



Journal of Science and Technology Buriram Rajabhat University

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

มหาวิทยาลัย
ราชภัฏบุรีรัมย์

คณะวิทยาศาสตร์
Faculty of
Science

ปีที่ 8
ฉบับที่ 1

เดือน มกราคม - มิถุนายน 2567

ISSN 2774-0838 (Print)
ISSN 2774-0757 (Online)

บทบรรณาธิการ

วารสาร “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์” หรือ Journal of Science and Technology Buriram Rajabhat University เป็นวารสารที่ตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิชาการ บทความวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแหล่งเผยแพร่ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ครอบคลุมเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ และวิทยาศาสตร์ประยุกต์และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ส่งเสริมอาจารย์ นักศึกษา นักวิจัย รวมถึงนักวิชาการทั่วไป ได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานวิชาการและผลงานวิจัย รวมทั้งพัฒนาคุณภาพวารสารอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เป็นวารสารที่มีคุณภาพ

วารสาร “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์” ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 กำหนดเผยแพร่เดือน มกราคม ถึง เดือนมิถุนายน 2567 มีบทความวิจัยนำเสนอทั้งหมด 8 เรื่อง สำหรับเนื้อหาในฉบับนี้ได้ทำการเผยแพร่ผลงานวิชาการในรูปแบบของสหสาขาวิชาซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ได้แก่ การประเมินความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อม บริเวณชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี ในช่วงสถานการณ์โควิด-19 รวมถึงสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ การกำจัดสัญญาณรบกวนแบบการบวกและแบบการคูณออกจากภาพโดยใช้วิธีการสปิริตเบรกแมน ตลอดจนการบูรณาการข้ามศาสตร์ระหว่างศาสตร์ด้านคอมพิวเตอร์ดิจิทัลกับศาสตร์ด้านศิลปกรรม ได้แก่ นวัตกรรมจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในยุค New Normal อีกทั้งศาสตร์ด้านเทคโนโลยีการอาหาร ได้แก่ ผลของเพคตินจากเปลือกกาแฟต่อคุณภาพของแยมลูกหม่อน นอกจากนี้ยังมีบทความวิจัยในด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ จำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ 1) การเพิ่มศักยภาพทางเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ 2) การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการไหว้พระ 9 วัด ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยใช้ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย และ 3) ระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อส่งเสริมการตลาดวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ รวมไปถึงผลงานเกี่ยวกับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ได้แก่ การนำดินร่วนปนดินเหนียวมาใช้ประโยชน์ในการทำอิฐมวลเบาเพื่อส่งเสริมอาชีพในท้องถิ่น โดยจะเห็นได้ว่าบทความที่นำเสนอลงในวารสารมีความหลากหลายของเนื้อหาอย่างมาก แต่ทุกบทความที่ได้รับการพิจารณาได้มีการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ที่สามารถต่อยอดการวิจัยที่ครอบคลุม ส่งผลให้นักวิจัยหรือผู้ที่สนใจสามารถนำไปพัฒนาหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้อย่างสร้างสรรค์

ทั้งนี้ผลงานบทความวิชาการและบทความวิจัยทุกงานยังคงไว้ซึ่งคุณภาพจากการกลั่นกรองของผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ทำการประเมินงานคุณภาพตามลำดับขั้นตอนของการตรวจสอบคุณภาพของงานวิชาการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น กองบรรณาธิการจะพิจารณาบทความเบื้องต้นในด้านเนื้อหาและความถูกต้องของรูปแบบการพิมพ์ หากรูปแบบการพิมพ์ไม่ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ กองบรรณาธิการจะไม่รับพิจารณาต้นฉบับ หากผ่านการพิจารณาบทความจะเข้าสู่การประเมินบทความโดยผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบบทความ (peer reviewer) ซึ่งเป็นบุคคลภายนอกจากหลากหลายสถาบัน อย่างน้อย 3 คน โดยการประเมินคุณภาพของบทความจะเป็นแบบ double blinded กล่าวคือ ผู้นิพนธ์และผู้ประเมินจะไม่ทราบตัวตนและไม่ถูกเปิดเผยข้อมูลให้ทราบ

บทความที่ตีพิมพ์ลงในวารสารถือว่าเป็นลิขสิทธิ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ สำหรับข้อเขียนและข้อคิดเห็นใด ๆ ในวารสารนี้เป็นความคิดเห็นส่วนตัวและเป็นการรับผิดชอบของผู้นิพนธ์ทั้งสิ้น ไม่ใช่ความเห็นของกองบรรณาธิการ และกองบรรณาธิการไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป หากมีประเด็นทางกฎหมายเกี่ยวกับเนื้อหา ผู้นิพนธ์จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ และถ้ามีการศึกษาวิจัยในมนุษย์ ผู้นิพนธ์จะต้องแนบหนังสือรับรองที่ได้รับอนุญาตให้ทำการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (ethics committee) และระบุหมายเลขหรือรหัสการรับรองลงในบทความ หากมีการศึกษาวิจัยในสัตว์ทดลอง เช่น ในหนูทดลอง การวิจัยนั้นจะต้องผ่านการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการใช้สัตว์ทดลอง

กองบรรณาธิการหวังว่า วารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ทางวิชาการสำหรับผู้อ่านทุกท่าน หากท่านใด
ประสงค์จะส่งบทความเพื่อเผยแพร่ กองบรรณาธิการยินดีรับตีพิมพ์ โดยทุกบทความต้องผ่านการพิจารณาลั่นกรอง
จากผู้ทรงคุณวุฒิ หากท่านมีข้อเสนอแนะประการใด กองบรรณาธิการยินดีรับคำเพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนา
คุณภาพวารสารให้มีมาตรฐานยิ่งขึ้น

บรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ มาลีณี จุฑาปะมา อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา รักการศิลป์ รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ชื่นชูจิตร์ คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

บรรณาธิการผู้ทรงคุณวุฒิ

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.ชิดชนก เหลือสินทรัพย์ | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. ศาสตราจารย์ ดร.อลงกลด แทนอมทอง | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 3. ศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา ประเทพา | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 4. รองศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ ประมวล | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 5. รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี หีบแก้ว | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกตุจันทร์ จำปาไชยศรี | มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี ปานช้าง | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ประยุทธ์ กุศลรัตน์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา |
| 9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถิรนนท์ สอนแก้ว | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง |
| 10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัช อารีราษฎร์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 11. อาจารย์ ดร. สุนันทา กลิ่นถาวร | มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |

บรรณาธิการ

อาจารย์ ดร.ทิพวัลย์ แสนคำ

รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธีรา สุนทรารักษ์

กองบรรณาธิการ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัณย์ จำรัสธนสารย์
2. อาจารย์ ดร.ชาติวุฒิ ธนาจิรันธร
3. อาจารย์กิตติคุณ บุญเกตุ
4. อาจารย์พุทธรชาด ลิ้มศิริเรืองไร

ผู้ทรงคุณวุฒิประจำฉบับ

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.วิทยา อมรกิจบำรุง | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.รภัสสา จันทาศรี | มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 3. รองศาสตราจารย์จำเริญ อุ่นแก้ว | มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลรัตน์ สมใจ | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรรัตน์ จีระมะกร | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา วีรกุลเทวัญ | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ จีวัฒนา | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดือนฉาย ไชยบุตร | มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ |
| 9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วโรปภา อารีราษฎร์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรัช อารีราษฎร์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมตตา เถาว์ชาลี | มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราตรี คำโมง | มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ |
| 13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณณธ์ ภูมาส | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| 14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ มหัทธนชัย | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| 15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อโนดาช รัชเวทย์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| 16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพล สิงห์คำ | มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี |
| 17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ แสงผ่อง | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา |
| 18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นำสุข นวพงษ์พัฒน์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา |
| 19. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สำคัญ ฮ่อบรรทัด | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 20. อาจารย์ ดร.ธเนศ เฮ่ประโคน | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |

สารบัญ

เรื่อง

หน้า

การประเมินความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อม บริเวณชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี ในช่วงสถานการณ์โควิด-19.....	1
เอมอร ประจวบมอญ รติวรรณ สุวัฒนมาลา กฤตกร อินทรฉาย นันทิวรรณ เขตต์วัฒน์ และ หทัยวรรณ วรโชติธนัฐ	
การจัดทำสัญญาฉบับรวบแบบการบวกและแบบการคูณออกจากภาพ โดยใช้วิธีการสปริทเบรกแมน.....	15
ศิริวรรณ จันทร์แก่น และ โสภิตา สุขญาณกิจ	
นวัตกรรมจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในยุค New Normal.....	29
จิรวดี โยธัมย์ อนงค์ ทองเรือง รุ่งรัตน์ หัตถกรรม และ กมลรัตน์ สมใจ	
ผลของเพศดินจากเปลือกกาแฟต่อคุณภาพของแยมลูกหม่อน.....	41
ธัญนันท์ ฤทธิมณี นภารัตน์ จิวาลักษณ์ และ ครองจิต วรรณวงศ์	
การเพิ่มศักยภาพทางเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่.....	53
บุษราภรณ์ มหัทธชัย และ ชนินทร์ มหัทธชัย	
การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการไหว้พระ 9 วัด ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยใช้ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย.....	71
รุ่งรัตน์ สมานหมู่	
ระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อส่งเสริมการตลาดวิสาหกิจชุมชน กลุ่มชาติพันธุ์ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่.....	83
ชนินทร์ มหัทธชัย และ บุษราภรณ์ มหัทธชัย	
การนำดินร่วนปนดินเหนียวมาใช้ประโยชน์ ในการทำอิฐมวลเบาเพื่อส่งเสริมอาชีพในท้องถิ่น...99	
อดิสรณ์ พงษ์สุวรรณ นิรัตน์ แยมโอษฐ์ และ ฐิติวัฒน์ ตริววงศ์	

การประเมินความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อม บริเวณชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี
ในช่วงสถานการณ์โควิด-19
Assessment of Environmental Risk in the Covid-19 Scenario at Bangsaen Beach
in Chonburi Province

เอมอร ประจวบมอญ* รติวรรณ สุวัฒน์มาลา กฤตกร อินทรฉาย
นันทิวรรณ เขตต์วัฒน์ และ หทัยวรรณ วรโชติธนฐร
Aimorn Prachabmorn*, Ratiwun Suwattanamala, Krittakorn Intachay Nuntiwat
Khatwat, and Hathaiwan Worachotthanathon
สาขานามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Division of Environmental Health, Faculty of Public Health, Burapha University
Email: aimorn@buu.ac.th, aimornp@yahoo.com

Received : November 23, 2023
Revised : April 6, 2024
Accepted : April 19, 2024

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสถานการณ์สิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมบริเวณชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี อันนำไปสู่สภาพความเสี่ยงต่อระบบนิเวศ บริเวณชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี ในสถานการณ์โควิด-19 เก็บข้อมูลด้วยแบบตรวจสอบรายการและทำการประเมินระดับความเสี่ยงโดยใช้ตารางความเสี่ยง ดำเนินการเก็บข้อมูลในเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยสถิติแบบพรรณนาและจัดลำดับความเสี่ยง ผลการศึกษาพบว่าระดับความเสี่ยงส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่ต้องเฝ้าระวัง ติดตามตรวจสอบและคงมาตรการที่ดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ

คำสำคัญ: ความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อม ประเมินความเสี่ยง สิ่งอันตรายชายหาด

ABSTRACT

This study is a survey research aimed at studying the situation of hazards from activities in the Bangsaen Beach area, Chonburi Province, which leads to the risk to the

ecosystem in the Bangsaen Beach area, Chonburi Province, during the COVID-19 pandemic. Data was collected using a checklist and risk assessment using a risk matrix. Data collection was conducted from May to July 2021. The data was analyzed using descriptive statistics and risk ranking. The results of the study showed that most of the risks were at a moderate level, which are risks that need to be monitored, followed up, and maintained the measures that are being implemented regularly.

