Procedure, KR-20) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัยมีค่าเท่ากับ 0.76 จากนั้นเลือกข้อคำถาม จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 20 คะแนน และสำหรับข้อคำถามแบบอัตนัยข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจการจำแนกตั้งแต่ 0.25 ขึ้นไปทุกข้อ นำไปหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.932 จากนั้นเลือกข้อคำถาม จำนวน 2 ข้อ ข้อละ 10 คะแนน รวม 20 คะแนน จัดทำแบบอัตนัยแล้วนำข้อสอบจริงที่เป็นปรนัย จำนวน 20 ข้อ และอัตนัย จำนวน 2 ข้อ คิดเป็น 40 คะแนน นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง เพื่อจัดทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.76 จากนั้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

1.3 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมก่อนเรียน-หลังเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพตามแนวทางศาสตร์พระราชฯ ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้เรื่อง โครงการในพระราชดำริ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ และนำไปตรวจสอบหาค่าความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่า แบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมมีข้อคำถามที่มีค่า IOC อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ ($IOC \geq 0.60$) ทุกข้อ ผู้วิจัยจึงนำแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนิสิตที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน และนำมาหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจการจำแนกของแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมรายข้อ พบว่า ข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจการจำแนกตั้งแต่ 0.25 ขึ้นไปทุกข้อ นำไปหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.932 จากนั้นเลือกข้อคำถาม จำนวน 2 ข้อ ข้อละ 10 คะแนน รวม 20 คะแนน จัดทำแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.947 จากนั้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

2. ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแผนจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพตามแนวทางศาสตร์พระราชฯของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ จำนวน 30 ชั่วโมง จัดการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์โดยใช้แอปพลิเคชัน GOOGLE MEET โดยผู้วิจัย จำนวน 3 คน มีการมอบหมายหน้าที่ที่มีการนำกิจกรรม จำนวน 1 คน และอีก 2 คน คอยสังเกตการณ์และอำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และช่วยเก็บข้อมูลการวิจัย นิสิตกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 18 คน จะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิก 3-4 คน ตามความสมัครใจ ได้ทั้งหมด จำนวน 5 กลุ่ม และนิสิตแต่ละกลุ่มจะถูกมอบหมายงานให้ทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ ตามขั้นตอนในชุดกิจกรรม

3. ขั้นตอนวิเคราะห์ผลการวิจัย

ข้อมูลการวิจัยจะถูกนำมาวิเคราะห์ใช้สถิติอย่างง่าย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเมินระดับคุณภาพนอกจากนี้ยังมีการใช้สถิติอ้างอิงเพื่อทำการทดสอบค่าที่ใช้การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มเดียว (One sample t-test)

ผลการวิจัย

เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ ให้แก่นิสิตครูวิทยาศาสตร์ทั่วไปที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตามตารางที่ 1 พบว่า

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชารายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพตามแนวทางศาสตร์พระราชา ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ทั่วไปก่อนและหลังการเรียนเป็นปรนัย 20 ข้อ คิดเป็น 20 คะแนน และอัตนัย จำนวน 2 ข้อ คิดเป็น 20 คะแนน รวม 40 คะแนน พบว่า หลังเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 36.84 คะแนน (ร้อยละ 92.10) สูงกว่าก่อนเรียน 28.25 คะแนน (ร้อยละ 70.64) มีค่า t เท่ากับ 9.25 แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL นิสิตกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพตามแนวทางศาสตร์พระราชาของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ เป็นอัตนัย จำนวน 2 ข้อ คิดเป็น 20 คะแนน พบว่า หลังเรียนมีผลการเรียนรู้ 18.38 คะแนน (ร้อยละ 90.19) สูงกว่าก่อนเรียน 15.73 คะแนน (ร้อยละ 78.67) มีค่า t เท่ากับ 9.48 แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL วิทยาศาสตร์ชีวภาพตามแนวทางศาสตร์พระราชาของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ นิสิตกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL	สัปดาห์ที่	กิจกรรมการเรียนรู้
ก่อนจัดการเรียนรู้	0	1. ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา (60 นาที) 2. อธิบายถึงการจัดการเรียนรู้ และวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ 3. ใน 1 สัปดาห์ มีการเรียนรู้ในระบบ 4 ชั่วโมง และมีการเรียนรู้ด้วยตนเอง 5 ชั่วโมง ตามหน่วยกิต 3 (2-2-5)
(1) กำหนดปัญหา	1 – 2	1. แบ่งกลุ่มผู้เรียน กลุ่มละ 3-4 คน ตามความสมัครใจ จำนวน 5 กลุ่ม 2. ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้โครงการในพระราชดำริ 3. ชมคลิปวิดีโอ เรื่อง อ่างขางสร้างแรงบันดาลใจสู่นวัตกรรม 4. การใช้กรณีศึกษาด้วยคำถามกระตุ้นความคิด และเทคนิค Think pair share เพื่อกำหนดปัญหา “เข้าใจความเชื่อมโยงหลักการทรงงาน เข้าใจ เข้าถึง พัฒนา” นำไปสู่โครงการในพระราชดำริ 5. ชมคลิปวีดีโอ 9 กิจกรรมในโครงการพระราชดำริ เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค่นวัตกรรม 6. แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในรูปแบบแผนผังมโนทัศน์ และผลิตสื่ออินโฟกราฟิก

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL	สัปดาห์ที่	กิจกรรมการเรียนรู้
(2) ทำความเข้าใจกับปัญหา	3 – 4	<ol style="list-style-type: none"> 1. อบรมเชิงปฏิบัติการ และฟังการบรรยาย เรื่อง การบริหารจัดการน้ำที่เกี่ยวข้องกับโครงการในพระราชดำริ เพื่อนำไปสู่ผลงานการสร้างนวัตกรรมของแต่ละโครงการในพระราชดำริ 2. ทำกิจกรรมในชุดโครงการในพระราชดำริร่วมกับการชมคลิปวิดีโอ เรื่อง ฝนหลวง น้ำจากฟ้า และฝายชะลอน้ำเพื่อชีวิต 3. สืบค้นข้อมูลตามโจทย์กำหนดให้และสร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรม พร้อมนำเสนอข้อมูลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้
(3) ดำเนินการศึกษา ค้นคว้า	5 – 6	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทำกิจกรรมในชุดโครงการในพระราชดำริร่วมกับการชมคลิปวิดีโอ เรื่อง น้ำดีใส น้ำเสีย และ แกล้งดิน 2. การใช้คำถามกระตุ้นความคิด และเทคนิค Think pair share 3. การตั้งสมมติฐานและกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการสร้างสรรค์นวัตกรรมของกลุ่ม 4. สืบค้นข้อมูลตามโจทย์กำหนดให้และสร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรม พร้อมนำเสนอข้อมูลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้
(4) การสังเคราะห์ความรู้	7 – 8	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทำกิจกรรมในชุดโครงการในพระราชดำริร่วมกับการชมคลิปวิดีโอ เรื่อง เชื้อนเปลี่ยนรูปพลังงาน และกังหันน้ำชัยพัฒนา 2. การใช้คำถามกระตุ้นความคิด และเทคนิค Think pair share นำเสนอข้อมูลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานนวัตกรรมในโครงการพระราชดำริ 3. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของการดำเนินการของแต่ละคนที่ได้รับมอบหมาย เพื่อสร้างองค์ความรู้ที่ได้จากการสืบค้นร่วมกันเทคนิค Think pair share
สัปดาห์ที่ 2		
(5) การสรุปและประเมินค่าของคำตอบ	9 – 10	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทำกิจกรรมในชุดโครงการในพระราชดำริร่วมกับการชมคลิปวิดีโอ เรื่อง ประโยชน์ของผักตบชวา และไฟฟ้าชีวภาพ 2. การใช้คำถามกระตุ้นความคิด และเทคนิค Think pair share นำเสนอข้อมูลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานนวัตกรรมในโครงการพระราชดำริ 3. นำเสนอและอภิปรายเพื่อสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการสืบค้นร่วมกับกลุ่มอื่น เพื่อนำไปปรับปรุงการนำเสนอผลงานนวัตกรรมต่อสาธารณชนในรูปแบบสัมมนาวิชาการเรื่องโครงการในพระราชดำริ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL	สัปดาห์ที่	กิจกรรมการเรียนรู้
(6) นำเสนอและประเมินผลงาน	11 – 13	<ol style="list-style-type: none"> สัมมนาวิชาการเรื่องนวัตกรรมโครงการในพระราชดำริแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ผลการศึกษา ให้ข้อเสนอแนะ ทำกิจกรรมในชุดโครงการในพระราชดำริร่วมกับการชมคลิปวิดีโอ เรื่อง เกษตรทฤษฎีใหม่ “ไขคัพพะอาทิตย์” การใช้คำถามกระตุ้นความคิด และ เทคนิค Think pair share นำเสนอข้อมูลและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานนวัตกรรมในโครงการพระราชดำริ ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความคิดเพื่อสรุปประเด็นความรู้ที่เกี่ยวข้อง
หลังจัดการเรียนรู้	0	ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม (60 นาที)

ตารางที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนิสิตที่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ

	N	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ร้อยละ	t ²
ก่อนเรียน	18	28.25	3.32	70.64	9.25*
หลังเรียน	18	36.84	2.74	92.10	

$p^* < .01$ t(.01, df 17) ค่า t แบบตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (One-tailed)

t² หมายถึง ค่าสถิติเพื่อทดสอบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

ตารางที่ 3 ผลความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนิสิตที่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริ

	N	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ร้อยละ	t ²
ก่อนเรียน	18	15.73	2.48	78.67	9.48*
หลังเรียน	18	18.04	1.08	90.19	

$p^* < .01$ t(.01, df 17) ค่า t แบบตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (One-tailed)

t² หมายถึง ค่าสถิติเพื่อทดสอบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังเรียน

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้นำรูปแบบการเรียนรู้แบบ PBL มาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนิสิตครุศึกษาศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม เนื่องจากเป็นการส่งเสริมให้นิสิตมีสมรรถนะสำคัญตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ [15] โดยใช้ตัวอย่างรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพตามแนวทางศาสตร์พระราชา พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีการออกแบบเชื่อมโยงกับผลการเรียนรู้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ตามสมรรถนะหลักของหลักสูตร จากคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพตามแนวทางศาสตร์พระราชชา และมีการเชื่อมโยงสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นกับโครงการในพระราชดำริของในหลวงรัชกาลที่ 9 ซึ่งมีโครงการที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ ด้านพลังงาน และการเกษตร สามารถนำมาใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันเช่น โครงการฝนหลวง ฝายชะลอน้ำ เขื่อน พลังงานทดแทน และเกษตรทฤษฎีใหม่ ทำให้เห็นมุมมองของหลักการทรงงานคือ เข้าใจ เข้าถึง พัฒนา ซึ่งสะท้อนให้เห็นมุมมองของการแก้ปัญหา นำไปสู่การสร้างสรณ์นวัตกรรม โดยใช้ในหลวงรัชกาลเป็นตัวอย่าง แทนความคิดหรือบุคคลที่มีชื่อเสียงเชิงประจักษ์เป็นตัวอย่าง ที่ใช้หลักคิดทางวิทยาศาสตร์มาวิธีการแก้ปัญหา อย่างยั่งยืน นำไปสู่การสร้างสรณ์งานนวัตกรรมและรับรางวัลระดับนานาชาติ รวมถึงกระบวนการออกแบบมีสื่อที่เป็นวิดีโอที่ออกแบบให้ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเอง รวมถึงแหล่งความรู้ที่เข้าไปสืบค้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Laloknam et al. ทำการศึกษาผลการเรียนรู้การใช้กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโครงการพระราชดำริกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมโครงการมหาวิทยาลัยเด็ก สามารถทำให้นักเรียนมีแรงบันดาลใจในการเรียน ต่อในสาขาวิทยาศาสตร์และเข้าใจอาชีพที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากมีการใช้ในหลวงรัชกาลที่เก้า เป็นต้นแบบในการศึกษา นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบ PBL ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจงานด้านวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น [18-19] จากการสอบถามนิสิตด้วยการสัมภาษณ์โดยให้สะท้อนความรู้สึกที่ได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL พบว่านิสิตส่วนหนึ่งชอบทำกิจกรรมเพราะสามารถสืบค้นหาความรู้ด้วยตนเอง มีการทำงานเป็นกลุ่มทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสามารถช่วยกันแก้ไขปัญหาจนสามารถเกิดเป็นผลงานนวัตกรรมตามที่โจทย์กำหนดให้ได้ การที่ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการสรณ์นวัตกรรมก่อนเรียนนั้นอาจเป็นเพราะผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และมีการใช้กรณีศึกษาที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักถึงการแก้ปัญหาอย่างชัดเจนไปสู่โจทย์ในการสรณ์นวัตกรรมด้านต่างๆ เช่น สิ่งแวดล้อม การบริหารจัดการน้ำ และการเกษตร นอกจากนี้กระบวนการกลุ่มและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของกอนหน้า [20-26]

สรุปผลการวิจัย

1. นิสิตครูวิทยาศาสตร์ที่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
2. นิสิตครูวิทยาศาสตร์ที่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับชุดการเรียนรู้ เรื่อง โครงการในพระราชดำริมีความสามารถในการสรณ์นวัตกรรมสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

เอกสารอ้างอิง

- [1] Barrett, T. (2010). The problem-based learning process as finding and being in flow. *Innovations in Education and Teaching International*. 47(2), 165–174.
- [2] Schmidt, H. G., Rotgans, J. I., and Yew, E. HJ. (2011). The process of problem-based learning: What works and why. *Medical Education*. 45(8), 792–806.
- [3] Barrows, H. and Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. New York: Springer.
- [4] DeVries, R. (2002). *What is constructivist about constructivist education? Keynote address at the annual meeting of the Association for Constructivist Teaching*. Houston, T.X.

- [5] Clough, M.P. (2002). *Using the laboratory to enhance student learning*. In R.W. Bybee (Ed.), *Learning Science and the Science of Learning*, National Science Teachers Association, Washington, D.C., pp. 85-87.
- [6] Phornphisutthimas, S. (2013). Learning management of science in 21st century. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*. 4(1), 55-63. (in Thai)
- [7] Nonye, M.A., David, J.G., and Mary, O.D. (2012). *Promoting 21st – Century Skills in the Science Classroom by Adapting Cookbook Lab Activities: The Case of DNA Extraction of Wheat Germ*. Retrieved June 15, 2017, from <http://www.bioone.org/doi/full/10.1525/abt.2012.74.7.10>
- [8] วิชัย วงษ์ใหญ่, และมารุต พัฒนาผล. (2562). การพัฒนาทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรม. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [9] OECD. (2010). *Innovative Workplaces*. Making better use of skills within organisations, OECD Publishing, Paris.
- [10] Inel, D., and Balim, A. G. (2010). The effects of problem-based learning in science and technology teaching upon students' academic achievement and levels of structuring concepts. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 11(2), 1-23.
- [11] Kolber, B. J. (2011). Extended Problem-Based Learning Improves Scientific Communication in Senior Biology Students. *Journal of College Science Teaching*. 41(1), 32-39.
- [12] Ferreira, M. M., and Trudel, A. R. (2012). The Impact of Problem-Based Learning (PBL) on Student Attitudes Toward Science, Problem-Solving Skills, and Sense of Community in the Classroom. *Journal of Classroom Interaction*. 47(1), 23-30.
- [13] Tosun, C., and Senocak, E. (2013). The Effects of Problem-Based Learning on Metacognitive Awareness and Attitudes toward Chemistry of Prospective Teachers with Different Academic Backgrounds. *Australian Journal of Teacher Education*. 38(3), 61-70.
- [14] Thakur, P., and Dutt, S. (2017). Problem based learning in biology: Its effect on achievement motivation of students of 9th standard. *International Journal of Multidisciplinary Education and Research*. 2(2), 99-104.
- [15] Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation. (2020). *Announcement of the ministry of education of Thailand Re: Thai qualifications framework for higher education for bachelor's degree in education (four-year programs)*. Bangkok: Ministry of Education. (in Thai)
- [16] Zhang, Q., Clarke, A., and Lee, J. C. K. (2018). Pre-service teachers' professional identity development within the context of school-based learning to teach: an exploratory study in China. *The Asia-Pacific Education Researcher*. 27(6), 477-486.
- [17] Faculty of Science. (2019). *Curriculum of Bachelor degree of Education, General Science Program (Four year)*. Bangkok: Faculty of Science, Srinakharinwirot University.
- [18] Laloknam S., Boonburapong B., Channamsai D., Pramote N., Konsaiya P., Nadoo P., Paingam W., Pairon S. (2017). From Activities of the Royal Initiated Project to STEM Education through Science Activity of Children's University Project at Srinakharinwirot University. *J. Res. Unit Sci. Technol. Environ. Learning*. 8(2), 449-457. (in Thai)

- [19] Laloknam S., Boonburapong B., Channamsai D., Pramote N., Konsaiya P., Nadoo P., Paingam W., Pairon S. (2017). *STEM Education Integrated the Wisdom of the Monarch Program for Learners: How to Promote Science Learning Achievement, Science Inspiration and Science Career of Learners in Thailand*. The 44th ASAIHL Thailand Conference: The Association of Southeast Asian Institutions of Higher Learning (ASAIHL): On Thursday 12th December 2019.
- [20] Nilsson, P., and Vikström, A. (2015). Making PCK explicit—capturing science teachers' pedagogical content knowledge (PCK) in the science classroom. *International Journal of Science Education*. 37(17), 2836-2857.
- [21] Coil, D., Wenderoth, M.P., Cunningham, M., and Dirks, C. (2010). Teaching the process of science: faculty perceptions and an effective methodology. *CBE—Life Sciences Education*. 9(4), 524-535.
- [22] ปราโมทย์ พรหมจันทร์. (2556). การพัฒนาความสามารถของครูด้านการออกแบบและสร้างนวัตกรรม การศึกษาโดยใช้การวิจัยเป็นฐาน. *วารสารครุศาสตร์*. 41(3), 98-114.
- [23] ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์, และประสาท เนืองเฉลิม. (2561). แนวทางการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักศึกษาวิชาชีพครู. *วารสารบริหารการศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ อุบลราชธานี*. 18(4), 129-141.
- [24] Boekaerts, M., de Koning, E., & Vedder, P. (2006). Goal-directed behavior and contextual factors in the classroom: An innovative approach to the study of multiple goals. *Educational Psychologist*, 41, 33-51.
- [25] Schuitema, J., Peetsma, T., & Van der Veen, I. (2011). Self-regulated learning and students' perceptions of innovative and traditional learning environments: A longitudinal study in secondary education. *Educational Studies*. 38, 397-413.
- [26] Avisati, F., S. Vincent-Lancrin and G. Jacotin. (2013), "Educating higher education students for innovative economies: What international data tell us". *Tuning Journal for Higher Education*. 1, 223-240.

RANC15-084 การลดการสูญเสียของการผลิตเครื่องประดับ: กรณีศึกษาผลของการเปรียบเทียบเทคโนโลยีกระบวนการหล่อ

WASTE REDUCTION OF JEWELRY PRODUCTION: A CASE STUDY OF COMPARISON CASTING TECHNOLOGY

อดิรุจ พีรวัฒน์^{1,4*}, ปาวัด อูปถัมภ์เชื้อ³, ณัฐพงษ์ คงประเสริฐ², รุ่งอรุณ สุวรรณชาโต⁴, ขจีพร วงศ์ปรีดี¹
Adiruj Peerawat^{1,4*}, Pawat Ouppathumchua³, Nattapong Kongprasert², Rungarun Suvunchato⁴
Kageeporn Wongpreedee¹

¹วิทยาลัยอุตสาหกรรมสร้างสรรค์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

¹College of Creative Industry, Srinakharinwirot University.

²คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

²Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University.

³วิทยาลัยดุริยางคศิลป์, มหาวิทยาลัยมหิดล

³College of Music, Mahidol University

⁴บริษัท ชาโตครีเอชั่น จำกัด

⁴Chato Creation Co.,Ltd

*Corresponding author, E-mail: adiruj.peerawat@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมอัญมณีเครื่องประดับของประเทศไทยมีรากฐานระบบอุตสาหกรรมแบบ OEM หรือรับจ้างผลิต วิธีการทำเครื่องประดับนั้นในอุตสาหกรรมมีการส่งผ่านระบบตามความชำนาญของช่างในแต่ละกระบวนการผลิต ซึ่งได้ประยุกต์ระบบมาจากการผลิตของช่างเพียงหนึ่งคนจากเดิมที่ต้องใช้เวลา ก็สามารถนำเทคโนโลยีการหล่อเข้ามาประยุกต์ใช้ในการผลิตแบบมากได้ แต่ในปัจจุบันการขยายมาจากพื้นฐานธุรกิจแบบครอบครัวเป็นหลัก การบริหารจัดการในห่วงโซ่ ยังไม่เป็นระบบทำให้เกิดต้นทุนทางด้านเวลาและการตรวจสอบคุณภาพการผลิตกับการแก้ปัญหาหน้างานยังมีอยู่มาก เทคโนโลยีกระบวนการหล่อเป็นที่สำคัญของอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับซึ่งเป็นต้นน้ำหากมีการผลิตสินค้าต้นน้ำที่มีคุณภาพจะทำให้สามารถลดการสูญเสียได้ ในกรณีศึกษาของเทคโนโลยีการหล่อของทางคู่ค้าทางด้านการผลิต (Supplier) จึงมีวัตถุประสงค์ลดความสูญเสียทางด้านงานหล่อ โดยสมมุติฐานงานวิจัยนี้ เป็นการเลือกคู่ค้าทางด้านการผลิตทาง ของ 2 โรงงาน ในระบบเครื่องหล่อเหรียญ และระบบเครื่องหล่อสุญญากาศ ซึ่งวิธีการดำเนินการเริ่มจากการกำหนดวิธียุทธศาสตร์ของปัญหาที่แท้จริง (Root Cause Analysis) การประยุกต์ใช้ เครื่องมือคุณภาพ (qc 7 tools) เพื่อเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ ร่วมกับการใช้แผนผังการควบคุม (Control Chart) พบว่าเทคโนโลยีระบบเครื่องหล่อสุญญากาศ มีประสิทธิภาพทางด้านการผลิตที่ดีกว่าระบบเครื่องหล่อเหรียญโดยพบปัญหาของงานหล่อไม่เต็มและผิวชิ้นงานเป็นตะเข็บจำนวนมาก เปรียบเทียบเพื่อวัดผลของคู่ค้าทางด้านการผลิตให้เหมาะสม ซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานกรณีศึกษาส่งผลให้โรงงานสามารถลดสรรเทคโนโลยีกระบวนการหล่อส่งผลต่อการปรับปรุงคุณภาพงานก่อนเข้าสู่สายการผลิตต่อไป

คำสำคัญ: การลดการสูญเสีย เทคโนโลยีกระบวนการหล่อ การจัดการข้อมูล โรงงานผลิตอัญมณี เครื่องประดับ

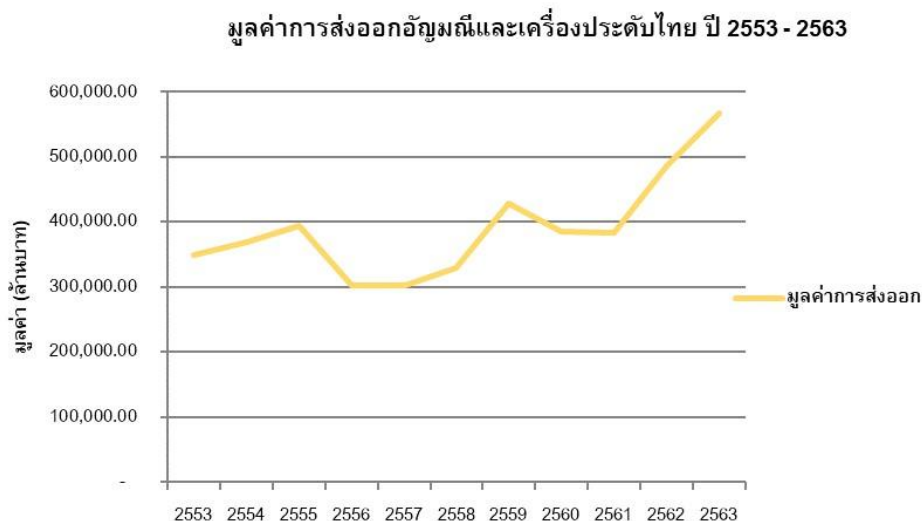
Abstract

Gem and jewelry business in Thailand is based on OEM. The industry is originated from craftsman and modified to be the jewelry factory system for mass production. The business foundation is mostly from family business, process is transfer from one factory to another according to their specialize. The fragment of process operation causes the delaying time, quality improvement, and delaying instant solutions. In this research, two partners of casting suppliers comparing two technique of the centrifugal casting system and the vacuum casting system were proposed to identify the problems and solutions. The method of operation was used the qc 7 tools and control chart to analyze. The results show fish bone diagram is to find the problem and the root cause. It was found that the vacuum casting technology has more efficiency than the centrifugal casting technology. Using control chart technique, the most problem from centrifugal casting machine is fin problems. Therefore, this case study can be used to select a good candidate of supplier to fit in with company.

Keywords: QC 7 Tools, Casting Technology, Control Chart, Gems, Jewelry Factory

บทนำ

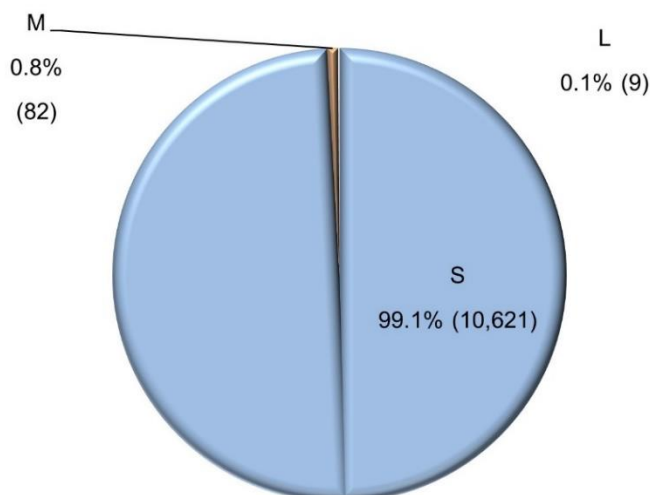
อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ เป็นอุตสาหกรรมหลักที่สร้างรายได้ให้แก่ประเทศ โดยเป็นสินค้าส่งออกหลักอยู่ใน 5 อันดับต้นตลอดระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา โดยส่วนหนึ่งมาจากผู้ประกอบการที่รับจ้างการผลิตให้กับลูกค้าที่นำผลิตภัณฑ์ไปขายต่อ ส่วนมากฐานการผลิตเป็นโรงงานขนาดกลางและเล็ก (SMEs) ซึ่งรับจ้างผลิตให้กับลูกค้าทั้งในและต่างประเทศ เพื่อการส่งออกหลากหลายประเทศ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 มูลค่าการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับไทย ปี 2553-2563

ที่มา: มูลค่าการส่งออกสินค้าอัญมณีและเครื่องประดับไทย, สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์

โดยอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องประดับของไทยนั้น ส่วนใหญ่เป็นโรงงานขนาดเล็ก คิดเป็นร้อยละ 99 ของโรงงานทั้งหมด (ภาพที่ 2) เนื่องจากในอดีตอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องประดับ เป็นการดำเนินธุรกิจภายในครอบครัวเป็นหลัก ซึ่งกระบวนการและวิธีการผลิตสามารถเสร็จสิ้นกระบวนการได้ในช่างเพียงหนึ่งคน ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตมีมูลค่าสูง เนื่องจากต้องใช้เวลา และความประณีตในการทำชิ้นงาน รวมทั้ง ยังไม่มีเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการลดระยะเวลาการผลิต



ภาพที่ 2 แสดงร้อยละของขนาดโรงงานการผลิตเครื่องประดับของไทย
ที่มา: Enhanced craftsmanship market by simulation technology,
Asst.Prof.Kageeporn Wongpreedee, Ph.D.

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องประดับ เริ่มมีการนำเทคโนโลยีด้านการหล่อเข้ามาช่วยในการผลิตที่สามารถผลิตแบบ mass production ได้ ทำให้ลดเวลาในการผลิตและลดต้นทุนการผลิตลง แต่การลงทุนทางด้านเครื่องจักรของกระบวนการหล่อมีราคาสูง ทำให้โรงงานขนาดกลางและเล็ก ไม่สามารถลงทุนในด้านเครื่องจักรนี้ได้ จึงใช้วิธีส่งกระบวนการหล่อนี้ให้กับทางโรงหล่อเครื่องประดับที่รับบริการหล่ออย่างเดียว ซึ่งกระบวนการหล่อนี้เป็นกระบวนการต้นน้ำที่สำคัญสำหรับการผลิตอย่างมาก ซึ่งการหล่อให้ได้คุณภาพหรือไม่มีปัญหาชิ้นงานหล่อน้อยที่สุด จะส่งผลให้การทำงานในขั้นตอนต่อไปใช้เวลาในการผลิตที่เร็วขึ้น

แต่ปัญหาการควบคุมงานจากโรงหล่อนั้นเป็นไปได้ยาก ทางด้านคุณภาพ ราคา และเวลา ที่ส่งผลต่อการผลิตของโรงงานขนาดกลางและเล็ก ส่วนหนึ่งมาจากโรงหล่อยังขาดบุคลากรที่มีทักษะทางด้านโลหะ เพราะงานเครื่องประดับ มีรูปร่าง หรือรูปทรง ที่เปลี่ยนไปตามเวลา หรือยุคสมัย ซึ่งแตกต่างจากอุตสาหกรรมทางด้านอื่น ที่มีการพัฒนาบุคลากรทักษะความสามารถสูง (High skilled Labor)

สำหรับโรงงานกรณีศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นโรงงานที่ประกอบกิจการการผลิตเครื่องประดับเป็นหลัก แต่ไม่มีเทคโนโลยีกระบวนการหล่อเป็นของตนเอง จึงทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบคุณภาพของงานในกระบวนการหล่อที่ส่งให้กับทางลูกค้าทางด้านการผลิต ดังนั้น ผู้วิจัยจึงออกแบบและพัฒนาระบบการควบคุมคุณภาพ เพื่อให้โรงงานสามารถทราบถึงกระบวนการที่เป็นสาเหตุของการผลิต และนำข้อมูลไปสู่การตัดสินใจหรือเป็นแนวทางในการปรับปรุงต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดความสูญเสียการผลิตที่เกิดในกระบวนการหล่อจากลูกค้า
2. เพื่อนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาสำหรับโรงงานขนาดเล็กที่ประกอบกิจการรับจ้างผลิต

เครื่องประดับเป็นหลัก

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีการดำเนินงาน มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลทั่วไปและข้อมูลกระบวนการผลิตของโรงงาน โดยการศึกษาจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทุกกระบวนการหลักในกระบวนการผลิต และปัญหาที่พบในการผลิตของการสูญเสีย
2. การออกแบบเครื่องมือควบคุมคุณภาพสำหรับรวบรวมและวิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการผลิตสำหรับการรวบรวมและวิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการผลิตเครื่องประดับที่ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือ ควบคุมคุณภาพ 3 ชนิด ได้แก่ ใบตรวจสอบ (Check sheet) แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram) และแผนผังก้างปลา (Fish-bone Diagram) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ [2],[3]

2.1 ใบตรวจสอบ (Check Sheet) ผู้วิจัยออกแบบใบตรวจสอบให้สอดคล้องและเหมาะสมสำหรับการเก็บ รวบรวมข้อมูลในทุกกระบวนการหลัก ซึ่งขั้นตอนการออกแบบใบตรวจสอบ เริ่มตั้งแต่การสัมภาษณ์พนักงานในทุก กระบวนการ ออกแบบใบตรวจสอบ ทดลองใช้งานกับแต่ละกระบวนการ วิเคราะห์ใบตรวจสอบร่วมกับพนักงาน เพื่อเก็บรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น

2.2 แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram) ผู้วิจัยสร้างแผนภาพพาเรโตโดยรวบรวมข้อมูลที่ได้จากใบตรวจสอบ แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อหาปัญหาหลักตามหลักการสร้างแผนภาพพาเรโต และนำปัญหาหลักไปหาสาเหตุหลักและ สาเหตุย่อยโดยแผนผังก้างปลาในขั้นตอนต่อไป

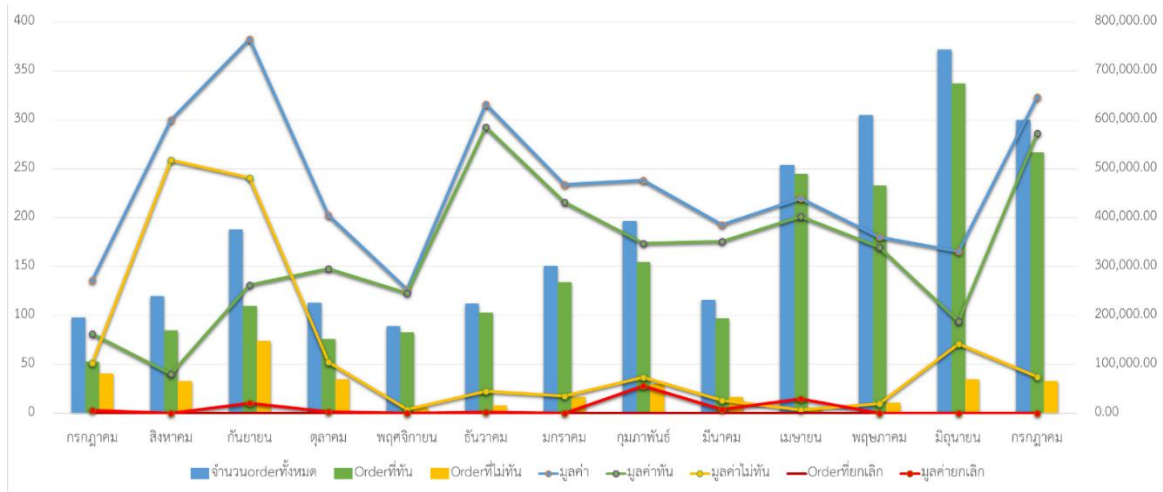
2.3 แผนผังก้างปลา (Fish-bone Diagram) ผู้วิจัยได้ใช้แผนผังก้างปลาในการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักและ สาเหตุย่อยของปัญหาที่ได้จากแผนภาพพาเรโต โดยการระดมสมองกับพนักงานและพิจารณาสาเหตุจาก 4M1E (Man, Machine, Method, Material, and Environment) เป็นหลัก

3. การเปรียบเทียบระบบกระบวนการหล่อของทางลูกค้า 2 โรงงาน คือ ระบบเครื่องหล่อสูญญากาศสำหรับโรงงาน A และระบบเครื่องหล่อเหวี่ยงสำหรับโรงงาน B และการออกแบบแผนภูมิควบคุม (Control Chart) สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพทางด้านของเสีย P-Chart จากลูกค้าทางด้านกระบวนการหล่อ 2 ระบบ [1]

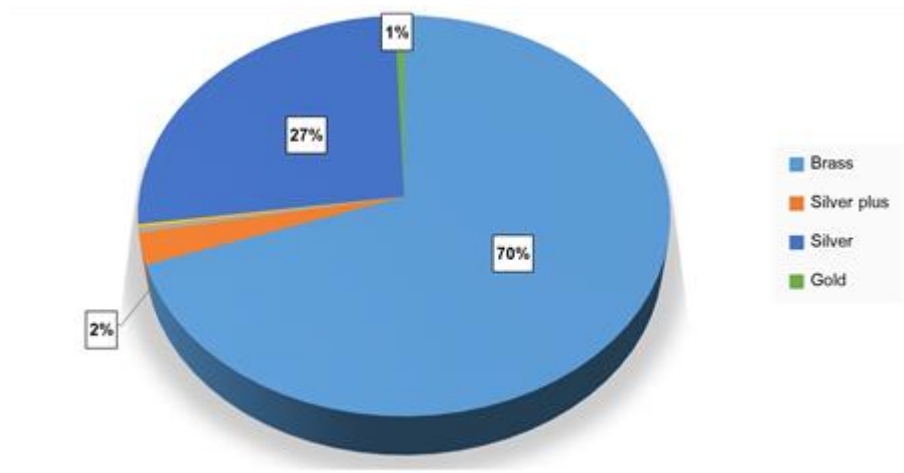
ผลการวิจัย

1. ข้อมูลการดำเนินงานและข้อมูลกระบวนการผลิตของโรงงาน

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานขนาดเล็กที่ประกอบกิจการรับจ้างผลิตเครื่องประดับเป็นหลัก ให้กับลูกค้าที่ใช้ผลิตภัณฑ์เองและลูกค้าที่รับสินค้าไปจัดจำหน่ายต่อ โดยพบว่ามูลค่าการส่งออกสินค้าของโรงงาน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2563 ถึง กรกฎาคม 2564 เฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ประมาณ 300,000 บาท และยังพบว่า เดือนสิงหาคม และกันยายน มีจำนวนงานที่ส่งไม่ทันคิดเป็นร้อยละ 10 - 40 ของจำนวนงานทั้งหมด ซึ่งดีเป็นมูลค่าของสินค้าที่ไม่ทันเป็นยอดเงินประมาณ 450,000 - 480,000 บาท ซึ่งกราฟมีความแตกต่างสำหรับเดือนอื่นในด้านทางการตีมูลค่าของงาน คือ กราฟมูลค่าของงานที่ส่งไม่ทันนั้นสูงกว่ามูลค่าของงานที่ส่งทัน (ภาพที่ 3) และผลิตภัณฑ์เป็นโลหะประเภททองเหลือง (Brass) เป็นหลัก ที่ร้อยละ 70, เงินสเตอร์ลิง (Sterling Silver 925) ที่ร้อยละ 27 และอื่นๆ ร้อยละ 3 (ภาพที่ 4)

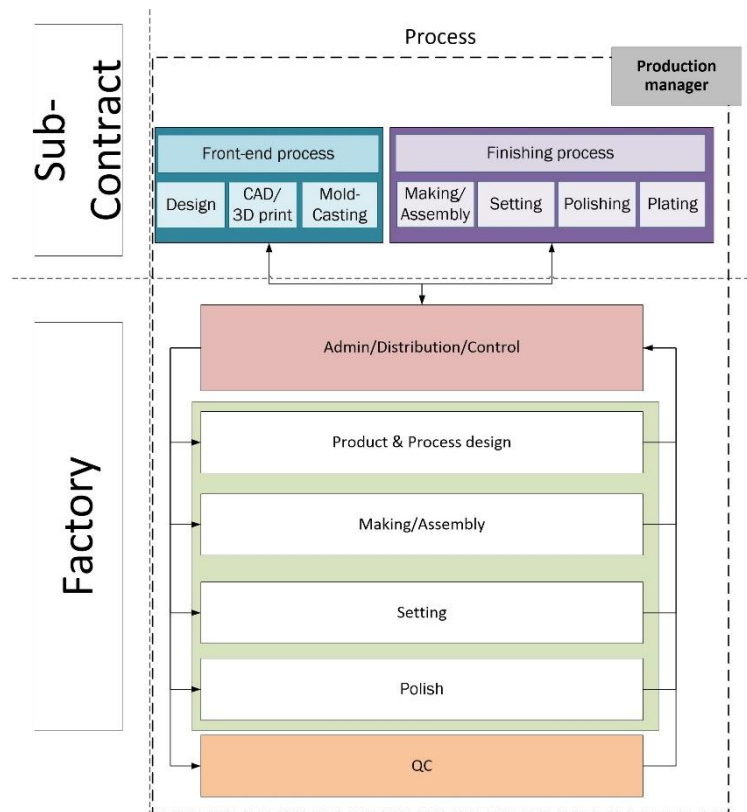


ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงจำนวนงานและมูลค่าของงาน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2563 – กรกฎาคม 2564



ภาพที่ 4 แผนภูมिवงกลมแสดงประเภทของวัตถุดิบที่ใช้หล่องานตั้งแต่เดือน กรกฎาคม 2563 – สิงหาคม 2564

กระบวนการการผลิตของโรงงานในกรณีศึกษานี้ จะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ 1) การผลิตที่ส่งให้กับทางคู่ค้าการผลิต (Supplier) และ 2) การผลิตที่ทำภายในโรงงานเอง ดังภาพที่ 5

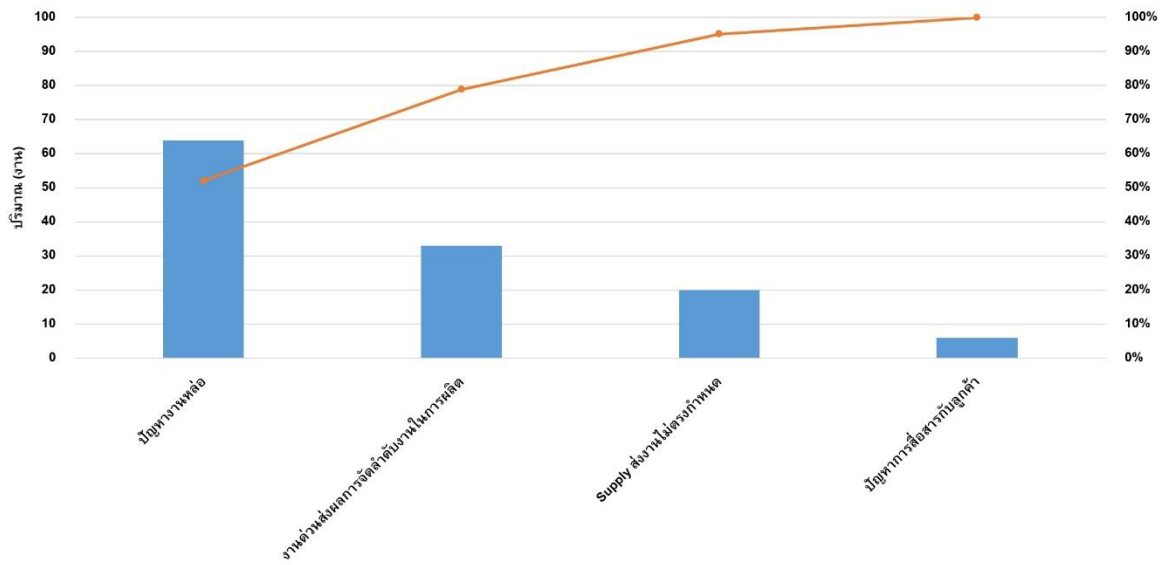


ภาพที่ 5 แผนผังกระบวนการผลิตเครื่องประดับของโรงงานกรณีศึกษา

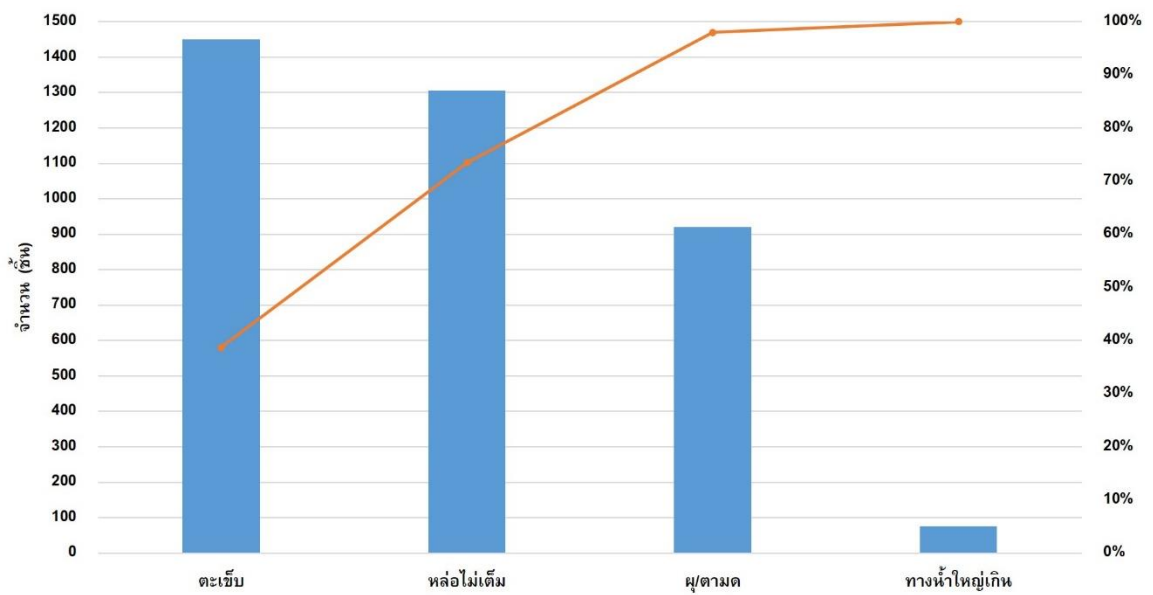
2. เครื่องมือควบคุมคุณภาพสำหรับรวบรวมและวิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการผลิต

การรวบรวมข้อมูลการผลิตที่ได้จากการสัมภาษณ์พนักงาน จากสาเหตุของการส่งงานไม่ทันตามระยะเวลาที่กำหนดของลูกค้า ที่ผู้วิจัยได้สร้างแผนภาพพาเรโต (Parato Diagram) พบสาเหตุปัญหา ได้แก่ ปัญหาจากกระบวนการหล่อ คิดเป็นร้อยละ 65, งานด้านการเรียงลำดับงาน คิดเป็นร้อยละ 30, คู่ค้าทางด้านการผลิตส่งงานไม่ตามกำหนด คิดเป็น ร้อยละ 20 และปัญหาการสื่อสาร คิดเป็นร้อยละ 5 เป็นต้น (ภาพที่ 6)