Keywords: Environmental Risk, Risk Assessment, Beach Hazard

บทนำ

หาดทรายเป็นพื้นที่รอยต่อระหว่างทะเลและพื้นดิน อยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง การเกิดขึ้นของหาดทรายมาจากการผุกร่อนตามธรรมชาติของหิน (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556) หาดทรายเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศชายหาด เป็นแหล่งทรัพยากรทางชีวภาพที่มีคุณค่าหลากหลายชนิด เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์หน้าดินและสัตว์น้ำ จึงมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและระบบห่วงโซ่อาหาร (ณัฐกิตติ์ โตอ่อน, 2562) นอกจากนี้ยังมีส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนการเจริญเติบโตด้านเศรษฐกิจ เช่น การประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ธุรกิจการค้าและการท่องเที่ยว โดยเฉพาะด้านการท่องเที่ยวทางทะเลและชายหาด (Sun and Beach tourism/ Sea and Sun tourism) ซึ่งเป็นการท่องเที่ยวได้รับความนิยมสูงสุดประเภทหนึ่งของไทย ดังจะเห็นได้จากข้อมูลของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย พบว่า มีจำนวนนักท่องเที่ยวที่ทำกิจกรรมทางทะเลและชายหาดในปี 2560 มีจำนวนถึง 54.93% (กองเศรษฐกิจการท่องเที่ยวและกีฬา, ม.ป.ป.) หาดทรายและชายทะเลเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจของไทยได้รับความนิยมอย่างสูง เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศมีพื้นที่ติดชายทะเลถึง 23 จังหวัด ทั้งทะเลฝั่งอันดามันและอ่าวไทย (กองเศรษฐกิจการท่องเที่ยวและกีฬา, ม.ป.ป.) ประกอบกับการมีทัศนียภาพที่งดงาม สามารถทำกิจกรรมนันทนาการได้หลากหลาย ทั้งกิจกรรมรายบุคคลและหมู่คณะ เช่น การเล่นน้ำ การพายเรือ การนั่งรับประทานอาหาร การชมทิวทัศน์ การออกกำลังกาย กิจกรรมกีฬาริมชายหาด เป็นต้น กิจกรรมการท่องเที่ยวเหล่านี้ หากขาดการจัดการที่ดี อาจก่อให้เกิดปัญหาหลายประการ เช่น ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศชายหาด เกิดความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรทางทะเล เช่น พบการปนเปื้อนแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำทะเล บริเวณหาดโฉลกบ้านเก่าและหาดแม่หาด ตำบลเกาะเต่า อำเภอเกาะพะงัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเกิดจากการระบายน้ำทิ้งของโรงแรมที่พักและท่าเรือ (อโณทัย กิมเสาร์ และพงศ์ศักดิ์ เหล่าดี, 2558) การตกค้างของขยะต่าง ๆ บนแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลและชายหาด (อิสระพงษ์ พลธานี และคณะ, 2564; Chatterjee et al., 2018) การลดจำนวนของปูกลม (*Ocypode quadrata*) บริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี (ทรรศิน

ปณิธานะรักษ์ และคณะ, 2565) เป็นต้น นอกจากนี้กิจกรรมการท่องเที่ยวทางทะเลและชายหาดอาจเป็นแหล่งแพร่กระจายของเชื้อโรค โดยเฉพาะในช่วงวิกฤตการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโรคโควิด-19 การจัดการด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมและมาตรการ การป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 จึงมีความสำคัญที่จะช่วยลดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ส่งเสริมการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน

เมื่อสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 คลี่คลายลง ภาครัฐได้ดำเนินมาตรการผ่อนปรน ทำให้กิจกรรมท่องเที่ยวทางทะเลและชายหาดได้ฟื้นตัวขึ้น หาดบางแสนเป็นจุดหมายที่ได้รับความนิยมจุดหมายหนึ่งของนักท่องเที่ยว เนื่องจากสามารถเดินทางเข้าถึงชายหาดได้อย่างสะดวก มีโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการบริหารนักท่องเที่ยวอย่างครบถ้วน ค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยวไม่สูงมาก จากข้อมูลในปี 2562 พบว่า มีจำนวนผู้เยี่ยมเยือนรวม 2,870,054 คน สร้างรายได้จากการท่องเที่ยวเป็นมูลค่า 10,428.45 ล้านบาท (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2563) ในสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ทางเทศบาลเมืองแสนสุขได้ดำเนินการตามคำสั่งของคณะกรรมการโรคติดต่อจังหวัดชลบุรี อย่างเคร่งครัด โดยทำการปิดหาด งดใช้พื้นที่ชายหาดบางแสนชั่วคราวเป็นระยะ ตามคำสั่งที่ 9/2563 คำสั่งที่ 19/2564 และคำสั่งที่ 65/2564 (จังหวัดชลบุรี, 2564) ในช่วงเวลาที่ปิดหาดให้นักท่องเที่ยวเข้ามาใช้พื้นที่ชายหาด ทางเทศบาลเมืองแสนสุขได้ดำเนินการภายใต้มาตรการผ่อนปรนและการปฏิบัติตามหลัก Bangsaen New normal เพื่อลดความเสี่ยงและป้องกันการแพร่ระบาดของโรค ช่วงก่อนปิดหาดหมายถึง ช่วงเวลาก่อนสถานการณ์โควิดระบาดตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 ช่วงปิดหาดตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 หลังจากนั้นใช้มาตรการผ่อนปรนจนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 ในระหว่างช่วงเวลาดังกล่าวภาครัฐได้มีการประกาศยกเลิกมาตรการผ่อนปรนเป็นระยะ ตามสถานการณ์ของประเทศ จากสถานการณ์แพร่ระบาดใหญ่ของโรคโควิด-19 ที่เป็นภาวะฉุกเฉินทางสาธารณสุข จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมชายหาดอย่างไร ผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษาสถานการณ์สิ่งอันตรายอันนำไปสู่สภาพความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อม ภายหลังการมีมาตรการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโควิด-19 ของหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี ซึ่งผลการศึกษา ที่ได้จะเป็นประโยชน์ ในการพัฒนาด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเกิดความตระหนักถึง สิ่งอันตรายอันจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อความร่วมมือในการรักษาชายหาดบางแสน ให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวชายฝั่งทะเลที่มีสภาพสิ่งแวดล้อมที่ดีต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาสถานการณ์สิ่งอันตรายอันนำไปสู่สภาพความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อม บริเวณชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี ในสถานการณ์โควิด-19

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องสภาพความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อมบริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ เพื่อศึกษาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและสิ่งอันตรายที่มีความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม ในบริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี ในช่วงการระบาดของโรคโควิด-19

ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตด้านพื้นที่ กำหนดพื้นที่ในการวิจัยตั้งแต่จากวงเวียนบางแสน ถึงโรงแรมเอสทู บางแสนปืชยาวประมาณ 2 กม. พิกัด GPS : ละติจูด 13.284444, ลองจิจูด 100.914403

ขอบเขตด้านเวลา ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564

เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบตรวจสอบรายการ ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและสิ่งอันตรายที่มีความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม บริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

นำแบบตรวจสอบรายการที่พัฒนาขึ้น ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงของแบบตรวจรายการ หาค่าความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (IOC: Index of item objective congruence) ผลการตรวจสอบมีค่า IOC 0.7-0.9 เป็นไปตามเกณฑ์ (เกณฑ์ ข้อคำถามที่มีค่า IOC 0.5-1.0 มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้ และ ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากการศึกษาเอกสาร งานวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวคิดในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้สำรวจปัญหาโดยรวมของพื้นที่บริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี และได้จัดทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
2. ลงพื้นที่สำรวจข้อมูลบริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี โดยการสังเกต นักท่องเที่ยวผู้ประกอบการ และสถานที่ประกอบกิจการ เพื่อบ่งชี้อันตรายโดยวิธีใช้แบบตรวจสอบรายการ (checklist) ตรวจสอบตลอดพื้นที่ของชายหาดตั้งแต่จากวงเวียนบางแสนถึงโรงแรมเอสทู บางแสนปืช
3. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ชนิดและปริมาณร้อยละของสิ่งอันตรายต่อสัดส่วนพื้นที่ตามหลักการประเมินความเสี่ยงดังนี้

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินความเสี่ยง

โอกาสการเกิด	ความรุนแรง	ระดับความเสี่ยง	ความหมาย
1. เกิดแน่นอนมากกว่า 95%	1 ต่ำมาก	1-2	ความเสี่ยงต่ำ ยอมรับได้
2. เกิดสูง 70-94%	2 ต่ำ	3-9	ความเสี่ยงปานกลาง ติดตาม
3. เกิดบ่อย 30-69%	3 ปานกลาง	10-16	ความเสี่ยงสูง ควบคุมความเสี่ยง
4. เกิดน้อย 5-29%	4 มาก	17-20	ความเสี่ยงสูงมาก ยอมรับไม่ได้
5. เกิดน้อยกว่า 5%	5 สูงสุด	20-25	ควบคุมความเสี่ยงอย่างเร่งด่วน

ดัดแปลงจาก : WHO, 2012

4. ประเมินกิจกรรมที่เสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงหาแนวทางการแก้ปัญหา

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ ของแบบประเมินกิจกรรมที่เสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม ณ หาดบางแสน จังหวัดชลบุรี แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อศึกษากิจกรรมที่จะเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1. วิเคราะห์สถานภาพและศักยภาพของสิ่งแวดล้อมในการสัมผัสหรือกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศ ซึ่งสิ่งแวดล้อมเหล่านี้เป็นสาเหตุของอันตรายและพิษภัยต่อสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศ
2. วิเคราะห์ระดับความเสี่ยง โดยวิธี Risk Matrix แบบ 5X5 มาใช้จัดลำดับความสำคัญ โดยตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์คือ ความเสี่ยง = ความรุนแรง X โอกาสการเกิด
3. จัดลำดับความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม ตามผลคะแนน

ผลการวิจัย

หาดบางแสน จังหวัดชลบุรี จัดอยู่ในระบบนิเวศชายหาด ประเภทหาดทราย (sandy) มีความยาวประมาณ 2.2 กิโลเมตร มีความลาดเอียงเล็กน้อย มวลทรายมีลักษณะคละขนาดกันเป็นทรายละเอียดถึงทรายขนาดใหญ่ เป็นชายหาดน้ำตื้น ระดับน้ำไม่ลึก (วิชิต มั่นพะจิตร และมนัสวงษ์ ฮวดไธ, 2543; เผชญุโชค จินตเศรณี และอนุกุล บุรณประทีปรัตน์, 2560; ญัฐกิตติ์ โตอ่อน, 2562; อาวุธ หมั่นหาผล และคณะ, 2565) จึงเหมาะต่อการเล่นน้ำ

จำนวนผู้ประกอบการจำหน่ายสินค้าบริเวณชายหาดบางแสน แบ่งพื้นที่เป็นล็อกตลอดแนวทางเดินริมหาด ได้แก่ ล็อกที่ 1 ถึง ล็อกที่ 84 ในปี 2564 มีผู้ประกอบการ จำนวน 1,042 ราย (เทศบาลเมืองแสนสุข, 2565) ประกอบด้วย แผงลอยอาหาร แผงลอยเสื้อผ้า ล้อเลื่อนไถ่ย่าง ล้อเลื่อนของที่ระลึก

ลื้อเลื่อนทั่วไป ขยายของริมทางเดินแนวหินแกรนิต และเดินเรือขาย นอกจากนี้มีเก้าอี้ผ้าใบ ห่วงยาง วายน้ำให้เช่า เรือลากกล้วย มีห้องอาบน้ำจัดบริการ มีกิจกรรมอื่น เช่น ขี่จักรยานและออกกำลังกาย เป็นต้น

การซึบงั้ันตราย บริเวณชายหาดบางแสนในช่วงสถานการณ์โควิด-19 ในเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ (check list) พบว่า สิ่งอันตรายที่พบมีทั้งมลพิษสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งขยะ อุบัติเหตุและความปลอดภัยรวมทั้งเชื้อโรคSARS-CoV2 ที่เป็นสาเหตุของโรคโควิด-19 ที่มีการระบาดทั่วโลก

ตารางที่ 2 สิ่งอันตรายและภัยคุกคามจากกิจกรรมบริเวณชายหาดบางแสน

สภาพทั่วไปและกิจกรรมบริเวณชายหาด	สิ่งอันตราย/ภัยคุกคาม	มี	ไม่มี
สภาพทั่วไปของชายหาด	ความร้อน แสงอาทิตย์		1
	ฝน พายุ คลื่นซัดฝั่ง		1
กิจกรรมชายหาด			
ร้านค้าขายอาหาร	ขยะทั่วไป	1	
	น้ำเสีย		1
ขายเสื้อผ้า	SARS-CoV2	1	
ขายของที่ระลึก	SARS-CoV2	1	
การเช่าเก้าอี้ผ้าใบ เช่าห่วงยาง	SARS-CoV2		1
ร้านขายไถ่ย่าง	ควันและกลิ่น	1	
การสูบบุหรี่	ควันบุหรี่		1
การขี่จักรยานตามถนนริมหาด	อุบัติเหตุ		1
กิจกรรมทางน้ำ เช่น เรือลากกล้วย	อุบัติเหตุ		1
	คราบน้ำมัน	1	
การออกกำลังกายเป็นกลุ่ม	SARS-CoV2	1	
การดื่มสุรา	ความปลอดภัยและ		
	การทะเลาะวิวาท		1
การลงเล่นน้ำ	แพลงก์ตอน	1	
	แมงกะพรุน	1	
การทิ้งขยะไม่ถูกต้อง	แก้วและของมีคม	1	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สภาพทั่วไปและกิจกรรมบริเวณชายหาด	สิ่งอันตราย/ภัยคุกคาม	มี	ไม่มี
สิ่งอำนวยความสะดวก			
ห้องน้ำสาธารณะ	สิ่งปฏิกูล		1
ห้องอาบน้ำจืด	น้ำเสีย		1
รวม		9	10

ตารางที่ 3 การประเมินความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อมบริเวณชายหาดบางแสน

อันตราย/ภัยคุกคาม	โอกาสการเกิด	ความรุนแรง	ระดับความเสี่ยง
ปัจจัยทางธรรมชาติ (ต่อ)			
ความร้อน แสงอาทิตย์	1	4	4=ปานกลาง
ฝน พายุ คลื่นซัดฝั่ง	1	5	5=ปานกลาง
ความขุ่นของน้ำทะเลจาก	2	1	1=ต่ำ
ปัจจัยฤดูกาล			
ความขุ่นของน้ำทะเลจาก	4	3	4 =ปานกลาง
ปรากฏการณ์แพลงก์ตอนบลูม			
ปัจจัยด้านมลพิษ			
ขยะทั่วไป	4	2	8=ปานกลาง
น้ำเสีย	2	2	4=ปานกลาง
ควันและกลิ่น	1	3	3=ปานกลาง
ควันบุหรี่	1	4	4=ปานกลาง
สิ่งปฏิกูล	1	2	2=ต่ำ
คราบน้ำมัน	2	3	6=ปานกลาง
แก้วและของมีคม	1	4	4=ปานกลาง
ปัจจัยด้านชีวภาพ			
แพลงก์ตอนและแมงกะพรุน	1	4	4=ปานกลาง
SARS-CoV2	1	5	5=ปานกลาง
ปัจจัยด้านสุขภาพและสังคม			
อุบัติเหตุ	4	1	4=ปานกลาง
ความปลอดภัยและการทะเลาะวิวาท	2	1	2=ต่ำ

สภาพทั่วไปของชายหาดและกิจกรรมบนชายหาดแสดงในภาพประกอบ 1-2



ภาพประกอบ 1 กิจกรรมบนชายหาด



ภาพประกอบ 2 กิจกรรมบนชายหาด

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาสถานการณ์สิ่งแวดล้อมอันตรายอันนำไปสู่สภาพความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อม บริเวณชายหาดบางแสนช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2564 พบว่า สภาพทั่วไปของชายหาด ท้องฟ้าแจ่มใส อุณหภูมิ แสงแดดปกติ ไม่มีพายุเข้า การประเมินสภาพของน้ำทะเลในเดือนกรกฎาคม พบว่า มีความขุ่นกว่าน้ำทะเลในเดือนพฤษภาคมและเดือนมิถุนายน เนื่องจากช่วงเดือนกรกฎาคม มีฝนตกชุก เห็นได้จากข้อมูลปริมาณน้ำฝน วันที่ 20 พฤษภาคม, วันที่ 21 มิถุนายน และ วันที่ 12 กรกฎาคม 2564 ณ จุดตรวจวัดเกาะสีชัง พบว่ามี ปริมาณน้ำฝน 59.1 มม. , 15.10 มม. และ 76.00 มม. ตามลำดับ (ศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ, 2565) สภาพตามธรรมชาติของน้ำทะเลบริเวณหาดบางแสนในฤดูฝน น้ำทะเลค่อนข้างขุ่นกว่าฤดูกาลอื่น ส่วนในฤดูหนาวน้ำทะเลค่อนข้างใส อันเป็นผลมาจากอิทธิพลของปริมาณน้ำท่าไหลที่ลงทะเล สำหรับความขุ่นที่เกิดจากปรากฏการณ์แพลงก์ตอนบลูม น้ำทะเลจะมีลักษณะขุ่น มีกลิ่นคาวและมีสีตามชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่บลูม ซึ่งจะเกิดเป็นระยะเวลาสั้น ๆ

การเกิดปรากฏการณ์แพลงก์ตอนบลูมบริเวณหาดบางแสน ส่วนใหญ่เกิดจากไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Noctiluca scintillans* (ถนอมศักดิ์ บุญภักดี, 2563) เซลล์ลักษณะกลม ภายในเซลล์ มีแพลงก์ตอนพืชสีเขียวชนิด *P. noctilucae* อาศัยรวมอยู่ด้วย (ทิฆัมพร กรรเจียกและคณะ, 2562) เมื่อเกิดปรากฏการณ์แพลงก์ตอนบลูม ทำให้มองเห็นน้ำทะเลมีสีเขียวขุ่น หากเซลล์แตกหรือตายลงจะปลดปล่อยแอมโมเนียออกมา ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ เมื่อซากแพลงก์ตอนเกิดการย่อยสลายจะมีลักษณะเป็นเมือกเหนียวและมีกลิ่นเหม็นคาว ไม่เหมาะต่อการลงเล่นน้ำและกิจกรรมการพักผ่อนหย่อนใจ สำหรับคุณภาพน้ำทะเลของหาดบางแสนในปี 2564 คุณภาพโดยรวมจัดอยู่ในระดับพอใช้ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 ชลบุรี, 2565) และผ่านตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ ตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2564 จึงถือได้ว่าหาดบางแสนสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการว่ายน้ำและนันทนาการ ยกเว้นในบางจุดและบางช่วงเวลาเท่านั้นที่มีค่าสูงเกินกว่า

มาตรฐานฯ กำหนดโดยเฉพาะในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นฤดูน้ำหลาก (อาวุธ หนันามผล และคณะ, 2565)

ผลการประเมินระดับความเสี่ยง จากสิ่งอันตรายหรือภัยคุกคามบริเวณชายหาดมาทั้งจากธรรมชาติและมนุษย์ บริเวณหาดบางแสนได้รับผลกระทบส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่ต้องเฝ้าระวังติดตามตรวจสอบ เนื่องจากหน่วยงานที่ดูแลมีมาตรการควบคุมอยู่อย่างสม่ำเสมอ สำหรับผลการประเมินระดับความเสี่ยงพิจารณาตามปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและสิ่งอันตรายที่มีความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม ตามโอกาสการเกิดและความรุนแรงสรุปได้ดังนี้

ผลกระทบจากปัจจัยทางธรรมชาติของชายหาดมีระดับความเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากสภาพที่ตั้งและภูมิประเทศของชายหาด ซึ่งทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีมาตรการป้องกันพื้นที่ชายฝั่งจะมีการสร้างเขื่อนกันคลื่นและถมขยายพื้นที่ชายหาดเพิ่มเติม ซึ่งปัจจัยทางธรรมชาติเป็นปัจจัยที่พบในชายหาดทั่วไป ความรุนแรงและความเสี่ยงแตกต่างกันไปตามที่ตั้งและสภาพแวดล้อม ดังเห็นได้จากการศึกษาของ Lozoya และคณะ (2011) ซึ่งทำการศึกษปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อระบบบริเวณชายฝั่งในแถบชายฝั่งยุโรปและชายหาด S'Abanell ของสเปน พบว่า ปัจจัยที่ทำให้มีระดับความเสี่ยงสูงจะเกิดจากภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม พายุที่ทำให้ดินพังทลาย มากกว่าปัจจัยที่มาจากการใช้ประโยชน์ของมนุษย์และภาวะมลพิษ เนื่องจากสภาพของชายหาดในแถบลดังกล่าวมีลักษณะแตกต่างกัน สำหรับแนวทางการจัดการชายฝั่งแถบยุโรปมีนโยบาย และแนวทางการจัดการด้านระบบนิเวศเป็นสำคัญ โดยเน้นความสัมพันธ์ของสังคมมนุษย์ที่มีต่อระบบนิเวศ เพื่อการจัดการอย่างยั่งยืนของชายฝั่ง (Sardá, et al., 2015) ปัจจัยทางธรรมชาติที่มาจากคลื่น นับเป็นภัยคุกคามที่มีความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมสามารถสร้างความเสียหายต่อชายหาด เช่น เหตุการณ์พังทลายของดินบริเวณชายหาด Bamburi ประเทศเคนยา ซึ่งเกิดจากคลื่นที่มีความแรงกัดเซาะทำลายชายหาดเป็นวงกว้าง (Mwakumanya et al., 2009)

ปัจจัยด้านมลพิษในภาพรวมส่วนใหญ่มีความเสี่ยงปานกลาง ในระดับที่ควบคุมได้ ไม่ว่าจะเป็นขยะที่พบ เนื่องจากมีกิจกรรมบนชายหาดและการขีดเข้าฝั่งของน้ำทะเล นำมาขยะมาชายฝั่งมากขึ้น เนื่องจากเทศบาลเมืองแสนสุขมีมาตรการการเก็บกวาดชายหาดทุกวัน และร้านค้าต้องมีส่วนร่วมในการรักษาความสะอาดในบริเวณชายหาดอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งทางเทศบาลมีโครงการรณรงค์ลดการใช้โฟมในชายหาดบางแสน ตั้งแต่ พ.ศ. 2555 เป็นต้นมา จึงพบขยะตกค้างน้อย ในการจัดระดับความเสี่ยงนั้นนอกจากจะขึ้นกับสิ่งอันตรายแล้ว ยังขึ้นกับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ (Short & Weir, 2018) เมื่อมีการเปิดชายหาดบางแสน ทำให้มีประชาชนเข้ามาพักผ่อนและใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้น ทำให้พบสิ่งอันตรายเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะสิ่งอันตรายที่เป็นปัจจัยด้านมลพิษ ซึ่งมาตรการควบคุมต่าง ๆ ที่หน่วยงานภาครัฐนำมาใช้ส่งผลให้ความเสี่ยงจากปัจจัยด้านมลพิษอยู่ในระดับควบคุมได้

ปัจจัยด้านชีวภาพ อันตรายหรือภัยคุกคามจากแพลงก์ตอน มีความเสี่ยงระดับปานกลาง เนื่องจากแพลงก์ตอนที่พบในปรากฏการณ์แพลงก์ตอนบลูม บริเวณหาดบางแสน เป็นแพลงก์ตอนพืช

สกุล *Noctiluca scintillans* ซึ่งไม่สร้างสารพิษ หากสัมผัสโดยตรงอาจทำให้มีอาการแพ้ ระคายเคือง และคัน นอกจากนี้ยังทำให้น้ำทะเลมองเห็นเป็นสีเขียวขุ่นและมีกลิ่นคาว (อาวูร หมั่นหาผล และคณะ, 2565) จึงไม่เหมาะสมต่อการลงเล่นน้ำหรือการทำกิจกรรมชายหาด โอกาสในการเกิดปรากฏการณ์แพลงก์ตอนบลูม ส่วนใหญ่จะพบในฤดูฝน โดยเฉพาะหลังเกิดพายุหรือฝนตกหนัก จากข้อมูลสถานการณ์การเกิดปรากฏการณ์แพลงก์ตอนบลูม ของสำนักงานทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ 2 (ชลบุรี) พบว่า ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 เกิดปรากฏการณ์แพลงก์ตอนบลูมในพื้นที่เกาะขามใหญ่ เกาะสีชัง ศรีราชาและหาดบางแสน จำนวน 16 ครั้ง ซึ่งเป็นผลกระทบมาจากการรองรับสารอินทรีย์และของเสียต่าง ๆ ที่ไหลมาจากปากแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่ง (สำนักงานทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ 2, ม.ป.ป.) นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากการการฟุ้งกระจายของตะกอนจากท้องน้ำกลับสู่ผิวน้ำ (resuspension) ทำให้สารอินทรีย์บนพื้นท้องทะเลฟุ้งกระจายขึ้นมาเป็นการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์และธาตุอาหารในน้ำอีกทางหนึ่ง (ถนนศักดิ์ บุญภักดี, 2563; มินตรา มารบุญ และคณะ, 2556) ประกอบกับในฤดูฝนอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ กระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบนจะมีทิศทางการไหลแบบตามเข็มนาฬิกา ทำให้แพลงก์ตอนที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วอยู่กลางทะเลเคลื่อนตัวเข้ามายังชายฝั่งด้านตะวันออก โดยเฉพาะบริเวณหาดบางแสน (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2566) สำหรับปัจจัยทางชีวภาพ อันตรายหรือภัยคุกคามจากแมงกะพรุน มีความเสี่ยงระดับปานกลาง เนื่องจากแมงกะพรุนที่พบบริเวณหาดบางแสน ส่วนใหญ่เป็นแมงกะพรุนหนัง ซึ่งมีพิษไม่ร้ายแรง เมื่อสัมผัสกับแมงกะพรุน จะเกิดอาการระคายเคือง คัน เป็นผื่นแดง แสบร้อน การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุน บริเวณหาดบางแสน จะพบมากในเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคม (สุริยา โปร่งน้ำใจ, 2562) ซึ่งเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนสิงหาคม 2564 อยู่ในช่วงการปิดหาด จึงมีจำนวนนักท่องเที่ยวน้อยลงและลดกิจกรรมทางน้ำ ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ทำให้โอกาสสัมผัสแมงกะพรุนลดลง ตลอดแนวชายหาดยังมีการจัดตั้งเสาน้ำส้มสายชูเป็นระยะ เพื่อใช้ปฐมพยาบาลกรณีนักท่องเที่ยวถูกแมงกะพรุนต่อย นอกจากนี้ยังมีหน่วยปฐมพยาบาล ณ ศูนย์บริการนักท่องเที่ยวชายหาด คอยให้การดูแลปฐมพยาบาลเบื้องต้น หากผู้บาดเจ็บมีอาการรุนแรงจะนำส่งไปรักษาที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยบูรพาต่อไป

ปัจจัยด้านความเสี่ยงต่อการเกิดโรคโควิด-19 จากเชื้อ SARS-CoV2 มีโอกาสเกิดขึ้นน้อย มีระดับความเสี่ยงอยู่ปานกลาง กิจกรรมที่มีความเสี่ยงเช่นการออกกำลังกายเป็นกลุ่ม การเล่นน้ำ การนั่งรับประทานอาหารบริเวณชายหาด การซื้อของ และกิจกรรมอื่น ๆ โดยมีมาตรการการคัดกรองวัดอุณหภูมิและมีเจลล์แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อไว้บริการ มาตรการการรักษาระยะห่างในการรับประทานอาหารแต่ละกลุ่ม ทำให้ลดความเสี่ยงของการแพร่กระจายได้ระดับหนึ่ง แต่เมื่อประชาชนยังมีกิจกรรมบริเวณริมชายหาดก็ยังเป็นสาเหตุในการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้

ปัจจัยด้านสุขภาพและสังคมมีระดับความเสี่ยงต่ำถึงปานกลาง ในเรื่องอุบัติเหตุที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ เป็นอุบัติเหตุเล็กน้อย เช่น หกล้ม ลื่น ไม่พบอุบัติเหตุรุนแรงในช่วงเวลาการสำรวจ

สำหรับการทะเลาะวิวาทและอาจนำไปสู่ภัยทางสังคมพบในระดับต่ำ โดยเทศบาลมีมาตรการด้านความปลอดภัยหลายประการ พร้อมทั้งประชาสัมพันธ์หมายเลขโทรศัพท์เพื่อแจ้งเหตุ เช่น ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว โทร.038-381278 ศูนย์เทคนิค โทร.038-386386 งานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย โทร.038-381061 มีกล้องวงจรปิดตลอดแนวหาดมีสถานีตำรวจบริเวณใกล้เคียงและมีสายตรวจเป็นระยะ เป็นต้น อย่างไรก็ตามในช่วงเวลาที่สำรวจบางวันพบเศษแก้วของมีคมเล็กน้อย ซึ่งอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุหรือบาดเจ็บได้ อันมีผลต่อสุขภาพและความปลอดภัยจึงจัดเป็นระดับความเสี่ยงในระดับปานกลาง ทั้งนี้ทางเทศบาลมีการเก็บกวาดขยะบริเวณชายหาดเป็นประจำทุกวันในช่วงเวลาเช้าและกำหนดให้ร้านค้าต้องมีส่วนร่วมในการรักษาความสะอาดบริเวณชายหาด