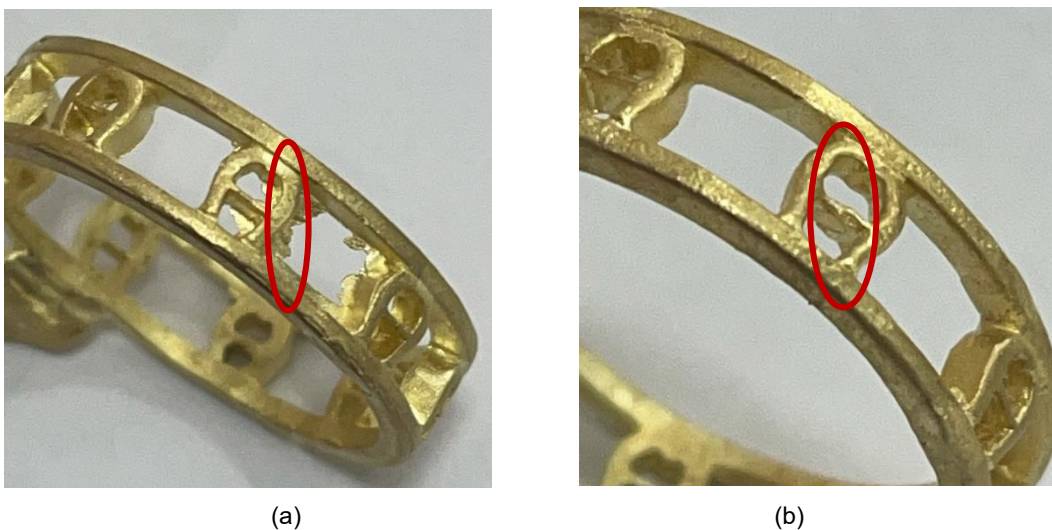
ทางผู้วิจัยยังรวบรวมข้อมูลของปัญหงานหล่อพบว่าชนิดของปัญหาที่พบในชิ้นงาน ได้แก่ ตะเข็บ คิดเป็นร้อยละ 95, หล่อไม่เต็ม คิดเป็นร้อยละ 85, ผุ/ตามด คิดเป็นร้อยละ 60 และทางน้ำใหญ่เกินชิ้นงาน คิดเป็นร้อยละ 5 (ภาพที่ 7) โดยปัญหงานหล่อชนิดที่เป็นตะเข็บและหล่อไม่เต็มนั้น เป็นปัญหาที่ไม่สามารถซ่อมในการผลิตขั้นตอนต่อไปได้ ทางโรงงานถือว่าดีเป็นชิ้นงานที่เสีย (ภาพที่ 8) [4]



ภาพที่ 6 แผนภาพพาราเรโตแสดงสาเหตุการส่งงานไม่ทันตามกำหนด

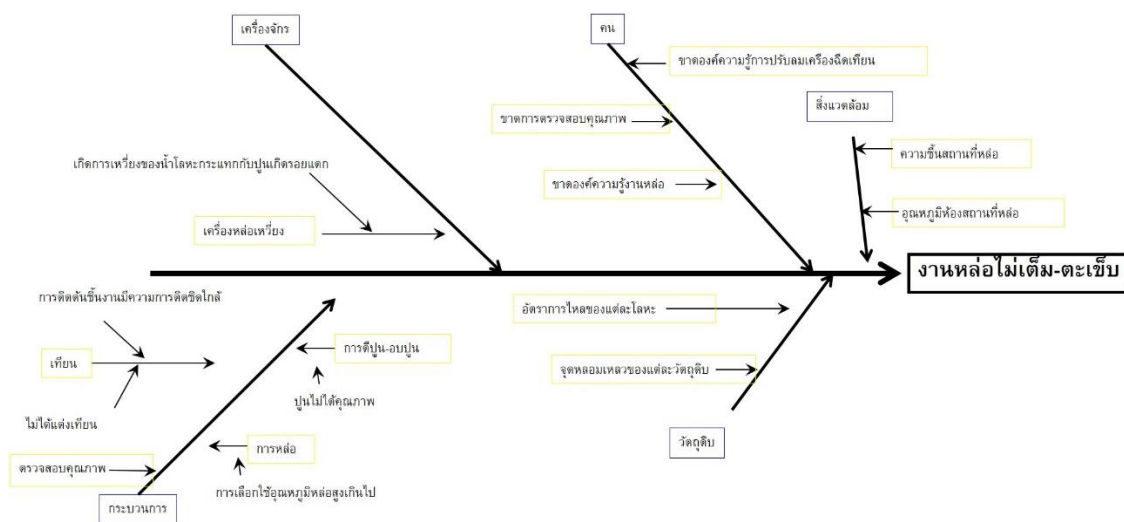


ภาพที่ 7 แผนภาพพาราเรโตแสดงปัญหางานหล่อ



ภาพที่ 8 ชนิดปัญหาที่พบในชิ้นงานหล่อ (a) ตะเข็บ และ (b) หล่อไม่เต็ม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ ทางผู้วิจัยได้ร่วมกับหัวหน้างาน และพนักงานบางส่วนที่เกี่ยวข้อง ประชุมเพื่อหาสาเหตุของปัญหาหลักและปัญหาย่อยผ่านแผนผังก้างปลา (Fish-bone diagram) (ภาพที่ 9) พบว่า สาเหตุของปัญหงานหล่อ มาจากเครื่องจักรที่ใช้ระบบการหล่อที่แตกต่างกัน และ พนักงานขาดองค์ความรู้ทางด้านการควบคุมอุณหภูมิของงานหล่อ ซึ่งทางโรงงานไม่ได้เป็นพนักงานหล่อเอง จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมกระบวนการนี้ได้



ภาพที่ 9 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุที่ทำให้ชิ้นงานหล่อไม่เต็มและเกิดตะเข็บ

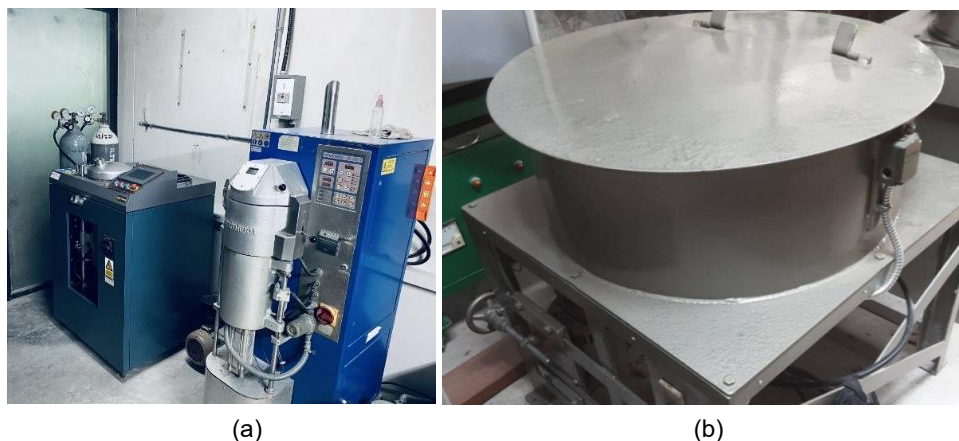
3. การเปรียบเทียบระบบกระบวนการหล่อของทางคู่ค้า 2 โรงงาน และการออกแบบแผนภูมิควบคุม (Control Chart)

จากสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ว่า ชนิดของชิ้นงานที่พบตะเข็บ และหล่อไม่เต็มบนชิ้นงานนั้น เนื่องจากระบบการหล่อของทางคู่ค้า (Supplier) ที่ใช้ระบบแตกต่างกัน ถึงเป็นสมมุติฐานที่สำคัญของสาเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้

ออกแบบการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบระบบการหล่องาน 2 ระบบ (ภาพที่ 10) ซึ่งสามารถจำแนกได้ ดังนี้

1. ระบบเครื่องหล่อสูญญากาศ : โรงงาน A
2. ระบบเครื่องหล่อเหวี่ยง : โรงงาน B

และผู้วิจัยได้เลือกประเภทชิ้นงานชนิดแหวน ที่มีขนาดความหนาบางที่ 0.2 มิลลิเมตร และ 1.3 มิลลิเมตร น้ำหนักต่อชิ้นอยู่ที่ 1.63 กรัม รวมทั้งได้เลือกใช้โลหะประเภททองเหลืองในการทดลองนี้ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์หลักของโรงงาน



ภาพที่ 10 ระบบการหล่อของทางคู่ค้า 2 โรงงาน (a) ระบบเครื่องหล่อสูญญากาศ และ (b) ระบบเครื่องหล่อเหวี่ยง

จากผลการทดลองผลิตชิ้นงาน เพื่อเปรียบเทียบระบบการหล่องาน 2 ระบบ ของทางคู่ค้าทั้ง 2 โรงงาน ที่มีระบบการหล่อที่แตกต่างกัน พบว่า ระบบเครื่องหล่อสูญญากาศของโรงงาน A พบปัญหางานเสีย จำนวน 109 ชิ้น จากจำนวนงานทั้งหมด 1,680 ชิ้น คิดเป็นค่าเฉลี่ยของงานเสีย ร้อยละ 6 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเครื่องหล่อเหวี่ยงของโรงงาน B พบปัญหางานเสียจำนวน 1,305 ชิ้น จากจำนวนงานทั้งหมด 1,791 ชิ้น คิดเป็นค่าเฉลี่ยของงานเสีย ร้อยละ 73 ดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 จำนวนงานเสียในปริมาณต่อ lot ของระบบเครื่องหล่อสูญญากาศ (โรงงาน A)

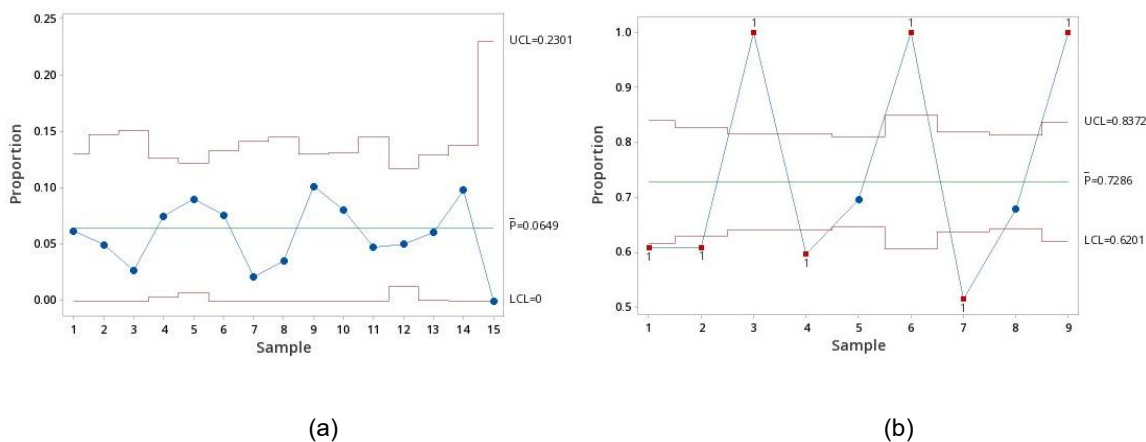
lot	จำนวนงานทั้งหมด (ชิ้น)	จำนวนงานเสีย (ชิ้น)	%งานเสีย
1	129	8	6
2	80	4	5
3	74	2	3
4	146	11	8
5	166	15	9
6	118	9	8
7	93	2	2
8	85	3	4
9	128	13	10
10	124	10	8

lot	จำนวนงานทั้งหมด (ชิ้น)	จำนวนงานเสีย (ชิ้น)	%งานเสีย
11	84	4	5
12	199	10	5
13	132	8	6
14	102	10	10
15	20	0	0
รวมทั้งหมด	1,680	109	Mean = 6%

ตารางที่ 2 จำนวนงานเสียในปริมาณต่อ lot ของระบบเครื่องหล่อเหวี่ยง (โรงงาน B)

lot	จำนวนงานทั้งหมด (ชิ้น)	จำนวนงานเสีย (ชิ้น)	%งานเสีย
1	143	87	61
2	182	111	61
3	232	232	100
4	231	138	60
5	267	186	70
6	120	120	100
7	219	113	52
8	246	167	68
9	151	151	100
รวมทั้งหมด	1,791	1,305	Mean = 73%

จากผลการเปรียบเทียบระบบการหล่อ ทางผู้วิจัยได้ออกแบบแผนภูมิการควบคุมกระบวนการผลิตงานหล่อชิ้นงานทองเหลืองของ 2 โรงงาน ทั้งระบบเครื่องหล่อสุญญากาศและระบบเครื่องหล่อเหวี่ยง ผ่านการควบคุมเชิงคุณภาพทางด้านของเสีย (P-chart) พบว่า ระบบเครื่องหล่อสุญญากาศ โรงงาน A อยู่ภายใต้การควบคุมทั้งหมด จำนวน 15 รอบ มีค่า $\bar{P} = 0.0649$ ค่าช่วงความคลาดเคลื่อน $UCL = 0.2301$ และ $LCL = 0$ แสดงว่ามีช่องการควบคุมของเสียที่แคบกว่า ระบบเครื่องหล่อเหวี่ยงโรงงาน B ที่อยู่นอกขอบเขตการควบคุมถึง 7 รอบ จากจำนวนรอบการส่งงานทั้งหมด 9 รอบ มีค่า $\bar{P} = 0.7286$ ค่าช่วงความคลาดเคลื่อน $UCL = 0.8372$ และ $L = 0.6201$ ดังภาพที่ 10 [5]



ภาพที่ 11 P chart สำหรับควบคุมคุณภาพทางด้านของเสีย ของระบบกระบวนการหล่อทางคู่ค้า 2 โรงงาน
(a) ระบบเครื่องหล่อสูญญากาศ และ (b) ระบบเครื่องหล่อเหวี่ยง

อภิปรายผลการวิจัย

จากกรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องประดับที่ทำงานร่วมกับคู่ค้าทางด้านการผลิตงานหล่อ (Supplier) ที่มีระบบการหล่อที่แตกต่างกัน 2 ระบบ คือ ระบบเครื่องหล่อสูญญากาศและระบบเครื่องหล่อเหวี่ยง ทำให้โรงงานที่ไม่ทราบข้อมูลสาเหตุของการส่งงานไม่ทัน ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการผลิตและระบบการหมุนเวียนเงินของโรงงาน ผู้วิจัยจึงได้ร่วมกับทางหัวหน้างาน และพนักงานบางส่วน รวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ผ่านแผนภาพพาเรโต พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มาจากงานหล่อ และชนิดของปัญหางานหล่อ คือ ตะเข็บ และหล่อไม่เต็ม ซึ่งไม่เหมาะสำหรับนำมาเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นตอนต่อไป เมื่อนำมาหาสาเหตุที่แท้จริงโดยใช้แผนผังก้างปลา เป็นสารสนเทศที่ได้จากเครื่องมือควบคุมคุณภาพ (QC Tools) อย่างง่ายเหล่านี้ จึงเป็นเครื่องมือ หรือแนวทางการปรับปรุงให้กับทางพนักงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผนวกกับด้านวิชาการของด้านโลหวิทยา พบว่า สาเหตุหลักของปัญหามาจากระบบการหล่องานที่แตกต่างกัน โดยระบบการหล่อสูญญากาศมีผลปัญหาของงานหล่อทางด้านตะเข็บและหล่อไม่เต็มด้านผลงานเสียที่น้อยกว่า คิดเป็นร้อยละ 6 ของงานทั้งหมด ซึ่งแตกต่างกับระบบงานหล่อเหวี่ยงที่มีผลงานเสีย คิดเป็นร้อยละ 73 ของงานทั้งหมด เนื่องจากกระบวนการหล่อเหวี่ยงมีความจำเป็นต้องใช้แรงในการส่งน้ำโลหะเข้าสู่ชิ้นงาน ที่ทำให้เกิดการกระแทกระหว่างน้ำโลหะกับผิวปูน ส่งผลให้เกิดตะเข็บบนชิ้นงาน และความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิในการหลอมจากช่างหล่อ ส่งผลทำให้งานหล่อไม่เต็ม

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลองนั้น ผู้วิจัยเลือกใช้การควบคุมคุณภาพผ่านแผนภาพการควบคุมของเสีย (P chart) จะช่วยให้โรงงานสามารถแก้ไขและปรับปรุงปัญหาด้านกระบวนการผลิตในขั้นตอนการหล่องานของคู่ค้าได้อย่างทันท่วงที และเพื่อเป็นตัวเลือกของการเปรียบเทียบคุณภาพงานหล่อที่ต้องการคุณภาพที่ง่ายต่อการผลิตขั้นตอนต่อไปได้แท้จริง รวมทั้งยังเป็นแนวทางในการจัดการเบื้องต้นที่สามารถช่วยลดปัญหาของการส่งงานไม่ทันที่จะส่งผลกระทบต่อโรงงานต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การลดความสูญเสียของกระบวนการผลิตงานหล่อจากกรณีศึกษาระบบการหล่อ 2 ระบบ คือ ระบบการหล่อสูญญากาศและระบบการหล่อเหวี่ยง ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นให้กับโรงงานที่มีรูปแบบการดำเนินงานทางด้านการหา

ปัญหาของการส่งงานไม่ตรงตามระยะเวลาที่กำหนด และสาเหตุที่แท้จริงจากเครื่องมือควบคุมคุณภาพ (QC Tools) รวมทั้งการคัดเลือกระบบการหล่อของ 2 ระบบที่ทางโรงงานได้ส่งให้กับคู่ค้าทางด้านการผลิต (Supplier) โดยผลสำเร็จ พบว่า ระบบการหล่อสุญญากาศมีประสิทธิภาพการผลิตมากกว่าระบบการหล่อเหวี่ยงเป็นแนวทางให้กับโรงงานเพื่อตอบสนองการผลิตที่ทันได้ตรงตามระยะเวลาที่กำหนดให้มีประสิทธิภาพทางด้านการผลิตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรมและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษา ให้แนวทาง และข้อเสนอแนะต่างๆ และขอขอบคุณผู้บริหาร บริษัท ซาโตครีเอชั่น จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่วิจัยและให้ข้อมูลประกอบการวิจัย และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณสำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.) รวมทั้งสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่ให้สนับสนุนทุนการวิจัยครั้งนี้ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- [1] ธนภรณ์ ต้นสกุล และ ขจีพร วงศ์ปรีดี. การศึกษาการหล่อแพลทินัมด้วยวิธีหล่อเหวี่ยงสุญญากาศภายใต้บรรยากาศแบบอาร์กอน. วารสารหล่อโลหะ Metal Casting Journal. ปีที่ 17 (ฉบับที่ 3). กรกฎาคม-กันยายน 2550.
- [2] ปาณิกา เสนาเดนต์รี. (2549). “การพัฒนาประสิทธิภาพงานหล่อเครื่องประดับด้วยการออกแบบการ ทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง กรณีศึกษา: โรงงานเครื่องประดับ.” วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [3] ปารเมศ ชูติมา. (2545). การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
- [4] Dieter Ott. (1991). Defect in Jewelry a New Version of and Old Problem. The Santa Fe Symposium on Jewelry. 94
- [5] Jiju Antony. (1997). “A strategic approach to the use of advanced statistical methods for quality improvement.” PhD thesis, Portsmouth Business School, University of Portsmouth.

RANC15-085 ผลกระทบของความเข้มสนามไฟฟ้าและจำนวนพัลส์ต่อปริมาณ ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของบอระเพ็ด

(*Tinospora crispa*)

EFFECT OF ELCTRIC FIELD STENGTH AND PULSE NUMBER ON TOTAL PHENOLIC CONTENT, TOTAL FLAVONOID CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *TINOSPORA CRISPA*

เพ็ญวรัตน์ พันธุ์ภัทรชัย จรรย์วรรณ ต. วุฒิจำนงค์* มณีรัตน์ เมืองใจ

Penwarat Phanphattharachai, Janyawat Tancharoenrat Vuthijumnonk*, Maneerat Mueangjai

วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

College of Integrated Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna.

*Corresponding author, E-mail: vjanyawat@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

บอระเพ็ด (*Tinospora crispa*) เป็นพืชที่อุดมไปด้วยสารพฤกษเคมีซึ่งมีฤทธิ์ทางยาและเป็นส่วนประกอบของยาแผนโบราณ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของความเข้มสนามไฟฟ้า และจำนวนพัลส์ต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากบอระเพ็ด ศึกษาความเข้มของสนามไฟฟ้าที่ 4, 5 และ 6 kV/cm และ จำนวนพัลส์ที่ใช้คือ 1000, 3000 และ 5000 พัลส์ บอระเพ็ดที่แช่ในน้ำตามเวลาใช้ในการปรับสภาพด้วยสนามไฟฟ้าจะใช้เป็นกลุ่มควบคุม จากการศึกษาพบว่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามความเข้มสนามไฟฟ้าและพัลส์ที่สูงขึ้น ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดมีค่าสูงที่สุดเมื่อปรับสภาพบอระเพ็ดด้วยความเข้มสนามไฟฟ้า 6 kV/cm จำนวน 5,000 พัลส์ เท่ากับ 8.55 ± 0.66 mgGAE/gFW และ 18.73 ± 1.30 mgQE/gFW ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อสกัดบอระเพ็ดผ่านการปรับสภาพโดยสนามไฟฟ้าพัลส์ที่ 6 kV/cm จำนวน 5,000 พัลส์ ยังพบแนวโน้มเดียวกันกับความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยพบว่าค่า FRAP value สูงที่สุดเท่ากับ 52.36 ± 4.82 mgGAE/gFW

คำสำคัญ: บอระเพ็ด สารฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ สนามไฟฟ้าพัลส์ การต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

Tinospora crispa, contains various phytochemicals and possesses pharmaceutical properties, is used in traditional medicine. This study aims to investigate the effect of pulsed electric field (PEF)-assisted extraction of *Tinospora crispa* on total phenolic content (TPC), total flavonoid content (TFC), and antioxidant activity using ferric reducing ability power (FRAP) assay. The study conditions were varied by PEF intensity (4, 5, and 6 kV/cm) with 1000, 3000, and 5000 pulses. *Tinospora crispa* samples macerated in water at

various times served as controls. The study showed that TPC value increased with higher pulses number and increased electric field strength. The highest TPC and TFC values were observed in the samples treated with 6 kV/cm and 5000 pulses, at 8.55 ± 0.66 mgGAE/gFW and 18.73 ± 1.30 mgQE/gFW, respectively. A similar trend was found with FRAP assay where the highest FRAP value at 52.36 ± 4.82 mgGAE/gFW was obtained from the samples treated with PEF at 6 kV/cm and 5000 pulses.