สรุปผลการวิจัย สำหรับภัยคุกคามของหาดบางแสนมาทั้งจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ ในช่วงสถานการณ์โควิด-19 มีนักท่องเที่ยวและกิจกรรมน้อยลง จากการประเมินความเสี่ยง พบว่าภัยคุกคามหรืออันตราย บางประเด็นมีความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำที่ยอมรับความเสี่ยงได้ และพบภัยคุกคามหรืออันตรายที่มีความเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลาง ต้องเฝ้าติดตามและคงมาตรการที่มีอยู่ให้ดำเนินการต่อไป ช่วงปลายเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 มีมาตรการปิดหาดตามคำสั่งของคณะกรรมการโรคติดต่อจังหวัดชลบุรี ทำให้หาดบางแสนมีความเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลาง โดยช่วงก่อนปิดหาดหมายถึง ช่วงเวลาก่อนสถานการณ์โควิดระบาด หาดบางแสนมีการเปิดให้บริการเป็นปกติ ระยะเวลาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 ช่วงปิดหาดหมายถึง หาดบางแสนมีการปิดหาดห้ามใช้พื้นที่บริเวณหาด ระยะเวลาตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 หลังจากนั้นใช้มาตรการผ่อนปรนจนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 ในระหว่างช่วงเวลาดังกล่าว ภาครัฐได้มีการประกาศยกเลิกมาตรการผ่อนปรนเป็นระยะตามสถานการณ์ของประเทศ เมื่อเปิดหาดให้นักท่องเที่ยวเข้ามาใช้พื้นที่ชายหาดได้ ทางเทศบาลเมืองแสนสุขดำเนินการ ภายใต้อามาตรการผ่อนปรนและการปฏิบัติตามหลัก Bangsaen New normal อย่างเคร่งครัด เพื่อลดความเสี่ยงและป้องกันการแพร่ระบาดของโรค ทำให้สภาพความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อมอยู่ในสภาวะที่ควบคุมได้ ภายหลังจากสถานการณ์โรคโควิด-19 คลี่คลาย พบว่า มีจำนวนนักท่องเที่ยวในปี พ.ศ. 2564 ประมาณ 710,143 คน ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ. 2563 ที่มีจำนวน 1,407,077 คน คิดเป็นลดลงร้อยละ 49.53 (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2565) มาตรการที่เทศบาลเมืองแสนสุขได้นำมาดำเนินการ ได้แก่ มาตรการสำหรับผู้ประกอบการ แบ่งเป็น มาตรการสำหรับผู้ประกอบการทั่วไป ซึ่งผู้ประกอบการทุกรายจะต้องปฏิบัติ และมาตรการเฉพาะ สำหรับผู้ประกอบการ รวมทั้งมีหน่วยเทคนิคที่ติดตามควบคุมมาตรการต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอทำให้หาดบางแสนในช่วงสถานการณ์โควิด-19 มีความปลอดภัยสำหรับนักท่องเที่ยวทั่วไป

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2563). *สถิติการท่องเที่ยวบางแสน ปี 2562*. สืบค้น 24 ธันวาคม 2563. จาก www.mots.go.th.
- กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2565). *สถิติการท่องเที่ยวบางแสน ปี 2562*. สืบค้น 3 มกราคม 2565. จาก www.mots.go.th.
- กองเศรษฐกิจการท่องเที่ยวและกีฬา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (ม.ป.ป.). *รายงานศึกษาขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจการท่องเที่ยวทางทะเลและชายหาด Sea Sun Sand (Sea Sun Sand Tourism Economics Competitiveness)*. สืบค้น 20 กุมภาพันธ์ 2564. จาก https://secretary.mots.go.th/ewtadmin/ewt/policy/download/article/article_20190625145933.pdf.
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2566). *น้ำทะเลเปลี่ยนสี. คลังความรู้ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง*. สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2566. จาก https://km.dmcr.go.th/c_261/d_19700.
- จังหวัดชลบุรี. (2564). *ประกาศคำสั่งจังหวัดชลบุรี (COVID-19)*. สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2564. จาก http://www.chonburi.go.th/website/app_form/cate8.
- ณัฐกิตติ์ โตอ่อน. (2562). ผลกระทบของกิจกรรมมนุษย์ต่อสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บริเวณชายหาดบางแสน และหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*, 11(21), 86-99.
- เทศบาลเมืองแสนสุข. (2565). *ข้อมูลพื้นฐานเทศบาลเมืองแสนสุข. อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี*. ทิฆัมพร กรรเจียก, สุพัตรา ตะเหลบ และวันชัย วงสุตาวรรณ. (2562). การตรวจติดตามคุณภาพน้ำทะเลชายหาดบางแสน กรณีศึกษา:ปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีชมพู. *แก่นเกษตร*, 47(ฉบับพิเศษ1), 1175-1180.
- ถนนศักดิ์ บุญภักดี. (2563). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การเฝ้าระวังและบ่งชี้สาเหตุการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี (Red tide) บริเวณชายหาดบางแสน-วอนนภา ชลบุรี*. สืบค้น 1 มีนาคม 2564. จาก <http://dspace.lib.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/3951>
- ทรศิน ปณิธานะรักษ์, รติมา ครัววรรณเจริญ, สุเมตต์ ปุจฉาการ, สุชา มั่นคงสมบูรณ์, สุพล ฉลาดคิด, สุพัตรา ตะเหลบ, จิตรา ตีระเมธี และพัชรี ทองอำไพ. (2565). *การทบทวนข้อมูลทรัพยากรทางชีวภาพในระบบนิเวศชายฝั่งและชายหาดบริเวณหาดบางแสน-วอนนภา จังหวัดชลบุรี. Science, Technology, and Social Sciences Procedia*, 2022; 2022(4): rspg070. สืบค้น 20 ธันวาคม 2565. จาก <https://wjst.wu.ac.th/index.php/stssp>.

- เผชิญโชค จินตเสรีณี และอนุกุล บุณยประทีปรัตน์. (2560). การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของขนาดอนุภาคดินตะกอน บริเวณชายหาดบางแสนปี 2557. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 22 (2), 135-144.
- มินตรา มารบุญ, เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, นิศรา ถาวรสโรตร์ และจารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2556). *การแพร่กระจายของธาตุอาหารในอ่าวไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- วิภูษิต มั่นชนะจิตร และมนัสวงษ์ ฮวดไฉ. (2543). สังคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บนหาดทรายของหาดบางแสนและ หาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี. *วารสารการประมง*, 53(3), 248-260.
- ศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน. (2564). *การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนและคาดการณ์ปริมาณน้ำหลาก*. สืบค้น 15 มกราคม 2565. จาก <https://swocrf.rid.go.th>.
- สุรียา โปร่งน้ำใจ. (2562). การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษในเขตชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี : อาการทางคลินิกและมาตรการป้องกัน. *วารสารสาธารณสุข มหาวิทยาลัยบูรพา*, 14(1), 142-151.
- สำนักงานทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ 2 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). *รายงานสถานการณ์ด้านทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง และการกีดเซาะชายฝั่ง ประจำปี พ.ศ. 2564 จังหวัดชลบุรี*.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13. (2565). กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมภาคตะวันออก ปี 2564. ชลบุรี.
- สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2556). คู่มือการทำกิจกรรมเรียนรู้ระบบนิเวศทางทะเลและชายฝั่ง : ระบบนิเวศหาดทรายเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี. เอกสารเผยแพร่สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเล และชายฝั่ง ฉบับที่ 64. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร.
- โอณทัย กิมเสาร์ และพงศ์ศักดิ์ เหล่าดี. (2558). ผลกระทบจากการท่องเที่ยวต่อคุณภาพน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งตำบลเกาะเต่า อำเภอเกาะพะงัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารวิจัย มสธ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 8(3), 1-18.
- อาวุธ หมั่นหาผล, สุพัตรา ตะเหลบ, วันชัย วงสุตาวรรณ และ ฉลวย มุสิกะ. (2565). ลักษณะของคุณภาพน้ำทะเลกับปริมาณแพลงก์ตอนพืช ในช่วงการเกิดปรากฏการณ์น้ำ ทะเลเปลี่ยนสีบริเวณชายหาดบางแสน ในปี พ.ศ. 2564. *KHON KAEN AGRICULTURE JOURNAL SUPPL*, 1, 323-329.
- อิสระพงษ์ พลธานี, อุมาพร บุญเพชรแก้ว, จิตติวัลค์ ช่อมะลิ, ณัฐณา มุลคร, สุดารัตน์ คณิตอิทธิวัฒน์, ศศิพร กลั่นบุศย์ และอาทิตย์ ประเสริฐนอก. (2565). การศึกษาผลกระทบจากการท่องเที่ยวทางทะเล ตามองค์ประกอบของการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนในพื้นที่เกาะล้าน อำเภอ บางละมุง

- จังหวัดชลบุรี. *ศิลปะศาสตร์ปริทัศน์*, 16(2), 98-110.
- Poushali, C., Dasgupta, R. & Paul, A.K. (2022). Beach beauty in Bengal: Perception of scenery and its implications for coastal management in Purba Medinipur district, eastern India. *Marine Policy*, 139, 105034.
doi : <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105034>.
- Lozoya, J.P., Sarda, R., & Jiménez, J.A. (2011). A methodological framework for multi-hazard risk assessment in beaches. *Environmental science & policy*, 14(6), 685-696.
- Mwakumanya, A.M., Munyao, T.M., & Ucakuwun, E.K. (2009). Beach width analyses in beach erosion hazard assessment and management at Bamburi beach, Mombasa, Kenya. *Journal of Geography and Regional Planning*, 2(12), 299.
- Sardá, R., Valls, J.F., Pintó, J., Ariza, E., Lozoya, J.P., Fraguell, R.M., ... & Jimenez, J.A. (2015). Towards a new integrated beach management system: the ecosystem-based management system for beaches. *Ocean & Coastal Management*, 118, 167-177.
- Short, A., & Weir, A. (2018). Beach types, hazards and risk assessment. In *The science of beach lifeguarding* (pp. 53-65). CRC Press.
- World Health Organization. (2012). Rapid risk assessment of acute public health events (No. WHO/HSE/GAR/ARO/2012.1). World Health Organization.

การจัดสรรทรัพยากรแบบการบวกและแบบการคูณออกจากภาพ
โดยใช้วิธีการสปริทเบรกแมน
Image denoising for removing additive and multiplicative noise using
split Bregman method

ศิริวรรณ จันทร์แก่น¹ และ โสภิตา สุขญาณกิจ^{2*}
Siriwan Chankan¹, and Sopida Sukyankij^{2*}

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

¹Faculty of Science and Technology, Kanchanaburi Rajabhat University

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

² Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University

Email: sopida.jew@aru.ac.th

Received : October 9, 2023

Revised : April 5, 2024

Accepted : April 19, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยนำเสนอวิธีการสปริทเบรกแมนสำหรับกำจัดสัญญาณรบกวนแบบการบวกและแบบการคูณออกจากภาพที่มีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูง วิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการหาค่าต่ำที่สุดของฟังก์ชันนัลซึ่งถูกเขียนในรูปอินทิกรัลของฟังก์ชันและอนุพันธ์ของฟังก์ชัน จึงทำให้การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ โดยวิธีการนี้สามารถทำได้โดยการแก้สมการเชิงอนุพันธ์ที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบความแม่นยำระหว่างวิธีการเชิงตัวเลขที่ได้นำเสนอและวิธีการกรองภาพ ผลการทดลองเชิงตัวเลขกับภาพสังเคราะห์และภาพจริง พบว่า ขั้นตอนวิธีการเชิงตัวเลขที่ผู้วิจัยได้นำเสนอสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำกว่าวิธีการกรองภาพซึ่งเป็นวิธีพื้นฐานในการซ่อมแซมภาพ

คำสำคัญ: การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ ตัวแบบเชิงการแปรผัน วิธีการสปริทเบรกแมน
วิธีการไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์

ABSTRACT

This research presents a novel Split Bregman method for removing both additive and multiplicative noise from images with high efficiency and accuracy. The method involves finding the minimum of a functional, which is written in terms of integrals of functions and their derivatives. This formulation allows noise removal by solving the associated differential equations. The researchers compared the accuracy of their proposed numerical method with conventional image filtering techniques. Experimental results on synthetic and real images demonstrated that the proposed method outperforms standard filtering techniques in terms of noise removal effectiveness and detail preservation.

Keywords: Image Denoising, Variational Model, Split Bregman Method, Finite Difference Method

บทนำ

โดยทั่วไปภาพถ่ายมักถูกเจือปนด้วยสัญญาณรบกวนจากกระบวนการรับและส่งสัญญาณภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลบนภาพที่มีความคมชัดสูงขึ้นและสามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้อย่างสะดวกและแม่นยำ กระบวนการสร้างภาพที่คมชัดจากภาพที่มีสัญญาณรบกวน จึงเป็นขั้นตอนสำคัญในการประยุกต์หลายด้าน กระบวนการดังกล่าวเรียกว่าการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพหรือการซ่อมแซมภาพ การประยุกต์ซึ่งต้องการกระบวนการซ่อมแซมภาพ ได้แก่ การประยุกต์ทางด้านศิลปศาสตร์ ธรณีฟิสิกส์ อาชีววิทยา และศาสตร์แขนงอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้และสร้างภาพถ่าย

สัญญาณรบกวนที่พบในภาพถ่ายโดยทั่วไปมี 2 แบบคือ สัญญาณรบกวนแบบการบวก (Additive Noise) และสัญญาณรบกวนแบบการคูณ (Multiplicative Noise) หรือ สเปกเคิล (Speckle) การกำจัดสัญญาณรบกวนแบบการคูณออกจากภาพถ่าย ค่อนข้างยากกว่าการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบการบวก เนื่องจากการคูณระหว่างสัญญาณรบกวน และภาพต้นฉบับทำให้มีความถี่สูง รวมทั้งการแจกแจงของสัญญาณรบกวนชนิดนี้ไม่เป็นแบบเกาส์เซียน โดยทั่วไปการแจกแจงของสัญญาณรบกวนชนิดนี้เป็นการแจกแจงแบบแกมมา (Gamma) หรือแบบเรย์ลี (Rayleigh) เมื่อไม่นานมานี้ ในงานวิจัยของ Hirakawa และ Park (Hirakawa และ Park, 2006) และคณะวิจัยของ Lukin (Lukin et al., 2010) ได้แสดงให้เห็นว่าภาพไม่จำเป็นต้องถูกเจือปนด้วยสัญญาณรบกวน

แบบการบวกหรือแบบการคูณเพียงแบบเดียวเท่านั้น ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าภาพถูกเจือปนด้วยสัญญาณรบกวนแบบผสม ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณรบกวนแบบการบวกและสัญญาณรบกวนแบบการคูณ

การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพสามารถทำได้หลากหลายวิธี วิธีการหนึ่งที่ยั่งยืนและสามารถปรับปรุงภาพได้ดีที่มักถูกเลือกใช้ ได้แก่ วิธีการกรองภาพ (Image Filtering) (Zhu and Huang, 2012; Chandel and Gupta, 2013; Desai et al., 2020) ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถกำจัดสัญญาณรบกวน โดยรักษาการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่คมชัดและมีประสิทธิภาพในภาพดิจิทัลโดยไม่ทำให้เกิดการเบลอและการทำลายขอบของวัตถุภายในภาพ และวิธีการอีกหนึ่งวิธีที่ได้รับการยอมรับและถูกใช้อย่างแพร่หลาย คือวิธีการเชิงการแปรผัน (Variational Method) (Rudin et al., 1992; Jin and Yang, 2010; Sagheer and George, 2020) ซึ่งได้ใช้ตัวแบบการสร้างภาพมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อไม่นานมานี้ Goldstein และ Osher (Goldstein and Osher., 2009) ได้คิดค้นเทคนิคการทำซ้ำแบบสลับที่เรียกว่า วิธีการสปริตเบรกแมน (Split Bregman (SB) Method) เพื่อแก้ปัญหาเชิงการแปรผันสำหรับกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ ซึ่งข้อดีของวิธีการนี้คือมีประสิทธิภาพสูงและลู่เข้าสู่คำตอบอย่างรวดเร็ว

วิธีการกรองภาพ (Chandel and Gupta., 2013) เป็นวิธีการปรับปรุงภาพโดยการนำภาพไปผ่านตัวกรองสัญญาณ เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณสมบัติตามต้องการ การกรองสัญญาณรบกวนชนิดตัวกรองมัธยฐาน (Median Filter) เป็นเทคนิคการกรองที่ไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งมักใช้ในการประมวลผลภาพและเป็นที่รู้จักในการรักษาการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่คมชัด และมีประสิทธิภาพในภาพดิจิทัลโดยไม่ทำให้เกิดการเบลอและการทำลายขอบที่เกี่ยวข้อง ซึ่งโปรแกรมสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์หลาย ๆ โปรแกรม ได้มีการเขียนคำสั่งรองรับสำหรับใช้งานการกรองสัญญาณดังกล่าวมากมาย

แนวคิดสำคัญสำหรับการกำจัดสัญญาณรบกวนโดยวิธีการเชิงการแปรผัน เริ่มต้นจากการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับภาพถ่ายดิจิทัล ซึ่งพิจารณาภาพเชิงสเกลาร์แบบสองมิติเป็นฟังก์ชัน I ที่นิยามบนโดเมนภาพ (Image Domain) รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า $\Omega \subset \mathbb{R}^2$ และเรนจ์ของภาพ $V \subset \mathbb{R} \cup \{0\}$ เพื่อระบุว่า I เป็นภาพที่มีความเข้มภาพ (Image Intensity) อยู่ในอัตราส่วนความเข้มภาพในโทนสีเทา (Grayscale) นั่นคือ ภาพ I เกี่ยวข้องกับแต่ละสมาชิก $x \in \Omega$ และค่าความเข้มโทนสีเทา $I(x) \in V$ เพื่ออำนวยความสะดวกทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้ เราสามารถสมมติได้โดยไม่เสียหลักการสำคัญว่า $\Omega = [1, M] \times [1, N] \subset \mathbb{R}^2$ และ $V = [0, 255]$ สำหรับภาพที่มีความเข้มแบบสีเทาสองมิติ เมื่อ M และ N เป็นจำนวนเต็มบวก

งานวิจัยจำนวนมากใช้ตัวแบบการสร้างภาพ (Image Formation Model) ด้วยสัญญาณรบกวนแบบการบวกซึ่งถูกพบในกระบวนการบันทึกสัญญาณภาพด้วยเครื่องมือดิจิทัล เป้าหมายในการกำจัดสัญญาณรบกวนจากออกจากภาพ ซึ่งเจือปนด้วยสัญญาณรบกวนแบบการบวก (ไม่ทราบ) η คือการกู้คืนสภาพหรือซ่อมแซมภาพต้นฉบับ (ไม่ทราบ) u จากภาพที่มีสัญญาณรบกวน (ทราบ) z โดยตัวแบบสัญญาณรบกวนแบบการบวกเขียนได้เป็น

$$z = u + \eta \quad (1)$$

โดยทั่วไป η แทนสัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียนซึ่งมีค่าเฉลี่ยศูนย์

ในทางปฏิบัติภาพถ่ายคลื่นเสียงความถี่สูง ภาพเลเซอร์ และภาพจากระบบเรดาร์ เป็นภาพที่ได้จากระบบการสร้างภาพแบบโคฮีเลนต์ (Coherent Imaging System) ซึ่งภาพต้นฉบับที่ได้จากระบบการสร้างภาพดังกล่าวมักถูกเจือปนด้วยสัญญาณรบกวนแบบการคูณ หรือ สเปกเคิล η โดยตัวแบบสัญญาณรบกวนแบบการคูณกำหนดโดย

$$z = u\eta \quad (2)$$

ในที่นี้เราสามารถสมมติได้โดยไม่เสียหลักการสำคัญว่า $u, \eta > 0$ เนื่องจากการคูณระหว่างสัญญาณรบกวนและภาพต้นฉบับทำให้มีความถี่สูง ส่งผลให้การกำจัดสัญญาณรบกวนชนิดนี้ออกจากภาพค่อนข้างยากกว่าการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบการบวก

ในงานวิจัยของ Hirakawa และ Park (Hirakawa and Park., 2006) และคณะวิจัยของ Lukin (Lukin et al., 2010) ได้แสดงให้เห็นว่า ภาพไม่จำเป็นต้องถูกเจือปนด้วยสัญญาณรบกวนแบบบวกหรือแบบการคูณเพียงแบบเดียวเท่านั้น ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าภาพถูกเจือปนด้วยสัญญาณรบกวนแบบผสมซึ่งประกอบด้วยสัญญาณรบกวนแบบการบวกและสัญญาณรบกวนแบบการคูณ โดยตัวแบบดังกล่าวสามารถเขียนได้เป็น

$$z = u + k_0\eta + k_1u\zeta \quad (3)$$

โดยที่ k_0 และ k_1 เป็นค่าคงตัว η และ ζ แทนส่วนประกอบของสัญญาณรบกวนแบบการบวกและแบบการคูณตามลำดับ

แนวทางในการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพที่ถูกเจือปน ด้วยสัญญาณรบกวนแบบผสมทั้งสัญญาณรบกวนแบบการบวกและแบบการคูณสำหรับตัวแบบ (3) สามารถทำได้โดยกำจัดสัญญาณรบกวนแบบการบวก แล้วตามด้วยการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบการคูณ หรือในทางกลับกัน เห็นได้ว่าการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยวิธีการดังกล่าวเป็นการใช้วิธีการแบบสองขั้นตอน ซึ่งต้องใช้ทรัพยากรในการคำนวณค่อนข้างสูง เพื่อลดการใช้ทรัพยากรในการคำนวณคณะวิจัยของ Chumchob (Chumchob et al., 2013) จึงได้นำเสนอตัวแบบเชิงการแปรผันสำหรับกำจัดสัญญาณรบกวนแบบผสม ในขั้นตอนเดียวที่สามารถกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพได้เป็นอย่างดี และให้ความคมชัดของเส้นที่ปรากฏในภาพสูง ดังนี้

$$\arg \min_{u \in BV(\Omega)} \left\{ J_{\alpha_1, \alpha_2}(u) = \int_{\Omega} |\nabla u| d\Omega + \frac{\alpha_1}{2} \int_{\Omega} (u - z)^2 d\Omega + \alpha_2 \int_{\Omega} (u + ze^{-u}) d\Omega \right\} \quad (4)$$

เมื่อ $BV(\Omega)$ แทนปริภูมิการแปรผันแบบมีขอบเขต $\int_{\Omega} |\nabla u| d\Omega$ เป็นเร็กกิวลาร์ไรซ์เซชันแบบการแปรผันรวม $\frac{1}{2} \int_{\Omega} (u - z)^2 d\Omega$ และ $\int_{\Omega} (u + ze^{-u}) d\Omega$ เป็นเทอมวัดความเหมาะสมของข้อมูลระหว่าง

ภาพที่กำลังถูกซ่อมแซม u กับภาพที่มีสัญญาณรบกวน z และ $\alpha_1, \alpha_2 > 0$ แทนพารามิเตอร์เร็กกิวลาร์ไรซ์เซชันที่ใช้ปรับสมดุล ระหว่างเทอมวัดความเหมาะสมของข้อมูลจากสัญญาณรบกวนแบบการบวกในเทอมที่ 2 และแบบการคูณในเทอมที่ 3 ตามลำดับ

Goldstein และ Osher (Goldstein and Osher., 2009) ได้คิดค้นเทคนิคการทำซ้ำแบบสลับที่เรียกว่า วิธีการ SB เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเชิงการแปรผัน สำหรับกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ ซึ่งข้อดีของวิธีการนี้คือมีประสิทธิภาพสูงและลู่เข้าสู่คำตอบอย่างรวดเร็ว ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอวิธีการ SB เพื่อใช้สำหรับการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ ซึ่งถูกเจือปนด้วยสัญญาณรบกวนแบบการบวกและแบบการคูณสำหรับตัวแบบ (4)

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานว่า ภาพถูกเจือปนด้วยการผสมของสัญญาณรบกวนแบบการบวกและแบบการคูณ และนำเสนอวิธีการ SB ที่มีประสิทธิภาพและแม่นยำในการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบความแม่นยำของการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพระหว่างวิธีการ SB และวิธีการกรองภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อนำเสนอวิธีการเชิงตัวเลขสำหรับกำจัดสัญญาณรบกวนแบบการบวกและการคูณที่มีประสิทธิภาพและแม่นยำ
2. เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ ระหว่างวิธีการเชิงตัวเลขที่ได้นำเสนอและวิธีการกรองภาพ

วิธีดำเนินงานวิจัย

ในหัวข้อนี้จะนำเสนอวิธีการเชิงตัวเลขแบบใหม่สำหรับการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ ซึ่งถูกเจือปนด้วยสัญญาณรบกวนแบบการบวกและแบบการคูณสำหรับตัวแบบ (4) วิธีการที่ผู้วิจัยได้นำเสนอคือวิธีการ SB ซึ่งเป็นวิธีการที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูง

1. การดิสครีไทซ์เซชันแบบไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์

การดำเนินการสำหรับดิสครีไทซ์แบบไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ของอนุพันธ์อันดับหนึ่งและสอง เขียนแทนด้วย $\partial_x^+, \partial_x^-, \partial_y^+, \partial_y^-, \partial_x^+ \partial_x^-, \partial_x^- \partial_x^-, \partial_y^+ \partial_y^-, \partial_y^- \partial_y^-, \partial_x^+ \partial_y^-, \partial_x^- \partial_y^-$ และ $\partial_y^+ \partial_x^-, \partial_y^- \partial_x^-$ ตามลำดับ สังเกตว่า ผู้วิจัยประยุกต์ใช้เงื่อนไขค่าขอบแบบคาบในการดิสครีไทซ์ ซึ่งมักพบบ่อยครั้งในการแก้ปัญหาการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ เนื่องจากสามารถรักษาความคมชัดของภาพ และช่วยให้สามารถคำนวณตัวเลขได้อย่างรวดเร็ว

กำหนดให้โดเมนแบบดิสครีไทซ์แทนด้วย

$$\Omega_h = \{(x, y) \in \Omega \mid (x, y) = (x_i, y_j), x_i = i, y_j = j, i = 1, 2, \dots, M, j = 1, 2, \dots, N\}$$

เพื่อความสะดวกสำหรับแต่ละจุดกริด $(x_i, y_j) \in \Omega_h$ เราจะเขียนแทนด้วย (i, j) โดยที่พิกัด x และ y จะวางแนวตามคอลัมน์และแถว ตามลำดับ ดังนั้นการประมาณค่าแบบไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ของอนุพันธ์ย่อยอันดับหนึ่งของ u ที่แต่ละจุดกริด (i, j) สามารถกำหนดโดย

$$\begin{aligned} \partial_x^+(u)_{i,j} &= \begin{cases} (u)_{i,j+1} - (u)_{i,j}, & 1 \leq i \leq M, 1 \leq j < N \\ (u)_{i,1} - (u)_{i,j}, & 1 \leq i \leq M, j = N \end{cases} \\ \partial_y^+(u)_{i,j} &= \begin{cases} (u)_{i+1,j} - (u)_{i,j}, & 1 \leq i < M, 1 \leq j \leq N \\ (u)_{1,j} - (u)_{i,j}, & i = M, 1 \leq j \leq N \end{cases} \\ \partial_x^-(u)_{i,j} &= \begin{cases} (u)_{i,j} - (u)_{i,j-1}, & 1 \leq i \leq M, 1 < j \leq N \\ (u)_{i,j} - (u)_{i,N}, & 1 \leq i \leq M, j = 1 \end{cases} \\ \partial_y^-(u)_{i,j} &= \begin{cases} (u)_{i,j} - (u)_{i-1,j}, & 1 < i \leq M, 1 \leq j \leq N \\ (u)_{i,j} - (u)_{M,j}, & i = 1, 1 \leq j \leq N \end{cases} \end{aligned}$$