Keywords: *Tinospora crispa*, Total Phenolic Content, Total Flavonoid Content, Pulse Electric Field, Antioxidant Activity

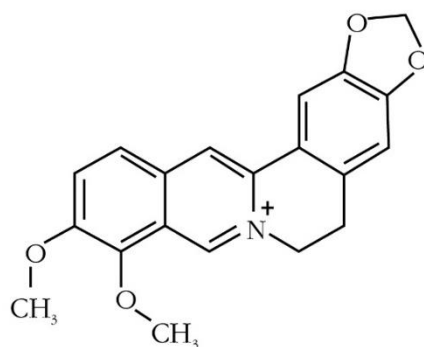
บทนำ

บอระเพ็ด มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tinospora crispa* (L.) อยู่ในวงศ์ Menispermaceae เป็นเถาไม้ล้มลุกที่เติบโตอย่างกว้างขวางในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ [1] บอระเพ็ดจัดเป็นไม้เลื้อย เนื้อแข็ง ไม่มีขน ยาวถึง 15 เมตร เถากลม ขรุขระไม่เรียบ เป็นปุ่มเปลือกของเถาบางลอกออกได้ เป็นปุ่มกระจายทั่วไป เมื่อแก่เห็นปุ่มปมเหล่านี้หนาแน่น และชัดเจนมาก เปลือกเถา คล้ายเยื่อกระดาษ มียางขาวใส เถามีรสขมจัด สีเทาแกมเหลือง มีรากอากาศคล้ายเส้นด้ายยาว กลม ยาว สีน้ำตาลเข้ม ใบเดี่ยว เรียงเวียนสลับ มักเป็นรูปหัวใจ รูปไข่กว้าง หรือรูปกลม [2]



ภาพที่ 1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นบอระเพ็ด [3]

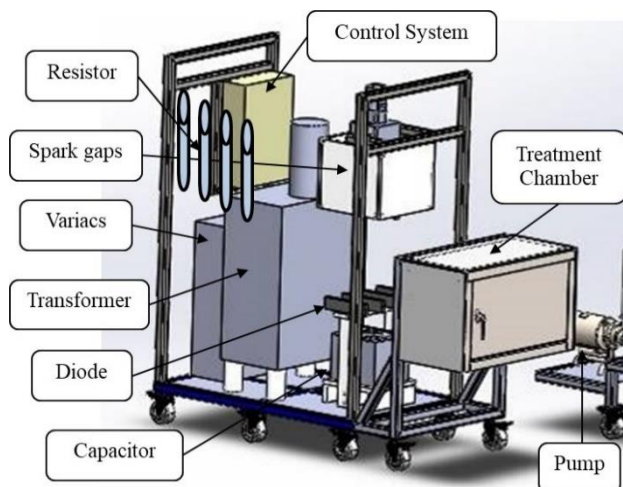
บอระเพ็ด เป็นพืชสมุนไพรที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ กลุ่มอัลคาลอยด์ ไกลโคไซด์ เทอร์พีนอยด์ สเตียรอยด์ สารขม และคาร์โบไฮเดรต ซึ่งสารกลุ่มอัลคาลอยด์ที่พบ เช่น เบอร์เบอรีน (Berberine) โดยสารเบอร์เบอรีน มีอยู่ในราก, เหง้าและเปลือกลำต้นของพืช [4-9] สารเบอร์เบอรีน เป็นองค์ประกอบหลัก มีโครงสร้างทางเคมีเป็นไอโซควิโนลีนอัลคาลอยด์ (isoquinoline alkaloid) ซึ่งมีรายงานการทดลองพบว่าสารเบอร์เบอรีน ออกฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด [10] ต้านอนุมูลอิสระ [11] และต้านมะเร็ง เป็นต้น [12-13]



ภาพที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของเบอร์เบอรีน [14]

การสกัดสารจากบอระเพ็ดมีหลายกระบวนการด้วยกัน โดยทั่วไปเป็นการใช้สารทำละลายอินทรีย์เอทานอลร่วมกับวิธีการต่างๆ เพื่อเพิ่มความสามารถในการละลายของสาร อาทิ การแช่ การปล่อยให้ไหลซึมผ่าน การสกัดด้วยซอกซ์เลต รวมไปถึงการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันเป็นอย่างมาก ซึ่งวิธีการบอระเพ็ดเหล่านั้นก็มีข้อดีข้อเสียที่ต่างกันไป

เทคโนโลยีสนามไฟฟ้าพัลส์ (Pulsed Electric Field, PEF) หรือการจ่ายสัญญาณไฟฟ้าแรงดันสูง-กระแสสูง ในระยะเวลาสั้นภายใต้ของเหลวที่เป็นตัวนำไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าแรงดันสูงนั้น มีการนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลากหลาย เช่น การฆ่า เชื้อโรคในอาหารปรุงเสร็จพร้อมบริโภคอย่างพาสต์ฟูด (Fast Food) ในผลไม้ เนื้อสัตว์ เครื่องดื่ม หรือผลิตภัณฑ์นม นอกจากนี้ยังมีการนำมาประยุกต์ใช้กับการทำลายผนังเซลล์ของพืชเพื่อเป็นการนำสารเคมีออกมา โดยใช้ระยะเวลาอันสั้น โดยมีหลักการการทำงานคือใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบสวิตซ์ซึ่งที่สามารถสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงได้ถึง 20 กิโลโวลต์ จากนั้นไฟฟ้าแรงดันสูงจะถูกเก็บสะสมไว้ที่เก็บประจุจากนั้นชุดหมุนจ่ายพัลส์ทำหน้าที่จ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงเป็นจังหวะช่วงสั้นไปยังห้องสกัดพืชหรือสมุนไพรที่ต้องการสกัดจะถูกบดละเอียดและบรรจุในห้องสกัดนี้ร่วมกับตัวทำละลาย สนามไฟฟ้าพัลส์ช่วงสั้นจะเคลื่อนที่ผ่านขั้วไฟฟ้าแรงดันสูง ด้านในไปยังพืชหรือสมุนไพร ทำให้เซลล์แตกและได้สารสำคัญมาอยู่ในตัวทำละลาย [15] เครื่องสนามไฟฟ้าพัลส์แสดงในภาพที่ 3 มีองค์ประกอบที่สำคัญได้แก่ ห้องสกัดตัวอย่าง (Treatment chamber) หน่วยผลิตสนามไฟฟ้า ประกอบด้วยตัวเก็บประจุ หม้อแปลงไฟฟ้าพร้อมส่วนปรับแรงดัน ไดโอด และกล่องควบคุม เป็นต้น



ภาพที่ 3 เครื่องสนามไฟฟ้าพัลส์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของความเข้มสนามไฟฟ้าและจำนวนพัลส์ต่อปริมาณฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากบอระเพ็ด

วิธีดำเนินการวิจัย

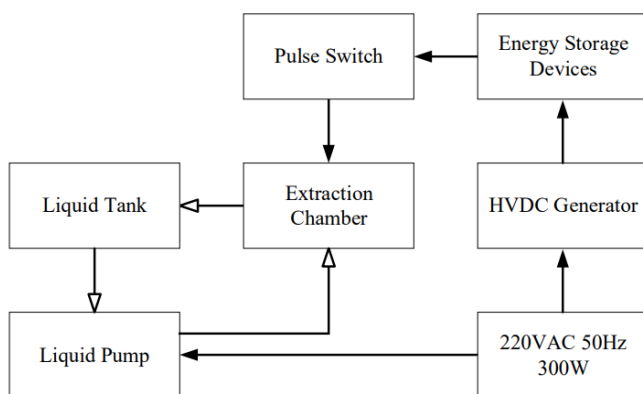
สารเคมีและวัสดุ

ตัวอย่างบอระเพ็ดซื้อจากตลาดในจังหวัดเชียงใหม่ สารเคมีทุกชนิดเป็นเกรดสำหรับการตรวจวิเคราะห์ (analytical grade) Folin ciocalteu reagent จาก Loba Chemie ประเทศอินเดีย $FeCl_3$ จาก Quality Reagent chemical ประเทศนิวซีแลนด์ Acetate buffer, 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) และ Gallic acid จาก Sigma-Aldrich ประเทศสิงคโปร์

การเตรียมตัวอย่างและการปรับสภาพบอระเพ็ดด้วยเครื่องสนามไฟฟ้าพัลส์

ตัวอย่างบอระเพ็ดนำมา หั่นเป็นชิ้นขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตร ชั่งน้ำหนักบอระเพ็ด ปริมาณ 10 กรัม และเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในห้องสกัด (extraction chamber) โดยใช้ความเข้มสนามไฟฟ้า 4, 5 และ 6 kV/cm ใช้จำนวนพัลส์คือ 1000, 3000 และ 5000 พัลส์ และใช้ความถี่ในการสกัดคือ 2 Hz

ภาพที่ 4 เป็นแผนภาพการทำงานของเทคนิคสนามไฟฟ้าพัลส์ เครื่องสนามไฟฟ้าพัลส์ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นไฟฟ้าสำหรับการกระตุ้นเซลล์ในห้องสกัดและส่วนที่เป็นของเหลวไหลวน ในส่วนของการสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงมีการแปลงผันพลังงานไฟฟ้าพื้นฐานจาก 220 VAC 50 Hz เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง จากนั้นทำการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงนี้ให้มีศักย์ไฟฟ้าที่สูงขึ้นประมาณ 20 kV ด้วย HVDC Generator เพื่อนำไปเก็บสะสมที่หน่วยสะสมพลังงาน อุปกรณ์จ่ายพัลส์ (pulse switch) ทำหน้าที่จ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงไปยังห้องสกัด โดยสามารถปรับความถี่ได้ระหว่าง 1 - 5 Hz ในส่วนของการไหลวนของเหลว มีวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยนำสารเคมีออกจากเซลล์ให้เร็วยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4 แผนภาพการทำงานของเทคนิคสนามไฟฟ้าพัลส์

การสกัดสารพิษเคมีจากบอระเพ็ดที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสนามไฟฟ้าพัลส์

นำตัวอย่างบอระเพ็ด ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยเครื่องสนามไฟฟ้าพัลส์ปริมาณ 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปสกัดด้วยเครื่องกวนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นกรองแล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิก ทั้งหมดและวิเคราะห์หาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด

วิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolics) ด้วยวิธี Folin ciocalteu reagent [16] โดยใช้สารสกัด 0.2 มิลลิลิตร เติม 10% Folin ciocalteu phenol มิลลิลิตร เติมสารละลาย 7.5% Sodium carbonate ผสมให้เข้ากัน ตั้งไว้ 30 นาทีในที่มืด วัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร และคำนวณเทียบกับกราฟสารมาตรฐานของกรดแกลลิก (gallic acid)

การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (Total flavonoid content)

การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมด้วยวิธี aluminum chloride assay เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Bhanuz, Pintusorn and Arunporn (2012) [17] โดยใช้เคอควิทิน (Quercetin) เป็นสารมาตรฐาน

โดยปีเปตสารละลายมาตรฐานเคอควิทิน หรือ สารสกัดตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 10% ethanol และ 2% aluminum chloride ผสมให้เข้ากัน ตั้งไว้ 30 นาทีในที่มืด วัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 425 นาโนเมตร ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ และหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมจากสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐานเคอควิทินในหน่วยของมิลลิกรัมสมมูลของ เคอควิทินต่อต่อหน้าหนักสารสกัดสด 1 กรัม (Milligram Quercetin Equivalents/gram of fresh weight, mg QE/g FW)

การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

การทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) assay เป็นวิธีที่ ดัดแปลงจาก Wiwat and Wallaya (2009) [18] โดยใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน โดยเตรียม FRAP reagent ในอัตราส่วน (0.1 M acetate buffer : 0.02 M FeCl₃ : 0.01 M TPTZ = 10 : 1 : 1) ทำการทดสอบสารตัวอย่างโดยผสมสารตัวอย่าง 0.2 มิลลิลิตร กับสารละลาย FRAP reagent มิลลิลิตร ตั้งไว้ 30 นาทีในที่มืด วัดค่าดูดกลืนแสงเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร และคำนวณเทียบกับกราฟสารมาตรฐานของกรดแกลลิก (gallic acid)

ผลการวิจัย

จากการศึกษาผลกระทบของการใช้สนามไฟฟ้าพัลส์เพื่อช่วยในการสกัดสารพฤกษเคมีจากบอระเพ็ด พบว่า การใช้สนามไฟฟ้าพัลส์ส่งผลให้อุณหภูมิในระหว่างการปรับสภาพตัวอย่างบอระเพ็ดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อความเข้มของสนามไฟฟ้าและจำนวนพัลส์เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 1

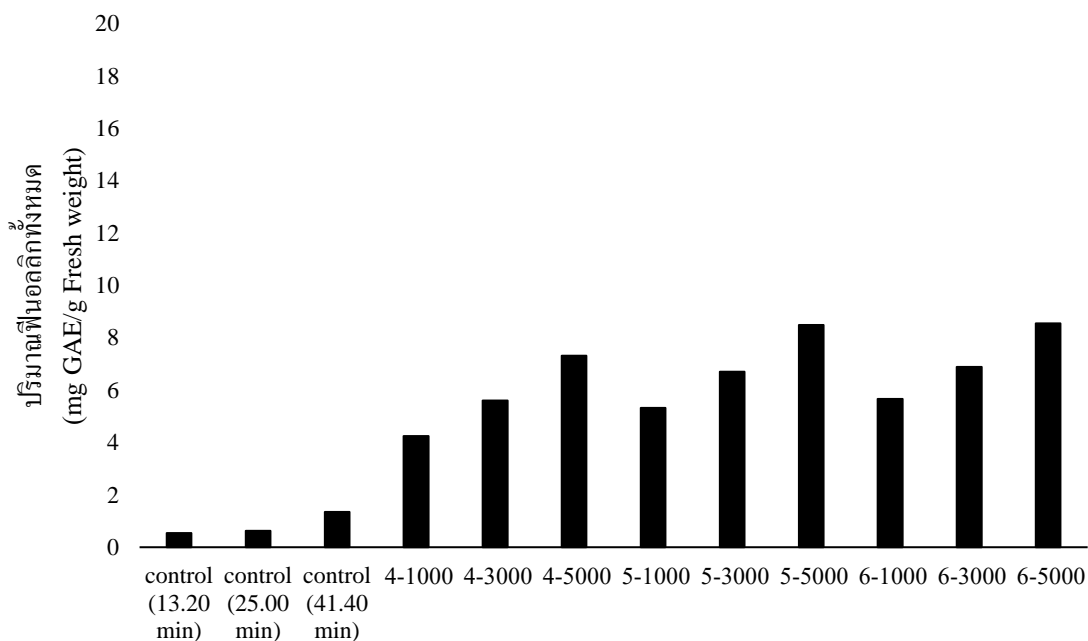
ตารางที่ 1 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) สูดท้ายจากการปรับสภาพตัวอย่างที่สภาวะในการทดลองต่างกัน

ความเข้มของสนามไฟฟ้า (kv/cm)	จำนวนพัลส์		
	1000	3000	5000
4	32	41	47
5	32	44	53.6
6	31	44	62.3

ผลกระทบของการใช้สนามไฟฟ้าพัลส์ในการปรับสภาพตัวอย่างบอระเพ็ดต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดที่สกัดจากตัวอย่างบอระเพ็ดสดที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสนามไฟฟ้าพัลส์ พบว่า เมื่อมีการใช้สนามไฟฟ้าพัลส์ในการปรับสภาพตัวอย่างบอระเพ็ดจะส่งผลให้สกัดได้

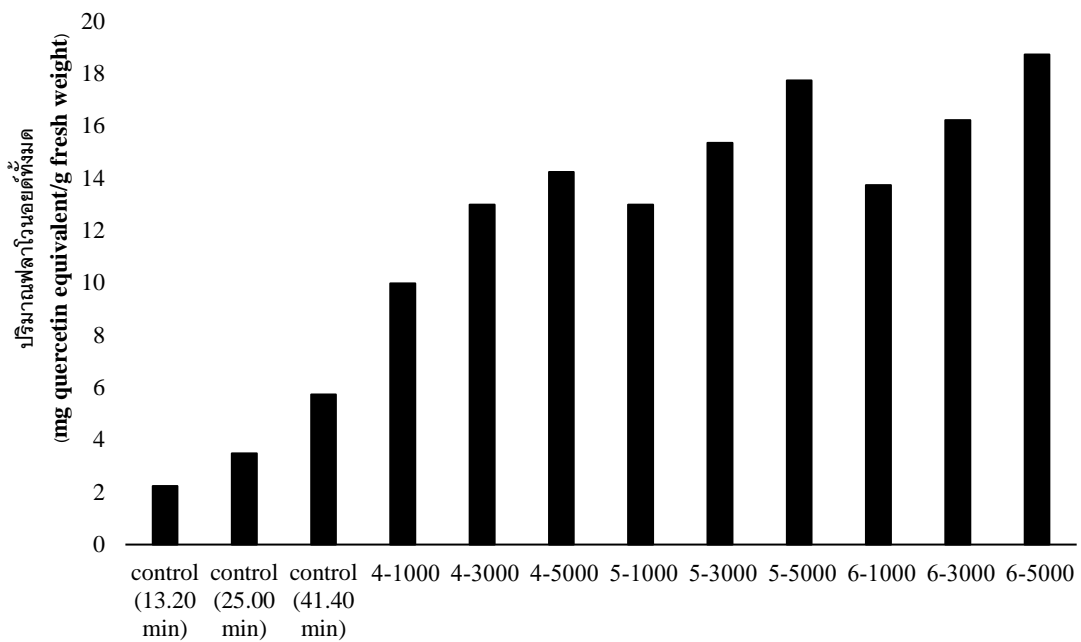
ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตาม ความเข้มของสนามไฟฟ้ามีผลต่อปริมาณฟีนอลิกที่สกัดได้ แต่เมื่อเพิ่มจำนวนพัลส์จะส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิกที่สกัดได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากความเข้มของสนามไฟฟ้ามีผลต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ดังนั้น เมื่อสกัดตัวอย่างบอระเพ็ดที่ผ่านการปรับสภาพโดยใช้จำนวนพัลส์ 1,000 พัลส์ พบว่า ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเมื่อสกัดด้วยความเข้มสนามไฟฟ้า 4, 5 และ 6 kV/cm เท่ากับ 4.25 ± 0.15 , 5.32 ± 0.46 และ 5.66 ± 0.25 mgGAE/gFW ตามลำดับ เมื่อเพิ่มจำนวนพัลส์เป็น 5,000 พัลส์ พบว่าจะได้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเมื่อสกัดด้วยความเข้มสนามไฟฟ้า 4, 5 และ 6 kV/cm เท่ากับ 7.32 ± 0.22 , 8.49 ± 0.43 และ 8.55 ± 0.66 mgGAE/gFW ตามลำดับ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดจากตัวอย่างบอระเพ็ดที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสนามไฟฟ้าพัลส์

ผลกระทบของการใช้สนามไฟฟ้าพัลส์ในการปรับสภาพตัวอย่างบอระเพ็ดต่อปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

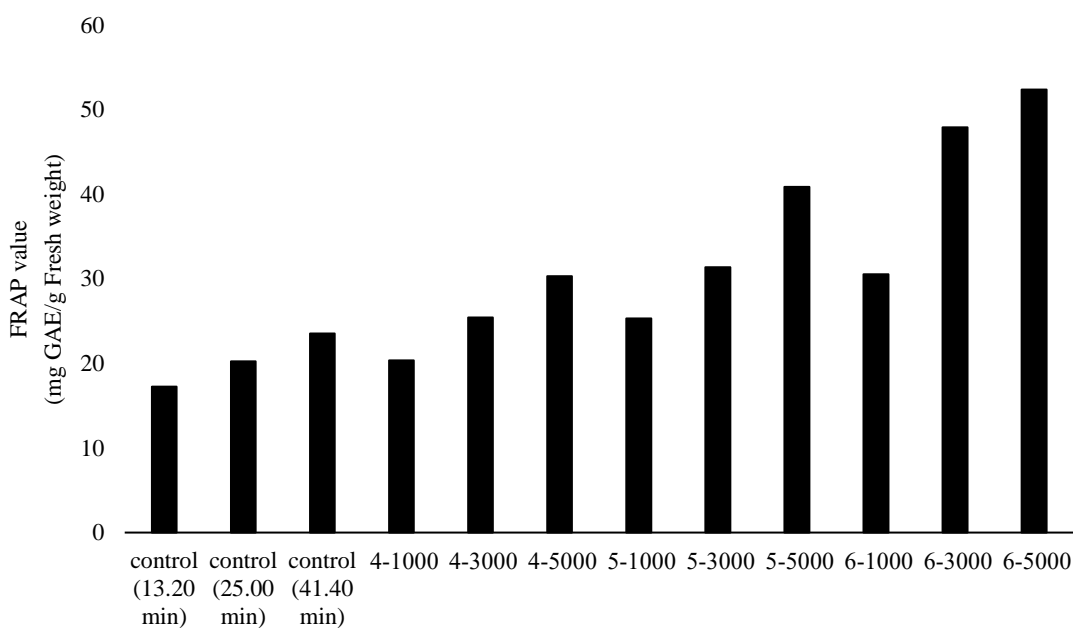
เมื่อวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่สกัดจากตัวอย่างบอระเพ็ดสดที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสนามไฟฟ้าพัลส์ พบว่า เมื่อมีการใช้สนามไฟฟ้าพัลส์ในการปรับสภาพตัวอย่างบอระเพ็ดจะส่งผลให้สกัดได้ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับค่า TPC (รูปที่ 5) อย่างไรก็ตาม ความเข้มของสนามไฟฟ้ามีผลต่อปริมาณฟลาโวนอยด์ที่สกัดได้ แต่เมื่อเพิ่มจำนวนพัลส์จะส่งผลให้ปริมาณฟลาโวนอยด์ที่สกัดได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากความเข้มของสนามไฟฟ้ามีผลต่อปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ดังนั้น เมื่อสกัดตัวอย่างบอระเพ็ดที่ผ่านการปรับสภาพโดยใช้จำนวนพัลส์ 1,000 พัลส์ พบว่า ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเมื่อสกัดด้วยความเข้มสนามไฟฟ้า 4, 5 และ 6 kV/cm เท่ากับ 9.98 ± 1.14 , 12.98 ± 3.84 และ 13.73 ± 1.89 mgQE/gFW ตามลำดับ เมื่อเพิ่มจำนวนพัลส์เป็น 5,000 พัลส์ พบว่าจะได้ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเมื่อสกัดด้วยความเข้มสนามไฟฟ้า 4, 5 และ 6 kV/cm เท่ากับ 14.23 ± 3.27 , 17.73 ± 1.14 และ 18.73 ± 1.30 mgQE/gFW ตามลำดับ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดทั้งหมดจากตัวอย่างบอระเพ็ดที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสนามไฟฟ้าพัลส์

ผลกระทบของการใช้สนามไฟฟ้าพัลส์ในการปรับสภาพตัวอย่างบอระเพ็ดต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

จากการทดลองพบว่า เมื่อมีการใช้สนามไฟฟ้าพัลส์ในการปรับสภาพตัวอย่างบอระเพ็ดจะส่งผลให้สารสกัดที่ได้มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ความเข้มของสนามไฟฟ้าและจำนวนพัลส์ที่เพิ่มขึ้นทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากบอระเพ็ดที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสนามไฟฟ้าพัลส์สูงขึ้น จากภาพที่ 5 และ 6 จะเห็นได้ว่า เมื่อใช้กำลังไฟฟ้าเท่ากันการเพิ่มจำนวนพัลส์จาก 1000 เป็น 3000 ส่งผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากบอระเพ็ดเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อเพิ่มจำนวนพัลส์จาก 3000 เป็น 5000 พบว่า ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระนั้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เช่น ในสภาวะการสกัดที่ใช้ความเข้มสนามไฟฟ้า 6 kV/cm จำนวน 1000 พัลส์ สารสกัดที่ได้มีค่า FRAP value เท่ากับ 30.55 ± 4.69 mgGAE/gFW แต่เมื่อเพิ่มจำนวนพัลส์ เป็น 5000 พบว่า ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเป็น 52.36 ± 4.82 mgGAE/gFW (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 FRAP value จากตัวอย่างบอระเพ็ดที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสนามไฟฟ้าพัลส์

อภิปรายผลการวิจัย

ปัจจุบันมีการศึกษาน้อยมากเกี่ยวกับการสกัดบอระเพ็ดด้วย PEF อย่างไรก็ตาม ค่า TPC ของบอระเพ็ดแปรรูปขึ้นอยู่กับวิธีการสกัด ในการทดลองนี้ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่สกัดจากตัวอย่างบอระเพ็ดที่ผ่านการปรับสภาพด้วยวิธีสนามไฟฟ้าพัลส์และใช้น้ำเป็นตัวทำละลายมีค่าระหว่าง $0.54 \pm 0.02 - 8.55 \pm 0.66$ mgGAE/gFW การสกัดด้วย PEF ในวัสดุจากพืชได้แสดงให้เห็นแล้วว่าช่วยเพิ่มค่า TPC ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Alide และคณะ [19] พบว่าค่า TPC ของกระเทียมที่สกัดโดยใช้ PEF นั้นสูงกว่าการสกัดแบบไม่ใช้ PEF ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเพิ่มอุณหภูมิระหว่างการรักษาด้วย PEF นอกจากนี้ PEF ยังส่งผลกระทบต่อผนังเซลล์ของวัสดุพืชซึ่งนำไปสู่การประกอบฟีนอลิกที่ปล่อยออกมาในการสกัด Shaimaa และคณะ [20] อย่างไรก็ตามวิธีการสกัดที่แตกต่างกันส่งผลถึงปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่สกัดได้ รวมถึงอาจมีปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในบอระเพ็ดเช่นลักษณะสายพันธุ์ แหล่งที่ปลูก และสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูก [21] จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการใช้สนามไฟฟ้าพัลส์ปรับสภาพบอระเพ็ดนั้นส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อมีการเพิ่มจำนวนพัลส์และความเข้มของไฟฟ้า

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่าการใช้เทคโนโลยีสนามไฟฟ้าพัลส์โดยเฉพาะอย่างยิ่งจำนวนพัลส์ที่ใช้ในการปรับสภาพตัวอย่างบอระเพ็ดสดยิ่งจำนวนพัลส์เพิ่มขึ้นซึ่งทำให้สามารถสกัดปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยหัวข้อ การพัฒนาการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสมุนไพรโดยกระบวนการใช้สนามไฟฟ้าพัลส์และการศึกษาการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้รับการสนับสนุนจาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เงินงบประมาณแผ่นดิน : กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (กสว.): งบประมาณด้าน ววน. Full Proposal ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2564

เอกสารอ้างอิง

- [1] Pathak, Ashish K.; Jain, Dharam C.; and Sharma, Ram P. (1995). Chemistry and biological activities of the genera *Tinospora*. *Int. j. Pharmacogn.* 33: 277–287. Retrieved January 30, 2022, from <https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.3109/13880209509065379?scroll=top&needAccess=true>
- [2] ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (2565). *บอระเพ็ด*. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2565, จาก <http://www.phargarden.com/main.php?action=vienpage&pid=64>
- [3] Disthai. (2565). *ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นบอระเพ็ด*. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2565, จาก <https://shorturl.asia/qIS7o>
- [4] Kulkarni, SK.; and Dhir, A. (2010). Berberine: A plant alkaloid with therapeutic potential for central nervous system disorders. *Phytother Res.* 24: 317-324. Retrieved January 30, 2022, from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ptr.2968>
- [5] Government of India-Ministry of Health & Family Welfare. (1989). *Ayurvedic Pharmacopoeia of India*. 1st ed. Retrieved January 23, 2022, from <http://www.ayurveda.hu/api/API-Vol-1.pdf>
- [6] Sasikumar, JM.; Maheshu, V.; and Jayadev, R. (2009). In vitro antioxidant activity of methanolic extracts of *Berberis tinctoria* Lesch. root and root bark. *J. herb. med. Toxicol.* 3: 53-58. Retrieved January 23, 2022, from <https://www.semanticscholar.org/paper/IN-VITRO-ANTIOXIDANT-ACTIVITY-OF-METHANOLIC-OF-ROOT-Sasikumar/Maheshu/a033fc17322bfc8f1f7d2828e7eb99d79bc5cb7e>
- [7] Gilani, AH.; and Janbaz, K. H. (1995). Preventive and curative effects of *Berberis aristata* fruit extract on paracetamol- and CCl₄-induced Hepatotoxicity. *Phytother Res.* 9: 489-494. Retrieved January 23, 2022, from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ptr.2650090705>
- [8] Kanda, Murugesh S.; Yeligar, Veerendra C.; Bhim, Charan M.; and Maity, Tapan. (2005). Hepato protective and antioxidant role of *Berberis tinctoria* Lesch leaves on paracetamol-induced hepatic damage in rats. Iran. *J. Pharmacol. Ther.* 4: 64-69. Retrieved January 25, 2022, from <http://www.bioline.org.br/pdf?pt05014>
- [9] Fukuda, K.; Hibiya, Y.; Mutoh M., Koshiji, M.; Akao, S.; and Fujiwara, H. (1999). Inhibition of activator protein 1 activity by berberine in human hepatoma cells. *Planta Medica.* 65: 381-383. Retrieved January 24, 2022, from <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2006-960795>
- [10] Yin, J.; Ye, J.; and Jia, W. (2012). Effects and mechanisms of berberine in diabetes treatment. *Acta Pharm. Sin. B.* 2: 327-334. Retrieved January 23, 2022, from <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2211383512000871?token=60060160BA98AEF2E9AA AEB52F8ECA8F8BDA9B09A79F5A720D27169CE6E1CB715FADB7C45CB63CD3B6A2C6D0AD7D3CDA&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220323072445>

- [11] Pang, B.; Zhao, L.H.; Zhou, Q.; Zhao, T.Y.; Wang, H.; Gu, C.J; and Tong, X.L. (2015). Application of berberine on treating type 2 diabetes mellitus. *Int. J. Endocrinol.* 905749-905749. Retrieved January 24, 2022, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4377488/>
- [12] Lin, J.G.; Chung, J.G.; Wu, L.T.; Chen, G.W.; Chang, H.L.; and Wang, T.F. (1999). Effects of berberine on arylamine N- acetyltransferase activity in human colon tumor cells. *Am. J. Chin. Med.* 27: 265-275. Retrieved January 25, 2022, from <https://www.worldscientific.com/doi/epdf/10.1142/S0192415X99000306>
- [13] Fukuda, K.; Hibiya, Y.; Mutoh, M.; Koshiji, M.; Akao, S.; and Fujiwara, H. (1999). Inhibition by berberine of cyclooxygenase-2 transcriptional activity in human colon cancer cells. *J. Ethnopharm.* 66: 227-233. Retrieved January 26, 2022, from [https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378-8741\(98\)00162-7](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378-8741(98)00162-7)
- [14] Disthai. (2565). องค์ประกอบทางเคมีบอระเพ็ด. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2565, จาก <https://shorturl.asia/qIS7o>
- [15] อาทิตย์ ยารุทผลิ; พิสิษฐ วิมลธนสิทธิ์; ณิชชัย เทียงบูรณธรรม; และ อภิชาติ กาญจนทัต. (2562). เครื่องสนามไฟฟ้าพัลส์สำหรับการสกัดพืชและสมุนไพร. ใน *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 42*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [16] Sengül, Memnune.; Yildiz, Hilai.; and Kavaz Arzu. (2011, Aug). The Effect of Cooking on Total Polyphenolic Content and Antioxidant Activity of Selected Vegetables. *Int. J. Food Prop.* 17(3): 481–490. Retrieved January 25, 2022, from <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942912.2011.619292>
- [17] Dechayont, Bhanuz.; Hansakul, Pintusorn.; and Itharat, Arunporn. (2012). Comparison of Antimicrobial, Antioxidant Activities and Total Phenolic Content of *Antidesma Thwaitesianum* Fruit Extracts by Different Methods. *J Med Assoc Thai.* 95 (Suppl. 1): S147-S153. Retrieved January 25, 2022, from <http://www.jmatonline.com/files/journals/1/articles/1917/public/1917-5925-1-PB.pdf>
- [18] Braca, Alessandra.; Sortino, Chandra.; Politi, Matteo.; Morelli, Ivano.; and Mendez, Jeannette. (2002). Antioxidant activity of flavonoids from *Licania licaniaeflora*. *J. of Ethnopharm.* 79(3): 379-381. Retrieved January 22, 2022, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874101004135?via%3Dihub>
- [19] Alide, Thandiwe.; Wangila, Phanice.; and Kiprop, Ambrose. (2020). Effect of cooking temperature and time on total phenolic content, total flavonoid content and total in vitro antioxidant activity of garlic. *BMC Research Notes.* 13: 564. Retrieved May 11, 2021, from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7734758/pdf/13104_2020_Article_5404.pdf

- [20] Shaimaa, GA.; Mahmoud, MS.; Mohamed, MR.; and Emam, AA. (2016). Effect of Heat Treatment on Phenolic and Flavonoid Compounds and Antioxidant Activities of Some Egyptian Sweet and Chilli Pepper. *Nat Prod Chem Res.* 4: 218. Retrieved September 15, 2021, from <https://www.iomcworld.com/open-access/effect-of-heat-treatment-on-phenolic-and-flavonoid-compounds-andantioxidant-activities-of-some-egyptian-sweet-and-chilli-pepper-2329-6836-1000218.pdf>
- [21] Phonprapai. Chanan.,; and Oontawee, Saranyou. (2019). Development of extraction process for preparing high anti-oxidant extracts from Thai herbs. *Thai Journal of Science and Technology.* 8(5): 479-492. Retrieved September 15, 2021, from <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjst/article/view/197015/136966>

RANC15-086 การศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลาย ได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกาบกล้วย

EFFICIENCY OF RAW MATERIAL SHEET FOR FORMING BIODEGRADABLE CONTAINERS FROM BANANA PEELS SUPPLEMENTED WITH BANANA SHEATH

โสภิตา วิศาลศักดิ์กุล* อรวรรณ อูปถัมภ์พานนท์
Sopida Wisansakkul*, Orawan Oupathumpanont

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi.

*Corresponding author, E-mail: sopida_w@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกาบกล้วย และทดสอบสมบัติทางเคมีและกายภาพของแผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกาบกล้วย โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ ชนิดของเปลือกกล้วย โดยแปรเป็น 3 ระยะ คือ เปลือกกล้วยดิบ เปลือกกล้วยห่าม และเปลือกกล้วยสุก และปริมาณกาบกล้วยที่นำมาทดแทนเปลือกกล้วย โดยแปรเป็น 5 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ทำการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 15 สิ่งทดลอง แล้วทำการศึกษาประสิทธิภาพของสิ่งทดลองเพื่อทำการคัดเลือกสิ่งทดลองที่มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปขึ้นรูปเป็นภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกาบกล้วย โดยศึกษาลักษณะที่ปรากฏ ค่าความชื้น ค่าสี ค่าความหนา และค่าการดูดซึมน้ำ ผลการวิจัย พบว่า แผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกาบกล้วยที่ผลิตขึ้นมาจากเปลือกกล้วยน้ำว้าสุกเสริมกาบกล้วยร้อยละ 30 มีลักษณะผิวสัมผัสที่เรียบเนียนเส้นใยมีการเกาะตัวกันได้ มีค่าความชื้นร้อยละ 9.20 มีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 46.99 ± 0.73 มีค่า (a*) และค่า (b*) เป็นไปในทิศทางสีแดงและสีเหลือง มีค่าความหนาอยู่ที่ 2.05 มิลลิเมตร และมีค่าการดูดซึมน้ำเท่ากับ 16 วินาที ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเป็นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพด้วยความร้อน

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพ แผ่นวัตถุดิบ เปลือกกล้วย กาบกล้วย

Abstract

The purpose of this research was to study the optimum ratio for producing biodegradable sheet material for forming biodegradable containers from banana peel supplemented with banana sheath. and to test the chemical and physical properties of the raw materials for forming biodegradable containers from banana peels reinforced with banana sheaths. The study factor was the type of banana peel, which was converted into 3 stages: unripe banana peel, nearly ripe banana peel and ripe banana peels. And the

amount of banana sheaths used to replace banana peels was converted to 5 levels, i.e. 10%, 20%, 30%, 40% and 50%. The experimental planning was done using Factorial in Completely Randomized Design, to obtain a total of 15 experiments. Then, the efficacy of the experiments was studied to select the experimental material suitable for forming biodegradable containers from banana peel supplemented with banana sheath. The appearance, moisture value, color value, thickness value and water absorption value. The results showed that the raw materials for extruding containers from banana peels to reinforce banana sheaths produced from ripe banana peels for 30 percent of banana sheaths have a smooth surface, fibers are adhering to each other. The moisture content was 9.20%, the brightness (L^*) was 46.99 ± 0.73 , the (a^*) and (b^*) values were in the red and yellow directions. It has a thickness of 2.05 mm and has a water absorption value of 16 s. which is suitable for use as raw material for forming biodegradable containers by compression molding process.

Keywords: Efficiency, Raw Material Sheet, Banana Peel, Banana Sheath

บทนำ

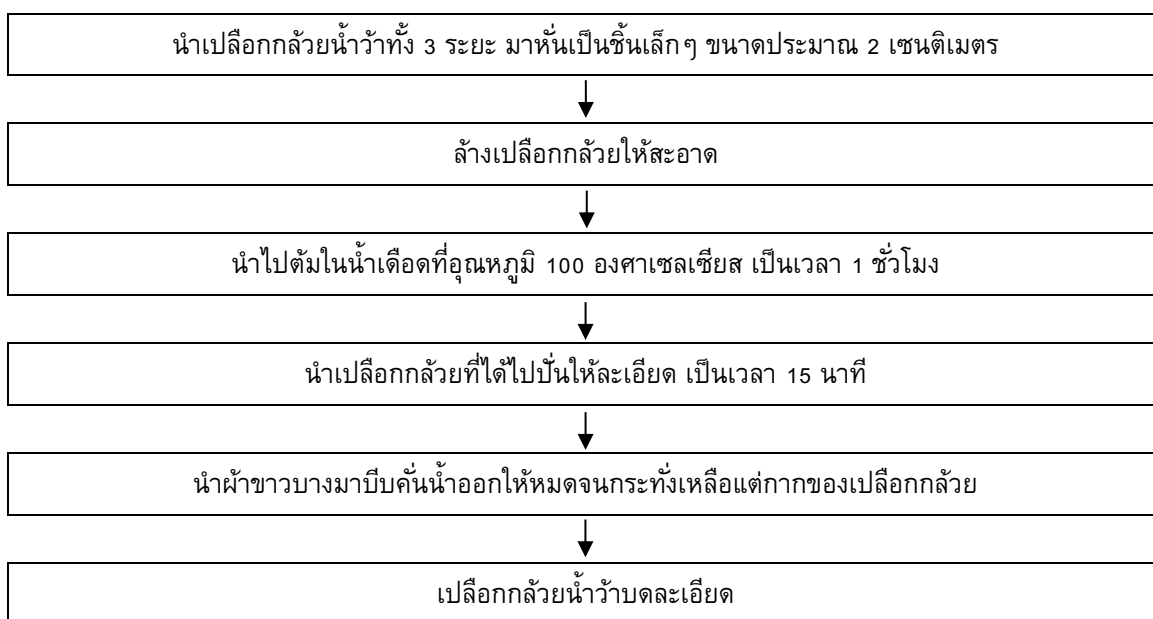
เปลือกกล้วยเป็นวัตถุดิบเหลือทิ้งที่มีเป็นจำนวนมากหลังกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากกล้วย เช่น กล้วยตาก กล้วยกวน กล้วยอบกรอบ และผลิตภัณฑ์อื่นๆ ซึ่งจากกระบวนการแปรรูปกล้วยดังกล่าว ก่อให้เกิดเปลือกกล้วยเหลือทิ้งเป็นขยะประมาณ 3-5 ตันต่อวัน ทำให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม เช่น ส่งกลิ่นเหม็น และเป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อโรค [1] โดยจากการศึกษาข้อมูลพบว่าเปลือกกล้วยน้ำว่านั้นมีใยอาหารสูง สามารถนำไปสกัดและประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบหรือสารเพิ่มความคงตัวในอุตสาหกรรมการผลิตได้ [1] ซึ่งปัจจุบันได้มีผลงานวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากเปลือกกล้วยหลากหลายผลงาน เพื่อรองรับปริมาณขยะที่เกิดจากกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกล้วย เช่น ชาจากเปลือกกล้วย ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเสริมใยอาหารจากเปลือกกล้วย และผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ อีกมากมาย แต่ด้วยคุณสมบัติของเปลือกกล้วยทางด้านเคมีและกายภาพสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้หลายช่องทาง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการนำเปลือกกล้วยน้ำว้ามาใช้เป็นวัตถุดิบในการขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ โดยเสริมเส้นใยจากกากกล้วยซึ่งมีเส้นใยที่มีคุณสมบัติที่สำคัญคือ มีความเหนียวและยืดหยุ่นสูง [2] ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น โดยมีการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวผสมในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบันที่มีการศึกษาการผลิตผลทางการเกษตรมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลาสติกชีวภาพหรือบรรจุภัณฑ์ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์อาหารอย่างต่อเนื่อง [3] ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการนำเปลือกกล้วยและกากกล้วยมาใช้ให้เกิดประโยชน์ สามารถเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ลดปัญหาขยะจากกระบวนการแปรรูปอาหารและวัสดุเหลือทิ้งในทางการเกษตร โดยการพัฒนาเป็นภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดโลก เรื่องภาชนะสำเร็จรูปที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่กำลังขยายตัวขึ้นอย่างมากในปัจจุบันซึ่งได้มีนักวิจัยจำนวนมากได้คิดค้นนำวัสดุต่างๆ มาผลิตภาชนะสำเร็จรูปที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ โดยดำเนินการศึกษาวิจัยอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปแผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย และดำเนินการทดสอบสมบัติทางเคมีและกายภาพของแผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย
2. เพื่อทดสอบสมบัติทางเคมีและกายภาพของแผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

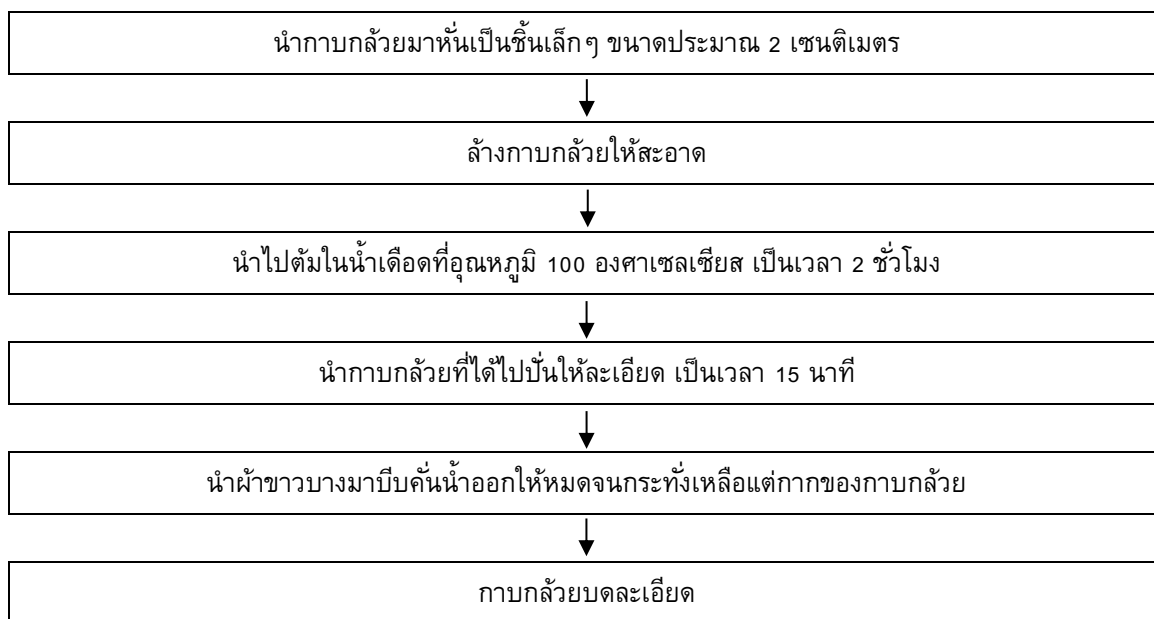
1. การเตรียมวัตถุดิบ
 - 1.1 เปลือกกล้วยน้ำว้า เป็นการนำเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ถูกนำมาทิ้งหลังกระบวนการแปรรูปอาหารมาใช้เป็นวัตถุดิบ โดยคัดเลือกจากลักษณะของเปลือกของผลกล้วยที่ถูกนำมาแปรรูป 3 ระยะ ประกอบด้วยเปลือกกล้วยดิบ (ระยะที่ 1 เปลือกสีเขียว ผลแข็ง) เปลือกกล้วยห่าม (ระยะที่ 3 เปลือกเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองมากขึ้น) และเปลือกกล้วยสุก (ระยะที่ 5 เปลือกเป็นสีเหลืองแต่ปลายยังเขียวอยู่) ที่มีลักษณะสดใหม่ ไม่ช้ำและไม่มีการเน่ามาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วย ตามมาตรฐาน AOAC [4] เพื่อให้ทราบปริมาณเส้นใยและองค์ประกอบของแป้งภายในวัตถุดิบ แล้วนำเปลือกกล้วยที่ได้มาทำความสะอาด เพื่อนำไปใช้เป็นส่วนผสมในการขึ้นรูปเป็นแผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ตามกระบวนการในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการเตรียมเปลือกกล้วยน้ำว้าบดละเอียด

ที่มา: โสภิตา วิศาลศักดิ์กุล. (2564). การยกระดับการผลิตภาชนะสำหรับอาหารย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย. รายงานการวิจัย (คหกรรมศาสตร์). ปทุมธานี: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 36.