การประมาณค่าแบบไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ของอนุพันธ์ย่อยอันดับสองของ u ที่แต่ละจุดกริด (i, j) สามารถกำหนดโดย

$$\partial_x^+ \partial_x^-(u)_{i,j} = \partial_x^- \partial_x^+(u)_{i,j} = \begin{cases} (u)_{i,N} - 2(u)_{i,j} + (u)_{i,j+1}, & 1 \leq i \leq M, j = 1 \\ (u)_{i,j-1} - 2(u)_{i,j} + (u)_{i,j+1}, & 1 \leq i \leq M, 1 < j < N \\ (u)_{i,j-1} - 2(u)_{i,j} + (u)_{i,1}, & 1 \leq i \leq M, j = N \end{cases}$$

$$\partial_y^+ \partial_y^- (u)_{i,j} = \partial_y^- \partial_y^+ (u)_{i,j} = \begin{cases} (u)_{M,j} - 2(u)_{i,j} + (u)_{i+1,j}, & i=1, 1 \leq j \leq N \\ (u)_{i-1,j} - 2(u)_{i,j} + (u)_{i+1,j}, & 1 < i < M, 1 \leq j \leq N \\ (u)_{i-1,j} - 2(u)_{i,j} + (u)_{1,j}, & i=M, 1 \leq j \leq N \end{cases}$$

$$\partial_x^+ \partial_y^- (u)_{i,j} = \begin{cases} (u)_{i,j+1} - (u)_{i,j} - (u)_{M,j+1} + (u)_{M,j}, & i=1, 1 \leq j < N \\ (u)_{i,1} - (u)_{i,j} - (u)_{M,1} + (u)_{M,j}, & i=1, j=N \\ (u)_{i,j+1} - (u)_{i,j} - (u)_{i-1,j+1} + (u)_{i-1,j}, & 1 < i \leq M, 1 \leq j < N \\ (u)_{i,1} - (u)_{i,j} - (u)_{i-1,1} + (u)_{i-1,j}, & 1 < i \leq M, j=N \end{cases}$$

$$\partial_y^+ \partial_x^- (u)_{i,j} = \begin{cases} (u)_{i+1,j} - (u)_{i,j} - (u)_{i,N} + (u)_{i,N}, & 1 \leq j < M, j=1 \\ (u)_{1,j} - (u)_{i,j} - (u)_{1,N} + (u)_{i,N}, & i=M, j=1 \\ (u)_{i+1,j} - (u)_{i,j} - (u)_{i+1,j-1} + (u)_{i,j-1}, & 1 \leq i < M, 1 < j \leq N \\ (u)_{1,j} - (u)_{i,j} - (u)_{i,j-1} + (u)_{i,j-1}, & i=M, 1 < j \leq N \end{cases}$$

2. วิธีการ SB สำหรับตัวแบบ (4)

ในการประยุกต์ใช้วิธีการ SB สำหรับตัวแบบ (4) ดำเนินการโดยแนะนำตัวแปรเวกเตอร์เสริม $w = (w_1, w_2)^T$ พารามิเตอร์การทำซ้ำเบรกแมน (Bregman iterative parameter) $b = (b_1, b_2)^T$ และพารามิเตอร์ตัวโทษ (penalty parameter) $\theta > 0$ เพื่อแปลงปัญหาเชิงการแปรผัน (4) เป็น

$$\arg \min_{u \in BV(\Omega)} \left\{ J_{\alpha_1, \alpha_2}(w; b) = \int_{\Omega} |w| d\Omega + \frac{\theta}{2} \int_{\Omega} (w - \nabla u - b)^2 d\Omega + \frac{\alpha_1}{2} \int_{\Omega} (u - z)^2 d\Omega + \alpha_2 \int_{\Omega} (u + ze^{-u}) d\Omega \right\} \quad (5)$$

จากนั้นใช้เทคนิคการทำซ้ำแบบสลับในการหาผลเฉลยของปัญหาเชิงการแปรผัน (5) ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาย่อยสองปัญหาสำหรับ u และ w โดยจะดำเนินการทำซ้ำแบบสลับจนกระทั่งลำดับของ u สอดคล้องกับเกณฑ์การหยุด

$$\frac{\|u^{[new]} - u^{[old]}\|_{L_2}^2}{\|u^{[new]}\|_{L_2}^2} < \varepsilon$$

เมื่อ $u^{[new]}$ และ $u^{[old]}$ แทนเวกเตอร์ของ u ที่ได้จากการทำซ้ำรอบปัจจุบันและการทำซ้ำรอบก่อนหน้า $\varepsilon > 0$ แทนค่าความแม่นยำ และ $\|\cdot\|_{l_2}$ แทนนอร์มแบบยูคลิด (Euclidean norm) สำหรับ u, w และการปรับปรุงพารามิเตอร์ b กำหนดดังนี้

$$u^{[new]} = \arg \min_u \left\{ \frac{\theta}{2} \int_{\Omega} (w^{[old]} - \nabla u - b^{[old]})^2 d\Omega + \frac{\alpha_1}{2} \int_{\Omega} (u - z)^2 d\Omega + \alpha_2 \int_{\Omega} (u + ze^{-u}) d\Omega \right\} \quad (6)$$

$$w^{[new]} = \arg \min_w \left\{ \int_{\Omega} |w| d\Omega + \frac{\theta}{2} \int_{\Omega} (w - \nabla u^{[new]} - b^{[old]})^2 d\Omega \right\} \quad (7)$$

$$b^{[new]} = b^{[old]} + \nabla u^{[new]} - w^{[new]} \quad (8)$$

การแก้ปัญหาย่อย u สามารถแก้ได้ด้วยวิธีการหาคำตอบที่มีรูปแบบปิด และการแก้ปัญหาย่อย w สามารถแก้ได้จากสมการออยเลอร์-ลากรางจ์ที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาย่อย u เมื่อตรงตัวแปร $(w; b)$ ใน (6) แล้วใช้แคลคูลัสของการแปรผันเพื่อแก้ปัญหาค่าต่ำที่สุด จะได้สมการออยเลอร์-ลากรางจ์ดังนี้

$$u - \frac{\theta}{\alpha_1} \Delta u = z - \frac{\alpha_2}{\alpha_1} (1 - ze^{-u}) - \frac{\theta}{\alpha_1} \operatorname{div}(w - b) \quad (9)$$

เมื่อทำการดิสครีไทซ์เซชันโดยวิธีการไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ จะได้ว่า

$$(u)_{i,j} - \frac{\theta}{\alpha_1} (\partial_x^- \partial_x^+ (u)_{i,j} - \partial_y^- \partial_y^+ (u)_{i,j}) = (G)_{i,j} \quad (10)$$

$$\text{โดยที่ } (G)_{i,j} = (z)_{i,j} - \frac{\alpha_2}{\alpha_1} (1 - (z)_{i,j} e^{-(u)_{i,j}}) - \frac{\theta}{\alpha_1} (\partial_x^- ((w_1)_{i,j} - (b_1)_{i,j}) - \partial_y^- ((w_2)_{i,j} - (b_2)_{i,j}))$$

จากนั้นใช้วิธีการทำซ้ำภายในและภายนอกเพื่อแก้ปัญหสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยไม่เชิงเส้น (10) สำหรับการทำให้ซ้ำภายนอก เริ่มต้นจากการกำหนดคำตอบเริ่มต้น $u^{[0]}$ (ในกรณีเฉพาะ $u^{[0]} = z$) จากนั้นคำนวณหาลำดับของคำตอบ $u^{[1]}, u^{[2]}, \dots, u^{[v]}, u^{[v+1]}, \dots$ โดยดำเนินการแก้ระบบสมการของสมการเชิงเส้น

$$(u^{[v+1]})_{i,j} - \frac{\theta}{\alpha_1} (\Delta u^{[v+1]})_{i,j} = G(u^{[v]})_{i,j} \quad (11)$$

จนกระทั่งลำดับของ u สอดคล้องกับเกณฑ์การหยุด $\frac{\|u^{[new]} - u^{[old]}\|_{l_2}^2}{\|u^{[new]}\|_{l_2}^2} \leq 10^{-5}$ เห็นได้ว่า (11) ถูกทำ

ให้เป็นเชิงเส้นโดยวิธีการทำซ้ำแบบจุดตรึง และทำการดิสครีตไทซ์เซชันด้วยวิธีการไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ โดยที่ v แทนดัชนีสำหรับขั้นตอนการทำซ้ำภายนอก และ

$$(G^{[v]})_{i,j} = (z)_{i,j} - \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \left(1 - (z)_{i,j} e^{-(u^{[v]})_{i,j}} \right) - \frac{\theta}{\alpha_1} \left(\partial_x^- ((w_1)_{i,j} - (b_1)_{i,j}) - \partial_y^- ((w_2)_{i,j} - (b_2)_{i,j}) \right)$$

เมื่อใช้การแปลงฟูเรียร์แบบดิสครีต F พร้อมด้วยเงื่อนไขค่าขอบแบบคาบกับ (10) จะได้

$$F \left((u)_{i,j} - \frac{\theta}{\alpha_1} \left(\partial_x^- \partial_x^+ (u)_{i,j} - \partial_y^- \partial_y^+ (u)_{i,j} \right) \right) = F \left((G)_{i,j} \right) \quad (12)$$

หรือ

$$\underbrace{1 - 2 \frac{\theta}{\alpha_1} \left(\cos \left(\frac{2\pi s}{N} \right) + \cos \left(\frac{2\pi r}{M} \right) - 2 \right)}_{\varsigma} F \{ (u)_{i,j} \} = F \{ (G)_{i,j} \} \quad (13)$$

เมื่อ $i \in [1, M]$ และ $j \in [1, N]$ แทนดัชนีในโดเมนเวลา $r \in [0, M)$ และ $s \in [0, N)$ แทนดัชนีในโดเมนความถี่ ดังนั้นผลเฉลยของ (10) ถูกกำหนดโดย

$$(u)_{i,j} = \text{Re} \left(F^{-1} \left(\frac{F \left((G)_{i,j} \right)}{\varsigma} \right) \right) \quad (14)$$

ในที่นี้ F^{-1} แทนการแปลงฟูเรียร์ผกผันแบบดิสครีต และ Re เป็นส่วนจริงของจำนวนเชิงซ้อน **ปัญหาย่อย** w เมื่อตรงตัวแปร $(u; b)$ ใน (7) แล้วใช้แคลคูลัสของการแปรผันเพื่อแก้ปัญหาค่าต่ำที่สุด จะได้สมการออยเลอร์-ลากรางจ์ดังนี้

$$\frac{w}{|w|} + \theta(w - \nabla u - b) = 0 \quad (15)$$

จากงานวิจัยของคณะวิจัยของ Lu (Lu et al., 2016) พบว่า ผลเฉลยแน่นอนตรง (exact solution) ของ (15) กำหนดโดย

$$(w)_{i,j} = \max \left(\left| \nabla (u)_{i,j} + (b)_{i,j} \right| - \frac{1}{\theta}, 0 \right) \frac{\nabla (u)_{i,j} + (b)_{i,j}}{\left| \nabla (u)_{i,j} + (b)_{i,j} \right|} \quad (16)$$

และขั้นตอนสุดท้ายคือการปรับปรุงพารามิเตอร์การทำซ้ำแบร็กแมน โดยกำหนดให้ $b \leftarrow b + \nabla u - w$

ผลการวิจัย

คณะวิจัยได้ออกแบบการทดลองเชิงตัวเลขเพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพของวิธีการกรองภาพ และวิธีการ SB โดยการทดสอบความแม่นยำของแต่ละวิธีการจะถูกประเมินด้วยเครื่องมือการประเมินประสิทธิภาพของการปรับปรุงคุณภาพของภาพเปรียบเทียบกับภาพต้นฉบับ คือ ค่าอัตราส่วนของสัญญาณรบกวนสูงสุด (Peak Signal to Noise Ratio : PSNR)

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE} \quad (\text{หน่วยเป็นเดซิเบล})$$

ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองโดยเฉลี่ย (Mean Square Error : MSE)

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \left((u^*)_{i,j} - (u)_{i,j} \right)^2$$

และค่าการวัดดัชนีความคล้ายคลึงของโครงสร้าง (Structure Similarity Index Map : SSIM)

$$SSIM = \frac{4\mu_{u^*}\mu_u\sigma_{u^*}\sigma_u}{(\mu_{u^*}^2 + \mu_u^2)(\sigma_{u^*}^2 + \sigma_u^2)}$$

$$\text{โดยที่ } \mu_{u^*} = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (u^*)_{i,j}, \quad \mu_u = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (u)_{i,j},$$

$$\sigma_{u^*} = \left(\frac{1}{MN-1} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \left((u^*)_{i,j} - \mu_{u^*} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{และ} \quad \sigma_u = \left(\frac{1}{MN-1} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \left((u)_{i,j} - \mu_u \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