- 1.2 กากกล้วยสด ทำการเตรียมกากกล้วยสดที่มีลักษณะสมบูรณ์ โดยสังเกตจากสีของกากกล้วยด้านนอก โดยกากกล้วยไม่ควรมีเชื้อรา ไม่เน่า และไม่มีร่องรอยของแมลงกัดกินมาล้างทำความสะอาด เพื่อนำไปใช้เป็นส่วนผสมในการขึ้นรูปเป็นแผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ตามกระบวนการในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กระบวนการเตรียมกากกล้วยบดละเอียด

ที่มา: โสภิตา วิศาลศักดิ์กุล. (2564). การยกระดับการผลิตภาชนะสำหรับอาหารย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย. รายงานการวิจัย (คหกรรมศาสตร์). ปทุมธานี: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 37.

2. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย

ในการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณกากกล้วยที่นำมาทดแทนเปลือกกล้วย โดยแปรเป็น 5 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 และศึกษาชนิดของเปลือกกล้วย โดยแปรเป็น 3 ระยะ คือ เปลือกกล้วยดิบ เปลือกกล้วยห่าม และเปลือกกล้วยสุก ทำการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Factorial in Completely Randomized Design) จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 15 สิ่งทดลอง (ดังแสดงในตารางที่ 1) แล้วนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นวัตถุสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ตามกระบวนการในภาพที่ 3

ตารางที่ 1 ปัจจัยที่ทำการศึกษาในการอัดขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

สิ่งทดลองที่	ปริมาณกากกล้วย (ร้อยละ)	ชนิดของเปลือกกล้วย
1	10	เปลือกกล้วยดิบ
2	20	เปลือกกล้วยดิบ
3	30	เปลือกกล้วยดิบ
4	40	เปลือกกล้วยดิบ
5	50	เปลือกกล้วยดิบ
6	10	เปลือกกล้วยห่าม
7	20	เปลือกกล้วยห่าม
8	30	เปลือกกล้วยห่าม

สิ่งทดลองที่	ปริมาณกากกล้วย (ร้อยละ)	ชนิดของเปลือกกล้วย
9	40	เปลือกกล้วยห่าม
10	50	เปลือกกล้วยห่าม
11	10	เปลือกกล้วยสุก
12	20	เปลือกกล้วยสุก
13	30	เปลือกกล้วยสุก
14	40	เปลือกกล้วยสุก
15	50	เปลือกกล้วยสุก

ที่มา: โสภิตา วิศาลศักดิ์กุล. (2564). การยกระดับการผลิตภาชนะสำหรับอาหารย่อยสลายได้ทางชีวภาพ จากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย. รายงานการวิจัย (คหกรรมศาสตร์). ปทุมธานี: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 37-38.

ทำการขึ้นรูปแผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ โดยการเตรียมวัตถุดิบตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 มาทำการขึ้นรูปแผ่นตามกระบวนการ ดังต่อไปนี้

เตรียมเปลือกกล้วยและกากกล้วยตามปริมาณที่กำหนด



ปั่นส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสมเป็นเวลา 5 นาที



นำส่วนผสมที่ได้ไปเทลงในน้ำที่มีแป้งมันสำปะหลังผสมอยู่ในอัตราส่วน 1:4 แล้วคนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน [5]



นำตะแกรงร่อนกระดาษไปร่อนเยื่อที่อยู่ในน้ำ เพื่อนำมาตากให้แห้งใช้เวลาโดยประมาณ 24 ชั่วโมง



นำแผ่นส่วนผสมเปลือกกล้วยและกากกล้วยที่ได้ออกจากตะแกรงร่อนเยื่อ



แผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ



ภาพที่ 3 กระบวนการขึ้นรูปแผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

ที่มา: โสภิตา วิศาลศักดิ์กุล. (2564). *การยกระดับการผลิตภาชนะสำหรับอาหารย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย*. รายงานการวิจัย (คหกรรมศาสตร์). ปทุมธานี: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 38-39.

3. การทดสอบสมบัติทางเคมีและกายภาพของแผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

นำแผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ได้จากกระบวนการในภาพที่ 3 ทั้ง 15 สิ่งทดลอง ไปทำการศึกษาสมบัติทางเคมี กายภาพ เพื่อนำไปคัดเลือกเป็นอัตราส่วนสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ดังนี้

3.1 การศึกษาลักษณะที่ปรากฏ

ทำการศึกษาลักษณะที่ปรากฏของแผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ด้วยวิธีการสังเกตลักษณะจากภายนอกของผลิตภัณฑ์แล้วบันทึกผลที่ได้

3.2 การศึกษาค่าความชื้น

ทำการศึกษาค่าความชื้นของแผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ตามมาตรฐาน ASTM D6980-12 แล้วคำนวณหาร้อยละความชื้นจากสูตร ดังสมการที่ 1

$$\text{ร้อยละความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100 \quad (1)$$

3.3 การศึกษาค่าสี

ทำการศึกษาค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Lovibond รุ่น SP60 ใช้ระบบสี CIELAB วัดค่า L^* a^* b^* เป็นวิธีการใช้สีที่ใช้ลักษณะ Color space โดยกำหนดให้ L^* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าอยู่ระหว่าง 0-100

a^* ที่เป็น + สีจะเป็นไปในทิศทางสีแดง

a^* ที่เป็น - สีจะเป็นไปในทิศทางสีเขียว

b^* ที่เป็น + สีจะเป็นไปในทิศทางสีเหลือง

b^* ที่เป็น - สีจะเป็นไปในทิศทางสีน้ำเงิน

3.4 การศึกษาค่าความหนา (Thickness) ตามมาตรฐาน ISO 534: 2011

เป็นมาตรฐานสำหรับวัดค่าความหนา ความหนาแน่นและปริมาตรจำเพาะ โดยกำหนดการวัดค่าความหนาของแผ่นวัตถุดิบ

3.5 การศึกษาการดูดซึมน้ำ แบบหยดน้ำ ด้านละ (FS/WS) (Water Drop Test) ตามมาตรฐาน TAPPI T835 Om – 14

เป็นการศึกษาอัตราการดูดซึมน้ำของแผ่นวัตถุสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ด้วยวิธีการหยดน้ำ

ทำการคัดเลือกสิ่งทดลองโดยพิจารณาจากการทดสอบสมบัติทางเคมี กายภาพ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) ถ้าพบนัยสำคัญทางสถิติจะคำนวณค่าความแตกต่าง เพื่อทดสอบหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) แล้วนำมาสิ่งทดลองที่มีอัตราส่วนเหมาะสมมาทำการขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพต่อไป

ผลการวิจัย

1. การเตรียมวัตถุดิบ

1.1 เปลือกกล้วยน้ำว้า

จากการเตรียมเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อนำมาใช้เป็นส่วนประกอบหลักในการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วยทั้ง 3 ระยะ ประกอบด้วย เปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ เปลือกกล้วยน้ำว้าห่าม และเปลือกกล้วยน้ำว้าสุก เมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วยทั้ง 3 ชนิด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2 แล้วเมื่อนำเปลือกกล้วยไปต้มเป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วบดให้ละเอียดเพื่อเอาเส้นใยจากเปลือกกล้วยทั้ง 3 ชนิดไปใช้ประโยชน์ต่อไป พบว่า สีของวัตถุดิบจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย โดยเปลือกกล้วยดิบจะมีสีน้ำตาล เปลือกกล้วยห่ามมีสีครีม และเปลือกกล้วยสุกจะมีสีเหลืองอ่อน

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบองค์ประกอบทางของเปลือกกล้วยน้ำว้า

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ (กรัม/100 กรัม)		
	เปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ	เปลือกกล้วยน้ำว้าห่าม	เปลือกกล้วยน้ำว้าสุก
Ash	0.81 ^a	0.82 ^a	0.45 ^b
Carbohydrate	5.29 ^b	5.44 ^a	4.74 ^c
Fat	0.59 ^c	0.87 ^b	1.12 ^a
Insoluble dietary fiber	1.18 ^b	0.99 ^c	3.12 ^a
Moisture	92.46 ^b	92.28 ^c	92.55 ^a
Protein (%N x 6.25)	0.85 ^b	0.59 ^c	1.14 ^a

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ที่มา: โสภิตา วิศาลศักดิ์กุล. (2564). การยกระดับการผลิตภาชนะสำหรับอาหารย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย. รายงานการวิจัย (คหกรรมศาสตร์). ปทุมธานี: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 45.

จากตารางที่ 2 พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วยน้ำว้าสุกมีค่าสูงกว่าเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ และเปลือกกล้วยน้ำว้าห่ามเกือบทุกองค์ประกอบยกเว้นปริมาณเถ้า และคาร์โบไฮเดรต

1.2 กากกล้วยสด

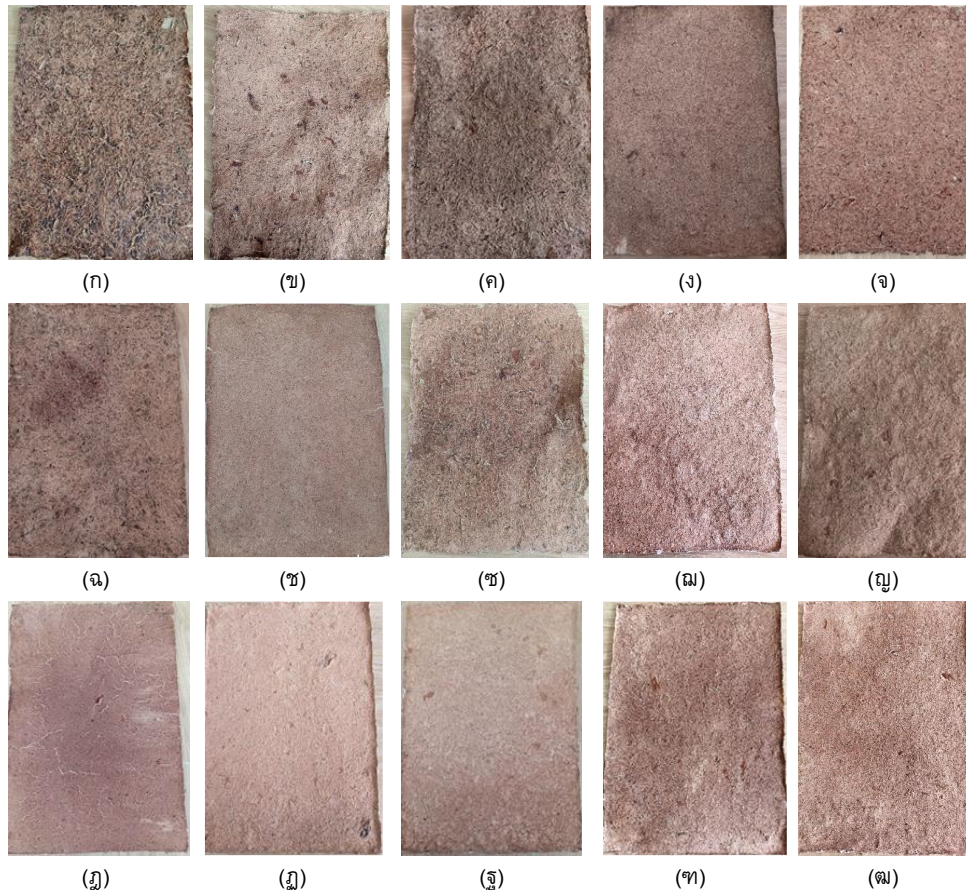
จากการเตรียมกากกล้วยบดละเอียดสำหรับเป็นส่วนประกอบเสริมในการอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย พบว่า เส้นใยจากกากกล้วยจะมีลักษณะหยาบและมีขนาดเส้นใยใหญ่กว่าเส้นใยจากเปลือก

กล้วย ซึ่งจะเป็นส่วนประกอบเสริมที่จะช่วยในการเกาะติดของเส้นใยจากเปลือกกล้วยทำให้ภาชนะมีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น

2. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย

2.1 ผลการศึกษาลักษณะที่ปรากฏ

จากการศึกษาลักษณะที่ปรากฏของแผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย ทั้ง 15 สิ่งทดลอง ที่ได้หลังจากกระบวนการร่อนเป็นแผ่นขนาด A4 ได้ผลการศึกษาดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ลักษณะที่ปรากฏของแผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย

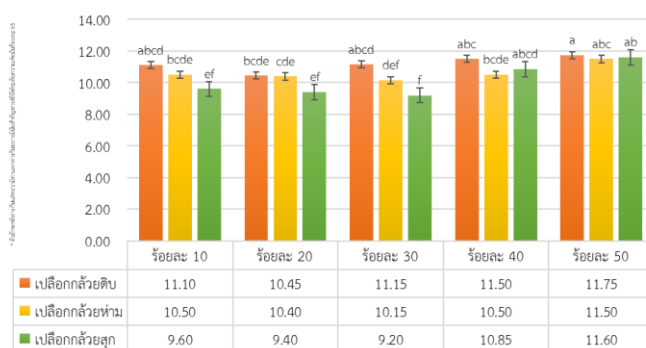
- | | |
|---|---|
| (ก) เปลือกกล้วยดิบเสริมกากกล้วยร้อยละ 10 | (ข) เปลือกกล้วยดิบเสริมกากกล้วยร้อยละ 20 |
| (ค) เปลือกกล้วยดิบเสริมกากกล้วยร้อยละ 30 | (ง) เปลือกกล้วยดิบเสริมกากกล้วยร้อยละ 40 |
| (จ) เปลือกกล้วยดิบเสริมกากกล้วยร้อยละ 50 | (ฉ) เปลือกกล้วยห่ามเสริมกากกล้วยร้อยละ 10 |
| (ช) เปลือกกล้วยห่ามเสริมกากกล้วยร้อยละ 20 | (ซ) เปลือกกล้วยห่ามเสริมกากกล้วยร้อยละ 30 |
| (ฅ) เปลือกกล้วยห่ามเสริมกากกล้วยร้อยละ 40 | (ญ) เปลือกกล้วยห่ามเสริมกากกล้วยร้อยละ 50 |
| (ฎ) เปลือกกล้วยสุกเสริมกากกล้วยร้อยละ 10 | (ฏ) เปลือกกล้วยสุกเสริมกากกล้วยร้อยละ 20 |
| (ฐ) เปลือกกล้วยสุกเสริมกากกล้วยร้อยละ 30 | (ฑ) เปลือกกล้วยสุกเสริมกากกล้วยร้อยละ 40 |
| (ฒ) เปลือกกล้วยสุกเสริมกากกล้วยร้อยละ 50 | |

ที่มา: โสภิตา วิศาลศักดิ์กุล. (2564). การยกระดับการผลิตภาชนะสำหรับอาหารย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย. รายงานการวิจัย (คหกรรมศาสตร์). ปทุมธานี: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 46-47.

จากภาพที่ 4 ลักษณะที่ปรากฏของแผ่นวัตถุติดสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วยพบว่า สิ่งทดลองที่ใช้ส่วนผสมเปลือกกล้วยสุกมีลักษณะผิวสัมผัสที่เรียบเนียนเส้นใยมีการเกาะตัวกันได้ดีกว่าสิ่งทดลองที่ใช้เปลือกกล้วยดิบและห่าม โดยเฉพาะสิ่งทดลองที่ใช้ส่วนผสมเปลือกกล้วยสุกเสริมกากกล้วย ร้อยละ 30 จะสังเกตเห็นว่าแผ่นวัตถุติดที่ได้จะมีการจับตัวกันแน่น มีความเหมาะสมในการนำไปอัดขึ้นรูปเป็นภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพมากที่สุด

2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น

จากการวิเคราะห์ค่าความชื้นของแผ่นวัตถุติดสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วยทั้ง 15 สิ่งทดลอง ได้ผลการศึกษาดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นของแผ่นวัตถุติดสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย

ที่มา: โสภิตา วิศาลศักดิ์กุล. (2564). การยกระดับการผลิตภาชนะสำหรับอาหารย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย. รายงานการวิจัย (คหกรรมศาสตร์). ปทุมธานี: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 48.

จากภาพที่ 5 พบว่า สิ่งทดลองที่ใช้เปลือกกล้วยสุกเป็นวัตถุดิบในการขึ้นรูปโดยส่วนใหญ่จะมีค่าความชื้นอยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะสิ่งทดลองที่มีกากกล้วยทดแทนร้อยละ 10 – 30 แต่เมื่อมีการเพิ่มปริมาณกากกล้วยทดแทนร้อยละ 40 และ 50 สิ่งทดลองจะมีค่าความชื้นในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งค่าความชื้นของแผ่นวัตถุติดสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วยนั้นมีความสัมพันธ์กับการกำหนดอุณหภูมิในการกดอัดขึ้นรูปภาชนะ ซึ่งหากใช้อุณหภูมิไม่เหมาะสมกับค่าความชื้นของสิ่งทดลองอาจส่งผลให้สิ่งทดลองเกิดการบิดงอหลังกระบวนการกดอัดได้

2.3 ผลการวิเคราะห์ค่าสี

จากการวิเคราะห์ค่าสีของแผ่นวัตถุติดสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วยทั้ง 15 สิ่งทดลอง โดยการวิเคราะห์หาค่า L^* , a^* และ b^* ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของแผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย

สิ่งทดลอง	ค่าสี			
	L*	a*	b*	ΔE
1	39.33 ^l ± 1.38	6.51 ^{cd} ± 0.23	19.37 ^e ± 0.64	23.62 ^a ± 1.49
2	49.01 ^{ef} ± 0.88	6.55 ^{cd} ± 0.25	23.90 ^{bc} ± 0.74	13.28 ^f ± 1.09
3	49.95 ^{de} ± 0.53	3.40 ^h ± 0.30	19.53 ^e ± 0.20	16.37 ^{cde} ± 0.11
4	50.20 ^{de} ± 0.38	5.73 ^{ef} ± 0.59	19.45 ^e ± 0.99	16.06 ^{de} ± 1.01
5	50.22 ^{de} ± 0.43	5.64 ^{ef} ± 0.29	19.37 ^e ± 0.49	16.12 ^{cde} ± 0.64
6	58.04 ^a ± 0.19	5.50 ^f ± 0.33	24.54 ^{ab} ± 1.93	8.71 ^h ± 1.95
7	56.51 ^b ± 0.27	5.60 ^f ± 0.29	23.08 ^c ± 0.64	10.32 ^g ± 0.70
8	43.30 ⁱ ± 1.00	6.50 ^{cd} ± 0.19	20.50 ^{de} ± 0.26	19.80 ^b ± 0.74
9	48.75 ^f ± 0.98	6.13 ^{de} ± 0.16	19.54 ^e ± 0.44	16.77 ^{cd} ± 0.91
10	55.66 ^b ± 0.43	4.34 ^g ± 0.38	22.98 ^c ± 0.16	10.80 ^g ± 0.30
11	52.99 ^c ± 0.49	7.87 ^a ± 0.12	25.63 ^a ± 0.31	9.48 ^{gh} ± 0.51
12	50.36 ^d ± 0.45	6.64 ^c ± 0.23	20.62 ^{de} ± 0.58	14.98 ^e ± 0.30
13	46.99 ^g ± 0.73	7.32 ^b ± 0.26	20.96 ^d ± 0.41	16.83 ^{cd} ± 0.42
14	45.39 ^h ± 0.63	5.76 ^{ef} ± 0.17	18.10 ^f ± 0.08	19.99 ^b ± 0.38
15	46.69 ^g ± 0.49	6.74 ^c ± 0.06	19.99 ^{de} ± 0.18	17.71 ^c ± 0.12

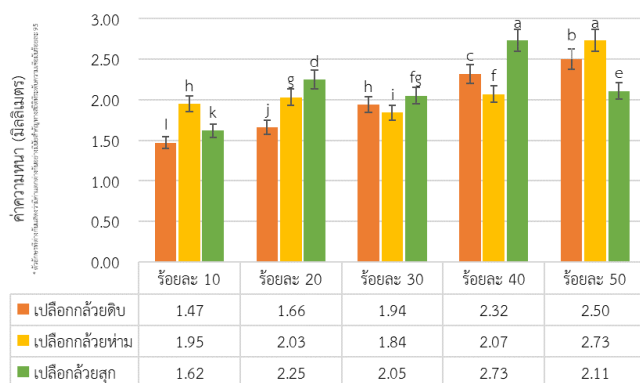
* ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ที่มา: โสภิตา วิศาลศักดิ์กุล. (2564). การยกระดับการผลิตภาชนะสำหรับอาหารย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย. รายงานการวิจัย (คหกรรมศาสตร์). ปทุมธานี: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 49.

จากตารางที่ 3 พบว่า แผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วยมีค่าความสว่าง (L*) อยู่ระหว่าง 39.33-58.04 มีค่า (a*) และ (b*) เป็นไปในทิศทางสีแดงและสีเหลือง ซึ่งใกล้เคียงกับค่าความขาวสว่างของกระดาษจากกากกล้วยน้ำว่าที่มีค่าเท่ากับ 58.20 [6] ทั้งนี้ค่าคุณภาพของสีผลิตภัณฑ์นั้นได้มีผลต่อการรับรู้และการนำไปใช้ในการขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพอีกด้วย

2.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความหนา (Thickness)

จากการวิเคราะห์ค่าความหนาของแผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย ทั้ง 15 สิ่งทดลอง ตามมาตรฐาน ISO 534: 2011 ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 6

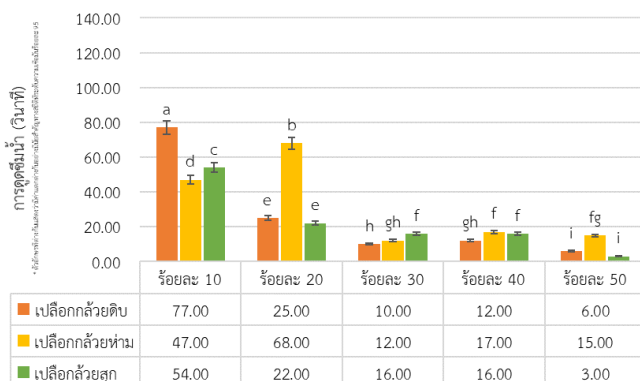


ภาพที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความหนาของแผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย
ที่มา: โสภิตา วิศาลศักดิ์กุล. (2564). การยกระดับการผลิตภาชนะสำหรับอาหารย่อยสลายได้ทางชีวภาพ
จากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย. รายงานการวิจัย (คหกรรมศาสตร์). ปทุมธานี: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 50.

จากภาพที่ 6 พบว่า แผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วยที่ผลิตขึ้นจากเปลือกกล้วยน้ำว่าสุกเสริมกากกล้วยร้อยละ 20 มีค่าความหนาเท่ากับ 2.25 มิลลิเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับค่าความหนาของกระดาษจากเปลือกกล้วยที่ได้จากกระบวนการหมักเอทานอลโดยการให้ความร้อนโดยการให้ความร้อนแบบดั้งเดิม (Heater) ที่มีค่าความหนาเท่ากับ 2.20 มิลลิเมตร [7] สำหรับแผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วยและเปลือกกล้วยมีการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาตามปริมาณกากกล้วยที่เป็นส่วนเสริมในสิ่งทดลองนั้น ซึ่งสิ่งทดลองที่มีการเสริมปริมาณกากกล้วยในระดับที่น้อยจะมีค่าความหนาอยู่ในระดับต่ำ อาจส่งผลให้ภาชนะสามารถขาดได้ง่ายและไม่มีความแข็งแรงไม่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้งานจริง เนื่องจากความหนาของสิ่งทดลองที่เพิ่มมากขึ้นตามปริมาณอัตราส่วนของกากกล้วยเป็นผลมาจากลักษณะของกากกล้วยที่มีเส้นใยเป็นส่วนประกอบในปริมาณมาก ทำให้แผ่นวัตถุดิบมีความหนาเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

2.5 ผลการวิเคราะห์การดูดซึมน้ำ แบบหยดน้ำ ด้านละ (FS/WS) (water drop test)

จากการวิเคราะห์การดูดซึมน้ำ แบบหยดน้ำ ของแผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วยทั้ง 15 สิ่งทดลองตามมาตรฐาน TAPPI T835 Om – 14 ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่าการดูดซึมน้ำ แบบหยดน้ำ ของแผ่นวัตถุดิบ
สำหรับขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย

ที่มา: โสภิตา วิศาลศักดิ์กุล. (2564). *การยกระดับการผลิตภาชนะสำหรับอาหารย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย*. รายงานการวิจัย (คหกรรมศาสตร์). ปทุมธานี: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 51.

จากภาพที่ 7 พบว่า แผ่นวัตถุติดสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย มีค่าระยะเวลาการดูดซึมน้ำที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งระยะเวลาในการดูดซึมน้ำของสิ่งทดลองมีระยะเวลาที่เร็วขึ้นเมื่อมีการเพิ่มอัตราส่วนของกากกล้วยทดแทนเปลือกกล้วยน้ำว่าในระดับที่สูงขึ้น เนื่องจากลักษณะของเส้นใยจากกากกล้วยส่งผลให้การเกาะตัวของแผ่นวัตถุติดจากเปลือกกล้วยมีการขยายตัวทำให้การไหลผ่านของน้ำมีความเร็วมากยิ่งขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

1. การเตรียมวัตถุติด

จากการเตรียมวัตถุติด พบว่า เปลือกกล้วยบดละเอียดที่ได้มีลักษณะของสีวัตถุติดที่แตกต่างกัน ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาของแทนนินในเปลือกกล้วยกับออกซิเจนในอากาศ [8] จึงส่งผลให้สีของเส้นใยเปลือกกล้วยที่ได้มีความแตกต่างกัน ซึ่งปริมาณแทนนินในเปลือกกล้วยขึ้นกับพันธุ์และระยะเวลาการสุก โดยกล้วยดิบมีปริมาณแทนนินสูงกว่ากล้วยสุก โดยในเปลือกกล้วยน้ำว่ามีระดับของแทนนินร้อยละ 3.62 [9] และจากการศึกษาของ Dividich, J. Le. et al. [10] รายงานว่า ผลกล้วยดิบและผลกล้วยสุกมีส่วนประกอบทางกายภาพที่แตกต่างกันคือ กล้วยดิบประกอบด้วยเปลือกกล้วยร้อยละ 20 และเนื้อกล้วยร้อยละ 80 ของวัตถุแห้ง สำหรับกล้วยสุกประกอบด้วยเปลือกกล้วยร้อยละ 18 และเนื้อกล้วยร้อยละ 82 ของวัตถุแห้ง แต่เนื้อกล้วยเปลือกกล้วยมีเส้นใยที่อ่อน ไม่แข็งแรง [7] จึงมีการเสริมเส้นใยจากกากกล้วยในการผลิตแผ่นวัตถุติดเพิ่มเติม ซึ่งจากการเตรียมกากกล้วยบดละเอียดพบว่า สามารถผลิตเส้นใยจากกากกล้วยได้ปริมาณมาก เนื่องจากเส้นใยจากกากกล้วยมีลักษณะค่อนข้างผอมบาง เรียวยาว มีความยาวเท่ากับ 3.15 มิลลิเมตร และมีความกว้างเท่ากับ 10.2 ไมโครเมตร มีความหนาของผนังเส้นใยเท่ากับ 2.6 ไมโครเมตร [11]

2. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย

จากการศึกษาลักษณะที่ปรากฏของสิ่งทดลอง พบว่า แผ่นวัตถุติดสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย ที่มีอัตราส่วนผสมของกากกล้วยเสริมเปลือกกล้วยในปริมาณมากกว่าร้อยละ 30 สิ่งทดลองจะมีรอยโหว่เกิดขึ้น เนื่องมาจากธรรมชาติการดูดซับความชื้นของเส้นใยมีผลให้การขึ้นรูปของวัสดุผสมที่ใช้เส้นใยปริมาณสูงมีรอยโหว่เกิดขึ้นและทำให้แรงมีความหนาแน่นที่บริเวณ มีผลให้สิ่งทดลองเกิดการแตกหักได้ง่ายขึ้น [12] และจากการศึกษาวิจัยของนพดล จันทรลักษณ์ และ สมนึก วัฒนศรีกุล [13] ได้ทำการหาค่าร้อยละความชื้นที่เหมาะสมกับอุณหภูมิในการกดอัดขึ้นรูปที่ 120 องศาเซลเซียส สำหรับสีของสิ่งทดลองที่ได้จะมีลักษณะของสีที่แตกต่างกันตามลักษณะของเปลือกกล้วยที่นำมาใช้ และกรรมวิธีการผลิตรวมไปถึงอุณหภูมิในการตากแห้ง เนื่องจากแผ่นวัตถุติดสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพผลิตขึ้นด้วยกรรมวิธีการขึ้นรูปเป็นแผ่นกระดาษทำมือ และไม่มีการใช้สารเคมีในการพอกเยื่อ จึงส่งผลให้สิ่งทดลองมีสีน้ำตาลเข้ม ไม่แตกต่างจากสีของกระดาษจากเปลือกกล้วย เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาแทนนินของเปลือกกล้วยกับออกซิเจนในอากาศ [8] ซึ่งสิ่งทดลองจะมีค่าความสว่างน้อยกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับกระดาษพิมพ์ (ประเภทไม่เคลือบผิว) กระดาษอุตสาหกรรม [14] ที่กำหนดไว้ให้มีค่าความขาวสว่าง (เฉพาะกระดาษขาว) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 สำหรับ

ค่าความหนาของกระดาษมีขนาดเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณร้อยละของกากกล้วยที่นำมาทดแทนเปลือกกล้วยน้ำว่าที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเส้นใยจากกากกล้วยจะมีความหนาและความแข็งแรงมากกว่าเส้นใยจากเปลือกกล้วยน้ำว่าที่มีความหนาของผนังเส้นใยเท่ากับ 2.6 ไมโครเมตร [11] สำหรับระยะเวลาในการดูดซึมน้ำของสิ่งทดลองมีระยะเวลาที่เร็วขึ้นเมื่อมีปริมาณของร้อยละกากกล้วยทดแทนเปลือกกล้วยเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากภายในเปลือกกล้วยน้ำว่าจะมีปริมาณของแป้งเป็นส่วนประกอบติดอยู่เป็นจำนวนมากทำให้ยากต่อการดูดซึมน้ำเข้าไปภายในแผ่นวัตถุดิบดังกล่าว ซึ่งสิ่งทดลองที่มีการดูดซึมน้ำสูงจะส่งผลให้แผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วยมีความแข็งแรงลดลง [7]

สรุปผลการวิจัย

จากการเตรียมวัตถุดิบ พบว่า เปลือกกล้วยน้ำว่าดิบ มีเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ 1.18 กรัม/100กรัม เปลือกกล้วยน้ำว่าห่าม มีเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ 0.99 กรัม/100กรัม และเปลือกกล้วยน้ำว่าสุก มีเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ 3.12 กรัม/100กรัม และลักษณะเยื่อของเปลือกกล้วยที่ได้จะมีลักษณะเป็นเส้นใยเล็กๆ มีความละเอียดมาก ซึ่งตรงข้ามกับลักษณะของเยื่อกากกล้วยจะมีลักษณะเป็นเส้นใยหยาบมีความแข็งแรงเล็กน้อย เมื่อนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพแล้วนำไปศึกษาลักษณะทางเคมี กายภาพของสิ่งทดลอง พบว่าลักษณะที่ปรากฏของแผ่นวัตถุดิบสำหรับอัดขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย ที่ใช้ส่วนผสมเปลือกกล้วยสุกมีลักษณะผิวสัมผัสที่เรียบเนียนเส้นใยมีการเกาะตัวกันได้ดีกว่าสิ่งทดลองที่ใช้เปลือกกล้วยดิบและห่าม มีค่าความชื้นอยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะสิ่งทดลองที่ใช้เปลือกกล้วยสุกเสริมกากกล้วยทดแทนร้อยละ 10 – 30 ดังนั้นจึงได้เลือกสิ่งทดลองที่ขึ้นรูปจากเปลือกกล้วยน้ำว่าสุกเสริมกากกล้วยร้อยละ 30 สำหรับนำไปใช้การขึ้นรูปเป็นภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ซึ่งสิ่งทดลองมีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 46.99 ± 0.73 มีค่า (a^*) เท่ากับ 7.32 ± 0.26 และค่า (b^*) เท่ากับ 20.96 ± 0.41 เป็นไปในทิศทางสีแดงและสีเหลือง สิ่งทดลองมีค่าความหนาอยู่ที่ 2.05 มิลลิเมตร และสิ่งทดลองมีค่าการดูดซึมน้ำอยู่ที่ 16 วินาที โดยสิ่งทดลองดังกล่าวมีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นแผ่นวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปภาชนะจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วยด้วยกระบวนการกดอัดด้วยความร้อน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงเป็นภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้การสนับสนุนทุนในการดำเนินโครงการวิจัย เรื่อง การยกระดับการผลิตภาชนะสำหรับอาหารย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกกล้วยเสริมกากกล้วย เลขที่สัญญา FR64E0303 และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการศึกษาวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] กนกกานต์ วีระกุล, จิราภรณ์ สอดจิตร์, และเหรียญทอง สิงห์จามุสงศ์. (2558, กันยายน-ธันวาคม). การสกัดใยอาหารจากเปลือกกล้วยน้ำว่าโดยใช้เอนไซม์และการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต. *วารสารวิจัย มสค.* 8(3), 61-80.
- [2] ศศิณัฐ หล่อธนาภิรักษ์. (2558). *การศึกษาคุณสมบัติการแปรรูปจากต้นกล้วยเพื่อนำมาออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งภายในบ้าน.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การออกแบบผลิตภัณฑ์). นครปฐม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- [3] ศิริพร เต็งรัง. (2558). รายงานโครงการวิจัยและพัฒนาบรรจุภัณฑ์. กรมวิชาการเกษตร.
- [4] AOAC. (2019). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 21st ed. Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists.
- [5] มลสุดา ลิวไชสง. (2556). การผลิตภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากกากกล้วย. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกล). นครราชสีมา: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [6] สุจยา ฤทธิศร, สุกัญจน์ รัตนเสถียร, และศิริพร สุนทร. (2554). การผลิตเยื่อกระดาษจากกากกล้วยน้ำว้า ด้วยวิธีทางชีวภาพโดยใช้ *Trichoderma viride*. ใน รายงานการวิจัย. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [7] โสธญา สัมเขียวหวาน. (2557). ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตกระดาษอย่างง่ายจากเปลือกกล้วยสด และจากผลผลิตเหลือทิ้งหลังการหมักเอทานอล. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [8] พูลสุข บุญเนตร. (2553, พฤษภาคม-สิงหาคม). การเพิ่มความคงทนของสีในเส้นด้ายฝ้ายย้อมสีธรรมชาติ ด้วยไอน้ำ. *วารสารคหเศรษฐศาสตร์*. 53(1), 18-24.
- [9] วิภา สุโรจนะเมธากุล, และชิตชม อีรางะ. (2537, ตุลาคม-ธันวาคม). การสกัดแทนนินจากเปลือกกล้วย. *วารสารเกษตรศาสตร์*. 28(4), 578-586.
- [10] Dividich, J. Le., F. Geoffroy. I. Canope, and M. Chenost. (1976). Using waste bananas as animal feed. *World Anim. Rev.* 20(20), 22-30.
- [11] ทินกร อัญชลีวิทยากุล. (2546). การผลิตกระดาษจากต้นกล้วยและการใช้ประโยชน์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (คหกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนาชุมชน). กรุงเทพฯ: คณะคหกรรม มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- [12] ปราณี ชุมสำโรง. (2547). การศึกษาสมบัติเชิงกลของพลาสติกเสริมแรงด้วยเส้นใยธรรมชาติที่มีในประเทศไทย. ใน รายงานการวิจัย (วิศวกรรมพอลิเมอร์). นครราชสีมา: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [13] นพดล จันทรลักษณ์, และสมนึก วัฒนศรีกุล. (2555). การออกแบบและสร้างเครื่องขึ้นรูปภาชนะที่ทำจากเส้นใยธรรมชาติ. ใน เอกสารสืบเนื่องการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม. หน้า 1770-1775. เพชรบุรี.
- [14] กระทรวงอุตสาหกรรม. (2533). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระดาษพิมพ์และกระดาษเขียน มอก.287-2533*. สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

RANC15-088 ผลของการเติมนาโนซิลิกาต่อคุณสมบัติทางกลของฐานฟันเทียม ที่ผ่านการปรับแต่งด้วยไซเลน

EFFECT OF SILANE MODIFIED NANOSILICA ADDITION ON MECHANICAL PROPERTIES OF ACRYLIC DENTURE BASE

ปริวุฒิ เชาวเนินาท¹ พรสวรรค์ ธนธรวงศ์² เกียรติศักดิ์ ไกรวัฒนวงศ์³

Pariwut Chaowaneeart¹, Bhornsawan Thanathornwong², Kriangsak Kraiwattanawong³

¹คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

¹Faculty of dentistry, Srinakharinwirot University

²คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

²Faculty of dentistry, Srinakharinwirot University

³คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

³School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

*Corresponding author, E-mail: boompariwut@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาผลของเติมนาโนซิลิกาจากแคลบข้าวเป็นวัสดุอัดแทรกในเรซินอะคริลิกที่ใช้ทำฟันเทียม ซึ่งเตรียมอนุภาคก่อนโดยการปรับแต่งด้วยแกมมาเมทาโคลอกซีโพรพิวไตรเมทอกซีไซเลน ศึกษาต่อคุณสมบัติเชิงกลคือค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอโดยใช้การทดสอบการดัดงอแบบ 3 จุด การทดลองใช้ตัวอย่างกลุ่มละ 8 ชิ้น จำนวน 4 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เติมวัสดุอัดแทรกร้อยละ 0.25, 0.5 และ 1 โดยน้ำหนัก ผลการทดลองเมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและเปรียบเทียบหาคู่ที่แตกต่าง พบว่ากลุ่มที่เติมวัสดุอัดแทรกร้อยละ 0.25 ให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อการโค้งงอที่มากที่สุด และแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถึงแม้ว่าจะแนวโน้มค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อการโค้งงอจะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณวัสดุอัดแทรก งานวิจัยนี้จึงสรุปได้ว่า การเติมนาโนซิลิกาจากแคลบข้าวที่ผ่านการปรับแต่งด้วยไซเลนสามารถเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลของเรซินอะคริลิกได้เมื่อเติมขนาดร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก

คำสำคัญ: นาโนซิลิกา ไซเลน เรซินอะคริลิก

Abstract

The experimental research in the laboratory to aimed study the result of adding the rice husk ash nano silica as the filler in the resin acrylic used as the denture with the particle before decorating by the γ -methacryloxypropyltrimethoxysilane. Mechanical property was the flexural strength by using the test of the 3-point bending test. The experimental samples were 8 pieces in 4 groups including the control group and the groups added the filler of 0.25% , 0.5% and 1% by weight. The experimental result analyzed by One Way ANOVA and the Tukey's Multiple Comparison Test revealed that the 0.25% of the group with the filler contained the strength of bending the most and differed from the other groups at the statistically significant difference, but the other groups were not different at the statistical significance, even though the trend of the strength mean of bending decreased when increasing the filter quantity. Finally, this research could be inferred that adding the rice husk ash nano silica decorated by the silane could add the mechanical property of the resin acrylic when filling in the size of 0.25% by weight.

Keywords: Nanosilica, Silane, Resin acrylic

บทนำ

เรซินอะคริลิกหรือพลาสติกพอลิเมทิลเมทาคริเลต (Polymethy methacrylate) เริ่มถูกใช้เป็นวัสดุทางทันตกรรมทำฐานฟันเทียมตั้งแต่ปีคริสตศักราช 1937 ซึ่งมีส่วนประกอบเป็นผงและของเหลว ส่วนผงนั้น เป็นพอลิเมทิลเมทาคริเลต และส่วนของเหลวเป็นเมทิลเมทาคริเลต โดยวัสดุนี้สามารถเกิดปฏิกิริยาเป็นพอลิเมอร์ได้จากทั้งเคมีและความร้อน ซึ่งมักนิยมนำชนิดบ่มด้วยความร้อนมาทำฐานฟันเทียมเพราะมีความแข็งแรงกว่าและเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization) อย่างสมบูรณ์ที่มากกว่า [1] วัสดุชนิดนี้นิยมนำมาทำฟันเทียมเนื่องด้วยประโยชน์หลายอย่างเช่น มีความสวยงาม การดูดซับน้ำและการละลายในน้ำน้อย มีความแข็งแรงเพียงพอ ความเป็นพิษต่ำและสามารถซ่อมแซมได้อย่างง่ายดาย รวมถึงเทคนิคการขึ้นรูปไม่ซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตามยังมีปัญหาบางอย่างสำหรับวัสดุชนิดนี้ คือ การหดตัวของวัสดุขณะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน ความแข็งแรงต่อการโค้งงอ (flexural strength) ความแข็งแรงต่อการกระแทก (impact strength) และการต้านการล้า (fatigue resistance) ของวัสดุต่ำ นี่จึงเป็นเหตุผลที่มักทำให้ฟันเทียมล้าหลุดแตกหักได้ในขณะเคี้ยวหรือขณะหล่นจากมือผู้ป่วย [2]

ฐานฟันเทียมที่ทำจากเรซินอะคริลิกได้รับความเครียดจากหลายปัจจัยทั้งในช่องปากซึ่งสัมพันธ์กับแรงเคี้ยวชกทำให้เกิดความล้าในวัสดุและปัจจัยนอกช่องปากที่เกิดขึ้นได้จากการหล่นของฟันเทียมส่งผลให้เกิดการแตกหัก ซึ่งการศึกษาทางคลินิกมักพบว่าการแตกที่กลางเพดานของฟันเทียมบนเป็นเรื่องปกติ [3] โดยในปี คริสตศักราช 1960 มีการระบุไว้ว่าการแตกหักมีสาเหตุมาจากปรากฏการณ์ความเมื่อยล้าต่อการโค้งงอ [4] ถึงแม้ว่าวัสดุนี้จะมีจุดต่อเรื่องความแข็งแรง อย่างไรก็ตามยังนิยมใช้เป็นฐานฟันเทียมอยู่ ด้วยเหตุผลข้างต้นรวมถึงราคาถูกกว่าวัสดุชนิดอื่นๆ จึงทำให้มีการศึกษาวิจัยเพื่อแก้ปัญหาความแข็งแรงของวัสดุนี้โดยการ 1) เพิ่มสารเชื่อมโยง (Cross-linking agent) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเชื่อมโยงของพอลิเมอร์ [5] 2) ใส่สารเติมชนิดต่างๆ เข้าไปเพื่อเสริมความแข็งแรงเพิ่มประสิทธิภาพของพลาสติกพอลิเมทิลเมทาคริเลต เช่น เส้นใยไฟเบอร์ เส้นนาโนคาร์บอน รวมถึงอนุภาคทั้งขนาดไมโครและขนาดนาโนจำพวกเซอร์โคเนีย (ZrO_3) อะลูมินาออกไซด์ (Al_2O_3) ไทเทเนียม

ไดออกไซด์ (TiO₂) และ ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO₂) หรือรู้จักว่าซิลิกา ปัจจุบันการเติมอนุภาคมักนิยมใช้ขนาดระดับนาโนเพราะมีคุณสมบัติเฉพาะคือขนาดเล็ก มีพื้นที่พื้นผิวที่มากทำให้อัตราส่วนพื้นผิวต่อปริมาตรที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้พันธะการยึดระหว่างพื้นผิวส่วนเรซินและอนุภาคที่เติมขนาดนาโนแข็งแรง รวมถึงทำให้พอลิเมอร์หนาแน่นขึ้นและเพิ่มน้ำหนักโมเลกุลของวัสดุ [6] แต่อย่างไรก็ตามอนุภาคเหล่านี้ที่เป็นอนินทรีย์ไม่สามารถกระจายได้ในสารอินทรีย์ที่ไม่มีขั้วดังเช่นพอลิเมอร์ต่างๆ ถ้าหากไม่ใช้สารที่ช่วยให้กระจาย คือ สารเชื่อมต่อไซเลน (silane coupling agents) และไซเลนที่นิยมใช้ปรับแต่งผิวซิลิกาเพื่อนำมาเติมวัสดุทางทันตกรรม คือ แกมมาเมทาโคลอกซีโพรพิลไตรเมทอกซีไซเลน (γ -methacryloxypropyl trimethoxysilane (MPS)) ดังนั้นหากจะนำอนุภาคต่างๆ มาเป็นสารอัดแทรกควรมีการปรับแต่งด้วยไซเลนก่อน [7]

อนุภาคนาโนซิลิกามักถูกนำมาเป็นวัสดุอัดแทรกเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของวัสดุ เช่น ด้านการขัดข่วน เพิ่มคุณสมบัติเชิงกลและดัชนีหักเห รวมถึงนำไปใช้เป็นวัสดุนาโนคอมโพสิตสำหรับเบดเตอเรียยุคใหม่ ซึ่งในปัจจุบันมนุษย์ให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น พยายามใช้ทรัพยากรทดแทนในด้านต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดูแลสุขภาพ จึงมีการศึกษาสังเคราะห์นาโนซิลิกาจากแกลบข้าวนำมาสู่การส่งผลให้เพิ่มมูลค่าแก่ นาโนซิลิกาที่เตรียมได้จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร ซึ่งจัดว่าเป็นของเหลือทิ้งที่ไม่มีมูลค่า เพิ่มช่องทางการแข่งขันทางด้านเศรษฐศาสตร์ประหยัดต้นทุน ดังนั้นจึงเป็นที่มาของงานวิจัยที่ศึกษาผลของการเสริมความแข็งแรง เรซินอะคริลิกด้วยนาโนซิลิกาจากแกลบข้าวที่ผ่านการปรับแต่งด้วยไซเลนต่อคุณสมบัติความแข็งแรงต่อการโค้งงอ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความแตกต่างของค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอของเรซินอะคริลิก เมื่อทำการเติมนาโนซิลิกาจากแกลบข้าวที่ผ่านการปรับแต่งด้วยไซเลนตามร้อยละน้ำหนักต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมนาโนซิลิกาโดยการปรับแต่งด้วยไซเลน

ปริมาณของแกมมาเมทาโคลอกซีโพรพิลไตรเมทอกซีไซเลนที่ใช้สำหรับปรับแต่งนาโนซิลิกานั้นจะคำนวณโดยใช้สมการของพอสทูมัส [7] ดังนี้

$$X = m_{\text{silica}} \times MW_{\text{MPS}} \times M_{\text{MPS}} \times \text{BET}_{\text{silica}} \times 10^{-6}$$

โดย X คือ ปริมาณของไซเลน (กรัม)

m_{silica} คือ ปริมาณของนาโนซิลิกา (กรัม)

MW_{MPS} คือ น้ำหนักโมเลกุลของแกมมาเมทาโคลอกซีโพรพิลไตรเมทอกซีไซเลน (248.35 กรัม/โมล)

M_{MPS} คือ ปริมาณของแกมมาเมทาโคลอกซีโพรพิลไตรเมทอกซีไซเลนที่จะปกคลุมพื้นผิวอนุภาคให้ทั่วแบบโมโนเลเยอร์ในพื้นที่ผิว 1 ตารางเมตร (6.9 ไมโครโมล/ตารางเมตร)

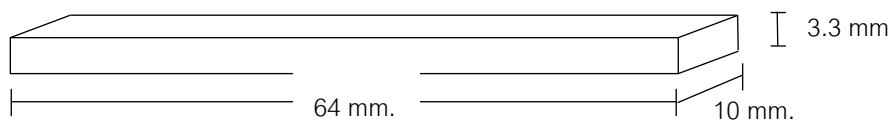
$\text{BET}_{\text{silica}}$ คือ ขนาดพื้นที่ผิวของอนุภาคนาโนซิลิกาจากแกลบข้าวที่นำมาศึกษา (210.20 ตารางเมตร/กรัม)

นำตัวแปรต่างๆ มาคำนวณในสมการ เมื่อคำนวณปริมาณของไซเลนที่จะเติมใส่นาโนซิลิกาได้แล้ว นำไซเลนมาละลายก่อนในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำนาโนซิลิกามาเติม

ใส่และกวนให้เข้ากันโดยใช้เครื่องกวนแม่เหล็กที่ความเร็ว 200 รอบ/นาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดแล้วสารผสมจะถูกปล่อยให้เย็น จากนั้นนำมาเจือจางกับไอโซโพรพานอลที่อัตราส่วน 3 ต่อ 1 เพื่อปรับปรุงความสามารถในการละลายได้ของไซเลนที่มีความเข้มข้นเดี่ยว (homocondensation) นำตัวอย่างนี้มาหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 20000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง จะได้สารแขวนลอยแยกชั้นซึ่งส่วนของเหลวไซข้างบนที่มีส่วนประกอบของไซเลนที่มีความเข้มข้นเดี่ยวและไซเลนที่ไม่เกิดปฏิกิริยา โดยให้แยกตะกอนออกมาเพราะมีส่วนประกอบของนาโนซิลิกาที่ปรับแต่งด้วยไซเลน จากนั้นนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 50±5 องศาเซลเซียส ในเตาอบเป็นเวลา 16 ชั่วโมง ซึ่งท้ายสุดแล้วจะได้นาโนซิลิกามาในรูปแบบผงขาว

การเตรียมชิ้นงาน

การเตรียมแม่พิมพ์สำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานอะคริลิก จำเป็นต้องขึ้นแม่พิมพ์โดยใช้แท่งเหล็กไร้สนิมที่มีช่องตรงกลางขนาด 3.3x10x64 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ตามไอเอสโอ 20795 (ISO 20795) โดยเริ่มแรกนำซีฟี่งีสซึมพูมาปิดช่องในแท่งเหล็กไร้สนิมจนเต็มก่อนแล้วทาสารคั่นกลาง (Separating media) จากนั้นใช้ปูนปลาสเตอร์สำหรับงานทันตกรรม type II เทลงในภาชนะแบบหล่อทองเหลืองทั้งสองฝา นำแท่งเหล็กไร้สนิมที่เตรียมไว้ก่อนหน้าแล้วมาดลงในปูนปลาสเตอร์ของแบบหล่อทองเหลืองฝาล่างเต็มส่วน จากนั้นใช้พลาสติกใสบางคลุมและนำส่วนบนของภาชนะแบบหล่อทองเหลืองมาประกบเข้า รอจนกว่าปูนปลาสเตอร์แข็งตัวอย่างสมบูรณ์ แกะภาชนะแบบหล่อทองเหลืองออกจากกัน นำภาชนะแบบหล่อทองเหลืองส่วนล่างไปใส่ซีฟี่งีสซึมพูออกจากแม่พิมพ์ด้วยน้ำร้อน ก็จะได้แม่พิมพ์สำหรับการเตรียมชิ้นงานอะคริลิก



ภาพที่ 1 แสดงแบบจำลองขนาดและรูปร่างของชิ้นงานที่ได้ 3.3x10x64 ลูกบาศก์มิลลิเมตร

โดยกลุ่มควบคุมเตรียมชิ้นงานฐานพื้นเทียมอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ผสมจนถึงระยะที่ปั้นได้ (Dough stage) จากนั้นนำเข้าแม่พิมพ์ทำการปิดภาชนะแบบหล่อทองเหลือง และกดอัดเป็นระยะเวลา 30 นาทีเพื่อให้มอนอเมอร์แทรกซึมเข้าไปในพอลิเมอร์อย่างสมบูรณ์ จากนั้นนำภาชนะแบบหล่อทองเหลืองไปบ่มในเครื่องต้มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 90 นาที แล้วนั้นนำภาชนะแบบหล่อทองเหลืองมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้เย็นลง แกะภาชนะแบบหล่อทองเหลืองออก จากนั้นนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ชัดด้วยกระดาษทรายความละเอียด 500, 1000, 1200 ตามลำดับ เพื่อกำจัดครีบและส่วนเกิน วัดชิ้นงานด้วยเครื่องวัดระยะแบบดิจิตอลเพื่อคัดแยกชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานออก

กลุ่มทดลองอื่นอีก 3 กลุ่มการทดลองใช้อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน เตรียมชิ้นงานในรูปร่างลักษณะเดียวกัน โดยนำนาโนซิลิกาที่ปรับแต่งด้วยไซเลน แบ่งออกเป็นร้อยละ 0.25, 0.5, และ 1 โดยน้ำหนักต่อส่วนเหลวมอนอเมอร์ นำมาผสมกับส่วนเหลวมอนอเมอร์ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงแม่เหล็กเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นทำการผสมมอนอเมอร์ที่มีซิลิกาเข้ากับพอลิเมอร์จนถึงระยะที่ปั้นได้ นำเข้าแม่พิมพ์ในภาชนะแบบหล่อทองเหลือง ทำลักษณะเดียวกันกับกลุ่มควบคุม เมื่อได้ชิ้นงานนำมาขัดด้วยกระดาษทราย เพื่อกำจัดครีบ และส่วนเกิน โดยในแต่ละกลุ่มทั้งหมด 4 กลุ่ม เตรียมจำนวนชิ้นงานสำหรับการทดลองกลุ่มละ 8 ชิ้น

การทดสอบค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอ

ทุกชิ้นงานจะถูกนำมาทดสอบค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอ ใช้การทดสอบการดัดงอแบบ 3 จุด (3-point bending test) โดยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ ใช้ข้อตรรกการกดที่ 5 มิลลิเมตรต่อหน้าที่และแรงขนาด 50 นิวตัน กดลงบริเวณกึ่งกลางของชิ้นงานจนกว่าชิ้นงานจะแตกหัก แล้วทำการบันทึกข้อมูลค่าแรงสุดท้ายก่อนที่จะเกิดการแตกหักของชิ้นงาน จากนั้นนำชิ้นงานมาศึกษาบริเวณที่แตกหักโดยใช้เครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยสูตรคำนวณหาค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอ ดังนี้

$$FS = 3PL/2bd^2$$

โดย FS คือ ค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอ (นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร)

P คือ ค่าแรงสุดท้ายก่อนการแตกหัก (นิวตัน)

L คือ ระยะระหว่างฐานจุดค้ำชิ้นงาน (มิลลิเมตร)

b คือ ความกว้างของชิ้นงาน (มิลลิเมตร)

d คือ ความหนาของชิ้นงาน (มิลลิเมตร)



ภาพที่ 2 แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอของชิ้นงาน

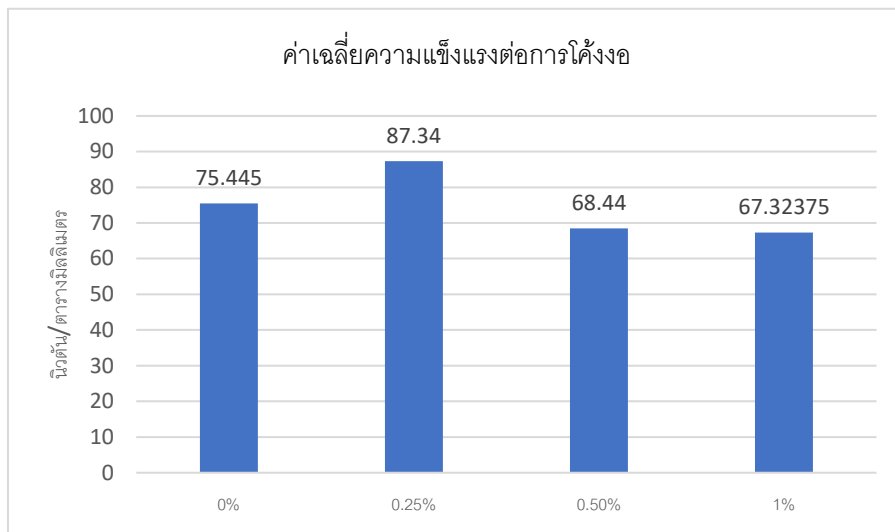
การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ทางสถิติในงานวิจัยนี้ทำโดยใช้โปรแกรม IBM SPSS statistics version 24 ทำการทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สมิโนฟ (Kolmogorov-Smirnor) และวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อการโค้งงอ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าที่แตกต่าง (Tukey's Multiple Comparison test)

ผลการวิจัย

ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อการโค้งงอเมื่อเติมนาโนซิลิกาที่ผ่านการปรับแต่งด้วยไซเรนในกลุ่มต่าง ๆ แสดงดังกราฟที่ 1 กลุ่มที่เติมร้อยละ 0.25 ให้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ส่วนกลุ่มที่ให้ค่าน้อยที่สุดคือกลุ่มที่เติมร้อยละ 1 ซึ่งเมื่อ

คำนวณสถิติพบว่ามียังน้อยหนึ่งกลุ่มที่แตกต่าง โดยกลุ่มที่เติมร้อยละ 0.25 แตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p value < 0.05) ส่วนกลุ่มอื่น ๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p value < 0.05)



แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อการโค้งงอของชิ้นงานในแต่ละกลุ่ม

อภิปรายผลการวิจัย

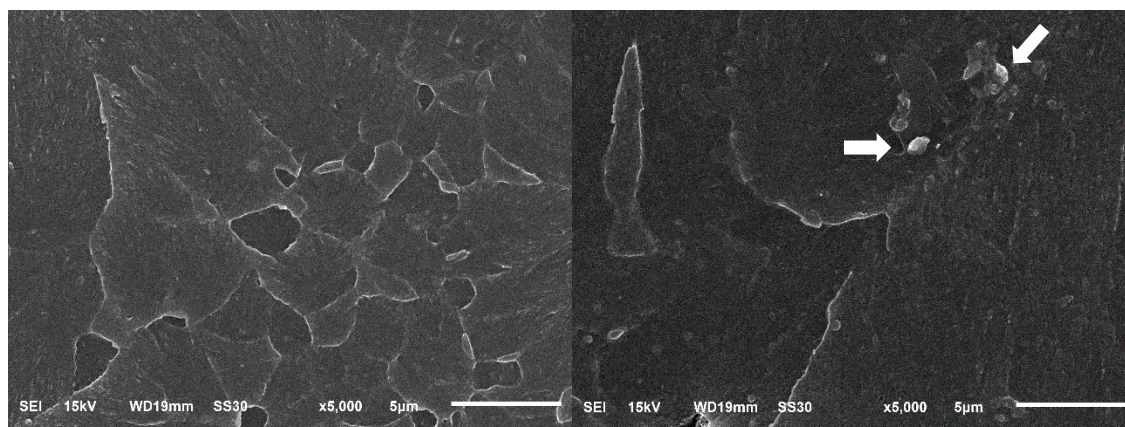
จากผลการทดลองเติมนาโนซิลิกาจากแคลบข้าวที่ผ่านการปรับแต่งด้วยไซเลนพบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อการโค้งงอมีค่ามากขึ้นเมื่อเติมร้อยละ 0.25 และเมื่อเติมมากขึ้นเรื่อยๆ ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อการโค้งงอมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ทางสถิติ กลุ่มที่ไม่ได้เติมกับกลุ่มทดลองที่เติมร้อยละ 0.5 และ 1 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Balos และคณะ [8] ศึกษาทดลองใส่นาโนซิลิกาเป็นวัสดุอัดแทรกในเรซินอะคริลิกในปริมาณน้อยๆ คือร้อยละ 0.023, 0.046, 0.091, 0.23, 0.46 และ 0.91 โดยน้ำหนัก เปรียบเทียบต่อคุณสมบัติเชิงกลชนิดอื่น คือ ค่าความแข็งระดับไมโคร (microhardness) และค่าความต้านทานการแตกหัก (fracture toughness) โดยผลการทดลองพบว่าทั้งสองค่านี้สูงสุดในกลุ่มที่ใส่ในปริมาณน้อย ๆ คือ ร้อยละ 0.023 ซึ่งการใส่สารอัดแทรกไปปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ จะส่งผลให้อนุภาคนาโนซิลิกาเกิดการเกาะจับกลุ่มกันเป็นก้อนเกิดการกระจายตัวน้อยลงในเรซินเมทริกซ์ ทำให้ค่าการทดสอบที่ได้จึงมีแนวโน้มลดลง

อนุภาคนาโนซิลิกาจากแคลบข้าวนั้นส่วนใหญ่จะมีรูปร่างอสัณฐานเพราะสังเคราะห์จากธรรมชาติ โดยมีการทดลองก่อนหน้าของ ปัญจพร วงศ์วิทยากุล และคณะ [9] ที่ศึกษาสกัดซิลิกาจากแคลบข้าวโดยนำแคลบข้าวทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก แล้วนำมาเผาที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส ทำให้ได้ซิลิกาออกมาในรูปแบบแก้วสีขาวหรือแบบผง จากนั้นตรวจสอบยืนยันผงที่ได้ว่าเป็นซิลิกาหรือไม่ โดยดูส่วนประกอบทางเคมีด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ (X-ray fluorescence spectrometer) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ชนิดของธาตุและปริมาณธาตุในสารตัวอย่างของผงแก้วแคลบ และวิเคราะห์โครงสร้างของสารที่ได้โดยใช้เทคนิควิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (X-ray diffractometer) พบว่าในผงแก้วแคลบนั้นซิลิกาส่วนใหญ่มีรูปแบบอสัณฐาน เมื่อตรวจสอบยืนยันซิลิกาที่สังเคราะห์ได้ จึงนำมาทดสอบเป็นวัสดุอัดแทรกในเรซินอะคริลิกเปรียบเทียบกับคุณสมบัติ

เชิงกล คือ ค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอ พบว่าค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอในกลุ่มร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก เพิ่มขึ้นและสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกาพบว่าค่าที่ได้มีแนวโน้มลดลงคล้ายการทดลองของผู้วิจัย แต่ว่าการทดลองนี้ไม่ได้ผ่านการปรับแต่งอนุภาคด้วยไซเลน

เนื่องด้วยอนุภาคซิลิกาเหล่านี้ที่เป็นสารอินทรีย์ไม่สามารถกระจายได้ในสารอินทรีย์ที่ไม่มีขั้ว เช่น โพลีเมอร์ต่างๆ ดังนั้นงานวิจัยในช่วงไม่กี่ปีจึงปรับการทดลองเพิ่มการใช้สารที่ช่วยให้กระจายมาปรับแต่งผิวซิลิกา ก่อนคือ แกมมาเมทาโคลอกซีโพรพิลไตรเมทอกซีไซเลน ซึ่งตัวไซเลนนั้นจะเข้ามาเกาะสร้างพันธะเคมีที่ผิวของอนุภาค ออกไซด์ ทำให้เมื่อนำไปเป็นวัสดุอัดแทรกในโพลีเมอร์สามารถกระจายละลายได้ดีขึ้น ซึ่งมีการทดลองของ พรพจน์ เจริญกองโค และคณะ (10) วิเคราะห์ผลของการปรับแต่งผิวนาโนซิลิกาทรงกลม ขนาด 36 นาโนเมตรที่สังเคราะห์ได้จากสารเคมีด้วยไซเลนต่อคุณสมบัติเชิงกลคือ ค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอ พบว่าสามารถเพิ่มคุณสมบัติได้ โดยกลุ่มที่เติมร้อยละ 1 โดยน้ำหนักให้ค่าเฉลี่ยมากที่สุด แตกต่างจากของผู้วิจัยที่พบว่าเติมปริมาณเล็กน้อยให้ค่ามากกว่า

เมื่อดูภาพที่ได้จากเครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดบริเวณที่มีการแตกหัก เปรียบเทียบระหว่างชิ้นงานที่เติมและไม่ได้เติมวัสดุอัดแทรก จะพบว่าบริเวณชิ้นงานที่ไม่ได้เติมจะมีลักษณะผิวที่เรียบ เมื่อขยายเข้าไปจะพบเส้นของรอยแตก (ภาพที่ 3) โดยแตกต่างจากชิ้นงานที่ผ่านการเติมวัสดุอัดแทรกด้วยนาโนซิลิกาที่ผ่านการปรับแต่งด้วยไซเลน (ภาพที่ 4) บริเวณที่แตกหักจะพบอนุภาควัสดุอัดแทรก ผิวมีลักษณะขรุขระ ไม่มีแนวรอยแตก และเห็นอนุภาคนาโนซิลิกากระจายทั่วไปเป็นกลุ่ม (ลูกศรขาว) ซึ่งเป็นลักษณะที่ต้องการพลังงานที่เพิ่มมากขึ้นเพื่อให้วัสดุแตกหัก [10] ดังนั้นมันจึงสามารถเพิ่มค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอได้



ภาพที่ 3 รอยแตกหักขนาดกำลังขยาย 5000 เท่า จากตัวอย่างที่ไม่ได้เติมวัสดุอัดแทรก

พบเป็นลักษณะผิวเรียบมีรอยแตก และ

ภาพที่ 4 รอยแตกหักขนาดกำลังขยาย 5000 เท่าจากตัวอย่างที่เติมนาโนซิลิกาผ่านการปรับแต่งด้วยไซเลน

พบเป็นลักษณะผิวขรุขระและเห็นอนุภาคนาโนซิลิกากระจายเป็นกลุ่มๆ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองและข้อจำกัดของงานวิจัยจึงสรุปได้ว่า การเติมนาโนซิลิกาจากแคลบข้าวที่ผ่านปรับแต่งด้วยไซเลนเป็นวัสดุอัดแทรกในเรซินอะคริลิก พบว่าสามารถเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลคือค่าความแข็งแรงต่อการโค้งงอซึ่งการเติมร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก ให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อการโค้งงอมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- [1] Tandon R, Gupta S, Agarwal SK. Denture base materials: From past to future. *Indian J Dent Sci.* 2010;2(2):33-9.
- [2] Vojdani M, Giti R. Polyamide as a Denture Base Material: A Literature Review. *J Dent (Shiraz).* 2015;16(1 Suppl):1-9.
- [3] Beyli MS, von Fraunhofer JA. An analysis of causes of fracture of acrylic resin dentures. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 1981;46(3):238-41.
- [4] Smith D. The acrylic denture mechanical evaluation mid-line fracture. *Br Dent J.* 1961;110:257-67.
- [5] Carroll C, Von Fraunhofer J. Wire reinforcement of acrylic resin prostheses. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 1984;52(5):639-41.
- [6] Sun L, Gibson RF, Gordaninejad F, Suhr J. Energy absorption capability of nanocomposites: a review. *Composites Science and Technology.* 2009;69(14):2392-409.
- [7] Posthumus W, Magusin PCMM, Brokken-Zijp JCM, Tinnemans AHA, van der Linde R. Surface modification of oxidic nanoparticles using 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane. *Journal of Colloid and Interface Science.* 2004;269(1):109-16
- [8] Balos S, Pilic B, Markovic D, Pavlicevic J, Luzanin O. Poly (methyl-methacrylate) nanocomposites with low silica addition. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 2014;111(4):327-34.
- [9] Wongwitthayakool P, Sintunon T, Tanagetanasombat W, Soonthornchai P, Abbas AA, editors. Flexural Strength and Dynamic Mechanical Behavior of Rice Husk Ash Silica Filled Acrylic Resin Denture Base Material. *Key Engineering Materials;* 2019: Trans Tech Publ.
- [10] Jiangkongkho P, Arksornnukit M, Takahashi H. The synthesis, modification, and application of nanosilica in polymethyl methacrylate denture base. *Dental materials journal.* 2018:2017-142.



RANC 2022

ISBN (e-book): 978-616-296-264-6

สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110
โทรศัพท์ (02) 649-5000 ต่อ 11014 - 11019
โทรสาร (02) 259-1822

Research
SWU