ในที่นี้ u^* และ u แทนเวกเตอร์ของภาพต้นฉบับ ซึ่งไม่มีสัญญาณรบกวนและเวกเตอร์ของภาพผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบเชิงการแปรผัน (4) ตามลำดับ ในการประเมินประสิทธิภาพของภาพผลลัพธ์ด้วยค่า PSNR และค่า SSIM ถ้าค่ายิ่งสูงจะแสดงว่าภาพผลลัพธ์ที่ได้มีคุณภาพที่ใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับ และการประเมินประสิทธิภาพของภาพผลลัพธ์ด้วยค่า MSE ถ้าค่ายิ่งต่ำแสดงว่า ภาพผลลัพธ์ที่ได้มีคุณภาพที่ใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับ สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีการ SB ที่ได้พัฒนาขึ้น และวิธีการกรองภาพ ทุกการทดลองเชิงตัวเลขใช้ภาพที่มีความคมชัดขนาด 512×512 พิกเซล ประมวลผลด้วยโปรแกรมในระบบปฏิบัติการ MAC OS X บนเครื่องคอมพิวเตอร์ iMac Intel

Core i5 2.3 GHz RAM 8 GB และผู้วิจัยเลือกใช้พารามิเตอร์ที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยผลการทดลองเชิงตัวเลขแสดงดังตารางที่ 1 – 3

ตารางที่ 1 ผลการทดลองเชิงตัวเลขค่า PSNR กับภาพสังเคราะห์ (ภาพ Ring) และภาพจริง (ภาพ Boat)

(k_0, k_1)	ภาพสังเคราะห์ (ภาพ Ring)				ภาพจริง (ภาพ Boat)			
	$PSNR^0$	$PSNR^+$			$PSNR^0$	$PSNR^+$		
		วิธีการ SB	วิธีการกรองภาพ			วิธีการ SB	วิธีการกรองภาพ	
			ordfilt2	medfilt2			ordfilt2	medfilt2
(4,0.25)	36.0799	55.2749	41.4114	43.5266	36.0766	40.5796	39.3924	38.7502
(4,0.50)	36.0811	55.3818	41.3924	43.5119	36.1089	40.6282	39.4239	38.7685
(4,0.75)	36.0855	55.3750	41.3942	43.5200	36.098	40.6089	39.3949	38.7392
(4,1.00)	36.0833	55.4178	41.4291	43.5485	36.0914	40.6026	39.4059	38.7406
(4,1.25)	36.1128	55.3933	41.4495	43.6030	36.0763	40.5547	39.3908	38.7319
(5,0.25)	34.1464	54.4416	39.4884	41.6360	34.1609	39.5667	37.9421	37.8591
(5,0.50)	34.1533	54.5074	39.5052	41.6642	34.1548	39.5612	37.9302	37.8481
(5,0.75)	34.1550	54.9531	39.5115	41.6592	34.1512	39.5484	37.9074	37.8487
(5,1.00)	34.1424	54.6893	39.4972	41.6681	34.1323	39.5739	37.913	37.8443
(5,1.25)	34.1629	54.4752	39.4983	41.6522	34.1718	39.5756	37.9405	37.8567

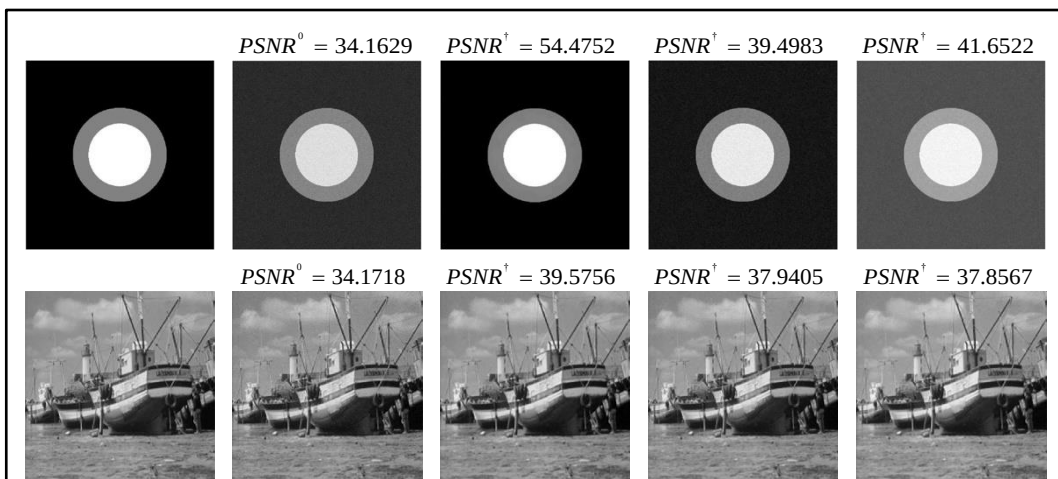
ตารางที่ 2 ผลการทดลองเชิงตัวเลขค่า MSE กับภาพสังเคราะห์ (ภาพ Ring) และภาพจริง (ภาพ Boat)

(k_0, k_1)	ภาพสังเคราะห์ (ภาพ Ring)			ภาพจริง (ภาพ Boat)		
	MSE			MSE		
	วิธีการ SB	วิธีการกรองภาพ		วิธีการ SB	วิธีการกรองภาพ	
		ordfilt2	medfilt2		ordfilt2	medfilt2
(4,0.25)	0.1945	4.6973	2.8858	5.6891	7.4779	8.6698
(4,0.50)	0.1920	4.7179	2.8956	5.6257	7.4238	8.6333
(4,0.75)	0.1873	4.7160	2.8902	5.6508	7.4736	8.6918
(4,1.00)	0.1876	4.6782	2.8713	5.6591	7.4548	8.6890
(4,1.25)	0.1858	4.6563	2.8355	5.7218	7.4806	8.7065
(5,0.25)	0.1868	7.3144	4.4605	7.1837	10.443	10.6447
(5,0.50)	0.2209	7.2862	4.4316	7.1929	10.4716	10.6716
(5,0.75)	0.2328	7.2756	4.4368	7.214	10.5268	10.6701
(5,1.00)	0.2293	7.2996	4.4276	7.1719	10.5134	10.6810
(5,1.25)	0.2069	7.2977	4.4439	7.1691	10.4469	10.6506

ตารางที่ 3 ผลการทดลองเชิงตัวเลขค่า SSIM กับภาพสังเคราะห์ (ภาพ Ring) และภาพจริง (ภาพ Boat)

(k_0, k_1)	ภาพสังเคราะห์ (ภาพ Ring)			ภาพจริง (ภาพ Boat)		
	SSIM			SSIM		
	วิธีการ SB	วิธีการกรองภาพ		วิธีการ SB	วิธีการกรองภาพ	
		ordfilt2	medfilt2		ordfilt2	medfilt2
(4,0.25)	0.9998	0.9381	0.9655	0.9694	0.9581	0.9654
(4,0.50)	0.9998	0.9379	0.9654	0.9697	0.9582	0.9656
(4,0.75)	0.9998	0.9378	0.9653	0.9695	0.9578	0.9652
(4,1.00)	0.9998	0.9382	0.9656	0.9696	0.9581	0.9652
(4,1.25)	0.9998	0.9384	0.9659	0.9692	0.958	0.9652
(5,0.25)	0.9997	0.9069	0.9473	0.9655	0.9403	0.9546
(5,0.50)	0.9997	0.9073	0.9478	0.9656	0.9402	0.9546
(5,0.75)	0.9998	0.9074	0.9478	0.9655	0.9403	0.9547
(5,1.00)	0.9997	0.9072	0.9480	0.9655	0.94	0.9547
(5,1.25)	0.9997	0.9075	0.9479	0.9655	0.9406	0.9548

จากตารางที่ 1 - 3 พบว่า ค่า PSNR และค่า SSIM มีค่าสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเริ่มต้นของภาพที่มีสัญญาณรบกวน ในขณะที่ค่า MSE มีค่าน้อยลงเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นของภาพที่มีสัญญาณรบกวน แสดงให้เห็นว่า วิธีการ SB สำหรับกำจัดสัญญาณรบกวนแบบการบวกและการคูณมีประสิทธิภาพและแม่นยำ นอกจากนี้ยังพบว่า ค่า PSNR และค่า SSIM ที่ได้จากวิธีการ SB สูงกว่าค่าที่ได้จากวิธีการกรองภาพโดยใช้คำสั่ง `ordfilt2` และ `medfilt2` ในขณะที่ค่า MSE ที่ได้จากวิธีการ SB ต่ำกว่าค่าที่ได้จากวิธีการกรองภาพด้วยทั้งสองคำสั่งอย่างชัดเจนในทุกกรณี จึงสรุปได้ว่า วิธีการ SB มีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูงกว่าวิธีการกรองภาพโดยใช้คำสั่ง `ordfilt2` และ `medfilt2` เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นประสิทธิภาพของวิธีการ SB ผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการวิเคราะห์ของการกำจัดสัญญาณรบกวนโดยวิธีการ SB และวิธีการกรองภาพโดยใช้คำสั่ง `ordfilt2` และ `medfilt2` ในกรณีที่สัญญาณรบกวน $(k_0, k_1) = (5, 1.25)$ บนภาพสังเคราะห์ (ภาพ Ring) และภาพจริง (ภาพ Boat) ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ผลการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพโดยคอลัมน์ที่ 1 แสดงภาพต้นฉบับ คอลัมน์ที่ 2 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวน $(k_0, k_1) = (5, 1.25)$ คอลัมน์ที่ 3 แสดงภาพผลลัพธ์จากวิธีการ SB คอลัมน์ที่ 4 แสดงภาพผลลัพธ์จากวิธีการกรองภาพด้วยคำสั่ง ordfilt2 และคอลัมน์ที่ 5 แสดงภาพผลลัพธ์จากวิธีการกรองภาพด้วยคำสั่ง medfilt2

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้ได้นำเสนอขั้นตอนวิธีการเชิงตัวเลข คือวิธีการ SB สำหรับกำจัดสัญญาณรบกวนทั้งแบบการบวกและแบบการคูณออกจากภาพในขั้นตอนเดียว ผลการทดลองเชิงตัวเลขพบว่า วิธีการ SB ที่ได้นำเสนอให้ค่าในการประเมินประสิทธิภาพของภาพผลลัพธ์ ได้แก่ ค่า PSNR และค่า SSIM ที่สูงขึ้น ในขณะที่ค่า MSE มีค่าน้อยลงเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นของภาพที่มีสัญญาณรบกวน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการ SB มีประสิทธิภาพและแม่นยำ นอกจากนี้ยังพบว่า ค่า PSNR และค่า SSIM ที่ได้จากวิธีการ SB สูงกว่าค่าที่ได้จากวิธีการกรองภาพโดยใช้คำสั่ง ordfilt2 และ medfilt2 ในขณะที่ค่า MSE ที่ได้จากวิธีการ SB ต่ำกว่าค่าที่ได้จากวิธีการกรองภาพด้วยทั้งสองคำสั่ง จึงสรุปได้ว่า วิธีการ SB มีประสิทธิภาพและแม่นยำกว่าวิธีการกรองภาพโดยใช้คำสั่ง ordfilt2 และ medfilt2 ซึ่งเป็นวิธีพื้นฐานในการซ่อมแซมภาพ

เอกสารอ้างอิง

- Chandel, R. & Gupta, G. (2013). Image filtering algorithms and techniques: a review. *IJARCSSE*, 3(10), 198-202.
- Chumchob, N., Chen, K. & Brito-Loeza, C. (2013). A new variational model for removal of combined additive and multiplicative noise and a fast algorithm for its numerical approximation. *International Journal of Computer Mathematics*, 90(1), 140–161.
- Desai, B., Kushwaha, U. & Jha, S. (2020). Image filtering – techniques, algorithm and applications. *Applied GIS*, 7(11), 970-975.
- Goldstein, T. & Osher, S. (2009). The split bregman method for l1-regularized problems. *SIAM Journal on Sciences*, 2(2), 323-343.
- Hirakawa, K. & Parks, T.W. (2006). Image denoising using total least squares. *IEEE Trans*, 15(9), 2730–2746.
- Jin, Z. & Yang, X. (2010). Analysis of a new variational model for multiplicative noise removal. *J. Math. Anal. Appl*, 362, 259–268.
- Lu, W., Duan, J., Qiu, Z., Pan, Z., Lim, R.W. & Bai, L. (2016). Implementation of high-order variational models made easy for image processing. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 39, 4208-4233.
- Lukin, V.V., Fevrale, D.V., Ponomarenko, N.N., Abramov, S.K., Pogrebnyak, O., Egiazarian, K.O. & Astola, J.T. (2010). Discrete cosine transform-based local adaptive filtering of images corrupted by nonstationary noise. *J. Electron. Imaging*, 19(2), 023007.
- Rudin, L., Osher, S. & Fatemi, E. (1992). Nonlinear total variation based noise removal algorithms. *Physica D*, 60, 259–268.
- Sagheer, S.V.M & George, S.N. (2020). A review on medical image denoising algorithms. *Biomed. Signal Process. Control*, 61, 1-19.
- Zhu, Y. & Huang, C. (2012). An improved median filtering algorithm for image noise reduction. *Phys. Procedia*, 25, 609-616.

นวัตกรรมจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์
เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในยุค New Normal
The Metaverse Innovation to Promote Local Culture in Buriram Province,
Adapting to Changes in the New Normal Era

จิรวดี โยรัมย์^{1*}, อนงค์ ทองเรือง², รุ่งรัตน์ หัตถกรรม² และ กมลรัตน์ สมใจ¹
Jiravadee Yoyram^{1*}, Anong Thongrung², Rungrat Hatagam² and Kamonrat Somchai¹

¹ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

² คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

Email: jirawadee.yr@bru.ac.th

Received : December 7, 2023

Revised : April 9, 2024

Accepted : April 19, 2024

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนานวัตกรรมจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ 2) ประเมินคุณภาพและความพึงพอใจนวัตกรรมจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 58 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วย ชุมชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จำนวน 22 คน ผู้เชี่ยวชาญประเมินด้านเนื้อหา จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของนวัตกรรม จำนวน 3 คน นักเรียนมัธยมปลาย นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และนักศึกษาระดับอุดมศึกษา จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินคุณภาพนวัตกรรม และแบบวัดความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า อัตลักษณ์ด้านศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ที่ควรนำมาพัฒนานวัตกรรมจักรวาลนฤมิตเพื่อส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ คือ ประเพณีแซนโชนดา โดยพัฒนาเป็นสื่อโลกเสมือนจริงผ่านเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต (Metaverse) ด้วยการสร้างโมเดล 3 มิติจากโปรแกรม Spatial และ Blender ร่วมกับการนำเสนอคลิปวิดีโอผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบออนไลน์ โดยผลการประเมินคุณภาพนวัตกรรมจักรวาลนฤมิต โดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 อยู่ในระดับมากที่สุด และมีความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรมจักรวาลนฤมิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: นวัตกรรมจักรวาลนฤมิต ศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์

ABSTRACT

The purposes of the research were: 1) to develop a Metaverse innovation to promote local culture in Buriram province, and 2) to assess the quality and satisfaction of this Metaverse innovation. The sample group consisted of 58 people selected through purposive sampling, including 22 community members and representatives from relevant organizations, 3 content experts, 3 experts evaluating the quality of the innovation, 30 high school students pursuing vocational certificates, and university students. The research utilized tools for evaluating the quality of the innovation and surveys measuring satisfaction with the innovation's usage. Statistical analysis employed mean values and standard deviations.

The results of the research showed that the cultural identity of Buriram province's local culture that should be utilized for Metaverse innovation is the Sandon-Ta tradition. This can be achieved by developing it into a Metaverse medium using Metaverse technology. The 3D models were created using Spatial and Blender software, and the presentation was done through a mobile app via an online system. The evaluation of the Metaverse innovation's quality by experts yielded an average score of 4.70, indicating a high level of satisfaction. Overall satisfaction with the use of Metaverse innovation had an average score of 4.33, also indicating a high level of satisfaction.

Keywords: Innovating Metaverse, Local Culture in Buriram Province

บทนำ

ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีในยุคดิจิทัล ส่งผลให้เทคโนโลยีด้านสารสนเทศและการสื่อสารก้าวหน้ามาก ผู้บริโภคมีการใช้แพลตฟอร์มออนไลน์และอุปกรณ์อัจฉริยะ เพื่ออำนวยความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันมากขึ้น (วัชร ชัยเขต และ คณะ, 2561) มีการสื่อสารที่รวดเร็วทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพมากมาย เทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต (Metaverse) เป็นหนึ่งเทคโนโลยีที่น่าสนใจ เป็นการจำลองโลกเสมือนจริงเพื่อให้ผู้คนสามารถสื่อสาร ทำกิจกรรม และมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันอย่างไร้ขอบเขตในโลกดิจิทัล เป็นชุมชนโลกเสมือนจริงบนเทคโนโลยีคลาวด์ ผู้ใช้สามารถเชื่อมต่อกันผ่านคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และสมาร์ตโฟนได้ (เทิดศักดิ์ เจือจันทร์ ปรียาพร ภูมินอก และ จิรวดี โยรัมย์, 2566)

จังหวัดบุรีรัมย์เป็นพื้นที่ที่มีเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน ซึ่งกล่าวได้ว่า จังหวัดบุรีรัมย์เป็นเมืองแห่งความรื่นรมย์ เป็นจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีทรัพยากรการท่องเที่ยวที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งโบราณสถานศิลปะแบบขอมโบราณที่มีอยู่มากมายกระจายอยู่ในพื้นที่ทั้งจังหวัด อีกทั้งยังเป็นที่รู้จักในฐานะเมืองเกษตรกรรมและหัตถกรรม เพราะเป็นแหล่งปลูกข้าวหอมมะลิที่มีคุณภาพดีและเป็นแหล่งทอผ้าไหมที่สวยงามและมีชื่อเสียง นอกจากนี้ด้วยสภาพพื้นที่ตั้งมีอาณาเขตติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้าน จึงทำให้มีความหลากหลายของเชื้อชาติซึ่งก่อให้เกิดความหลากหลายของประเพณีวัฒนธรรมและมีวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์ (สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดบุรีรัมย์, 2560) โดยพบว่า ในปัจจุบันเยาวชนและคนส่วนใหญ่ขาดการเข้าใจหรือความตระหนักรู้เกี่ยวกับความสำคัญและคุณค่าของศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นของตน เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์และสืบทอดประเพณีและวัฒนธรรมท้องถิ่นบุรีรัมย์ เพื่อการเจริญเติบโตทางท่องเที่ยว และการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมในระยะยาว จึงควรมีเครื่องมือในการเผยแพร่ อนุรักษ์ และส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์

จากความสำคัญดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้จึงได้มีแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมจักรวาลนฤมิตส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในยุค New Normal ขึ้น โดยการค้นหาอัตลักษณ์ด้านศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ และนำเสนอศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นของจังหวัดบุรีรัมย์ โดยผสมผสานกับเทคโนโลยีดิจิทัลในปัจจุบันเพื่อให้เกิดเป็นนวัตกรรมส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น จังหวัดบุรีรัมย์ที่ทันสมัย เพื่อเป็นการเผยแพร่และอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นของจังหวัดบุรีรัมย์ ให้เห็นคุณค่าทางวัฒนธรรม ซึ่งจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางการท่องเที่ยวและการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมในระยะยาว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนานวัตกรรมจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์
2. เพื่อประเมินคุณภาพและความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรมจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิลปวัฒนธรรมประเพณีท้องถิ่น จังหวัดบุรีรัมย์

จังหวัดบุรีรัมย์มีกลุ่มชาติพันธุ์ซึ่งเป็นชนพื้นเมืองดั้งเดิม 4 กลุ่ม คือ กลุ่มไทยโคราช กลุ่มไทยอีสานหรือไทยลาว กลุ่มไทยเขมร และกลุ่มไทยกวย นอกจากภาษาเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญ สำหรับความแตกต่างของกลุ่มชาติพันธุ์เหล่านั้นแล้ว วิถีชีวิตส่วนรวมของแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์ก็ยังมีเอกลักษณ์ของตนเองที่สามารถบอกได้ว่าเป็นชาติพันธุ์นั้น ๆ อีกด้วย มีความเชื่อเรื่องการทำบุญใส่บาตรส่งผลบุญไปให้บรรพบุรุษ ความเชื่อเกี่ยวกับการประกอบอาชีพ มีเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมด้านขนบธรรมเนียมประเพณี ภาษา เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของกลุ่มตนเองไว้อย่างเหนียวแน่น (สำนักงานจังหวัดบุรีรัมย์ กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด, 2566)

จักรวาลนฤมิต หรือ เมตาเวิร์ส (Metaverse)

จักรวาลนฤมิต (Metaverse) เป็นการผสมผสานระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของเทคโนโลยี รวมทั้งความเป็นจริงเสมือน (VR) ความเป็นจริงเสริม (AR) และวิดีโอที่ผู้คนใช้ชีวิตภายในโลกดิจิทัล จักรวาลนฤมิต (Metaverse) จึงเปรียบเสมือนสะพานเชื่อมระหว่างโลกความเป็นจริงและโลกเสมือน (สมเกียรติ วุฒิธรรมาภวัฒน์, 2565) จักรวาลนฤมิต คือ เครือข่ายสามมิติบนโลกเสมือนจริง (Virtual World) ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้ผู้คนเข้ามามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันได้ทุกรูปแบบ ผู้ใช้สามารถเข้าสู่โลกเสมือนจริงได้ทุกที่ตลอดเวลาผ่านร่างอวตาร (Avatar) ที่ตนเป็นผู้สร้างขึ้นตามความต้องการ (ธนภัทร ศรีผ่าน, 2565) สรุปได้ว่า จักรวาลนฤมิต หรือ เมตาเวิร์ส (Metaverse) เป็นการผสมผสานร่างกายของมนุษย์ กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ให้ความรู้สึกที่เหมือนจริงแบบรอบทิศทาง ให้ความรู้สึกเหมือนกันเราอยู่ในสถานที่นั้น ๆ จริง

นภนต์ โกมลมิศร (2564) การประยุกต์ใช้เมตาเวิร์สในการพัฒนาเศรษฐกิจในพื้นที่จังหวัดลำพูน โดยนำเสนอการวางแผน การออกแบบ และแนวทางปฏิบัติ เมื่อนำเมตาเวิร์สมาประยุกต์ใช้ในพื้นที่ชุมชนของไทยเพื่อนำมาส่งเสริมเศรษฐกิจระดับฐานรากในชุมชนท้องถิ่น โดยสรรหาวิธีการนำเสนอที่ดึงดูดร่วมกับการทำการตลาดดิจิทัลและการใช้ประโยชน์จากสื่อและอำนาจอ่อนในการนำเสนอสินค้าและคุณค่าท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมการขายและกระตุ้นการรับรู้คุณค่าท้องถิ่น นำไปสู่การเติบโตในธุรกิจชุมชนอันจะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิตชุมชน

สุพัตรา เสถียยันต์ (2565) ได้ศึกษาการออกแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมรังสรรค์ผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อส่งเสริมนวัตกรรมยุวชน ผลการวิจัยพบว่า การประเมินผลคุณลักษณะนวัตกรรมยุวชนหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมรังสรรค์ผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะนวัตกรรมยุวชนอยู่ในระดับมาก ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมรังสรรค์ผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อส่งเสริมนวัตกรรมยุวชนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ชญญาลักษณ์ โยมา (2565) ได้พัฒนาชุดฝึกอบรมการวัดและควบคุมอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชันจักรวาลนฤมิต ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมการวัดและควบคุมอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชันจักรวาลนฤมิตมีค่าคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ภัทรวรรณ แสนทวีสุข (2565) ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้ออนไลน์เบื้องต้นผ่านแอปพลิเคชัน จักรวาลนฤมิต ผลการวิจัยพบว่า ค่าประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากเรียนรู้ผ่านสื่อออนไลน์เบื้องต้นผ่านแอปพลิเคชันจักรวาลนฤมิตสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และแบบประเมินความพึงพอใจหลังการใช้สื่อการเรียนรู้ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

สุรพล บุญลือ (2565) ได้ศึกษาเมตาเวิร์ส (Metaverse) สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับการเชื่อมต่อระหว่างจักรวาลนฤมิตกับโลกความจริงของการเรียนรู้ที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบเต็มตัว พบว่าการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ในปัจจุบันเต็มไปด้วยความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วปริมาณของการเข้าถึงทำได้อย่างมากและรวดเร็ว ทำให้เกิดการแปรปรวน (Disruptive) จากความเป็น

เทคโนโลยีดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตทำให้เกิดชีวิตในรูปแบบใหม่ การทำงานแบบใหม่อาชีพใหม่ เทคโนโลยีใหม่ ๆ

วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนานวัตกรรมจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในยุค New Normal ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาทบทวนข้อมูลด้านวัฒนธรรมชุมชนในจังหวัดบุรีรัมย์ โดยการลงพื้นที่สัมภาษณ์กลุ่มชาวบ้าน ผู้นำชุมชน ประชุมกลุ่มย่อย เพื่อถอดองค์ความรู้ ด้านวัฒนธรรม ประเพณี ภูมิปัญญา และอัตลักษณ์ชุมชน กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สรรวจวัฒนธรรมชุมชน โดยประเด็นที่สัมภาษณ์เกี่ยวกับความเป็นมาของวัฒนธรรมประเพณี นำข้อมูลมาสังเคราะห์เพื่อคัดเลือกให้เป็นวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์ประจำถิ่น

กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย วัฒนธรรมจังหวัด การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดบุรีรัมย์ ตัวแทนครูและอาจารย์ด้านสังคมศึกษา ตัวแทนกลุ่มชาติพันธุ์ จำนวน 22 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกผู้ที่มีประสบการณ์การทำงานตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไป ตัวแทนกลุ่มชาติพันธุ์ที่มีอายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไปและอาศัยอยู่ในชุมชนไม่น้อยกว่า 10 ปี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์เชิงลึก แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม

2. การพัฒนานวัตกรรมจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

2.1 ขั้นวางแผนและวิเคราะห์ โดยการวิเคราะห์เนื้อหา สร้างแผนภูมิระดมสมอง แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ และแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา วิพากษ์และประเมินความถูกต้องของเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมินคุณภาพของเนื้อหาพบว่ามีความเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 อยู่ในระดับมากที่สุด สามารถนำไปพัฒนานวัตกรรมได้อย่างเหมาะสม

2.2 ขั้นเตรียมการผลิต โดยการออกแบบ การเขียนบทดำเนินเรื่อง เขียนสตอรี่บอร์ด

2.3 ขั้นผลิต โดยการพัฒนานวัตกรรมในรูปแบบสื่อโลกเสมือนจริงผ่านเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิตด้วยการสร้างโมเดล 3 มิติ จากโปรแกรม Spatial โปรแกรม Blender และ Adobe Animate cc ร่วมกับการนำเสนอคลิปวิดีโอผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือ

2.4 ขั้นหลังการผลิต เป็นขั้นตอนการนำภาพและเสียงที่ได้จากขั้นผลิตมาใช้เทคนิคการซ้อนภาพและตัดต่อโดยใช้โปรแกรมตัดต่อวิดีโอดิจิทัล

2.5 ทดสอบและปรับปรุงให้สมบูรณ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพนวัตกรรมจักรวาลนฤมิต

กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านประเพณีศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น เป็นผู้ประเมินด้านเนื้อหา จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อ เป็นผู้ประเมินคุณภาพของนวัตกรรมจักรวาลนฤมิต จำนวน 3 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบประเมินคุณภาพของเนื้อหาและแบบประเมินคุณภาพของนวัตกรรมจักรวาลนฤมิต ที่ผ่านการวิเคราะห์ค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (IOC)

3. การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรมจักรวาลนฤมิต

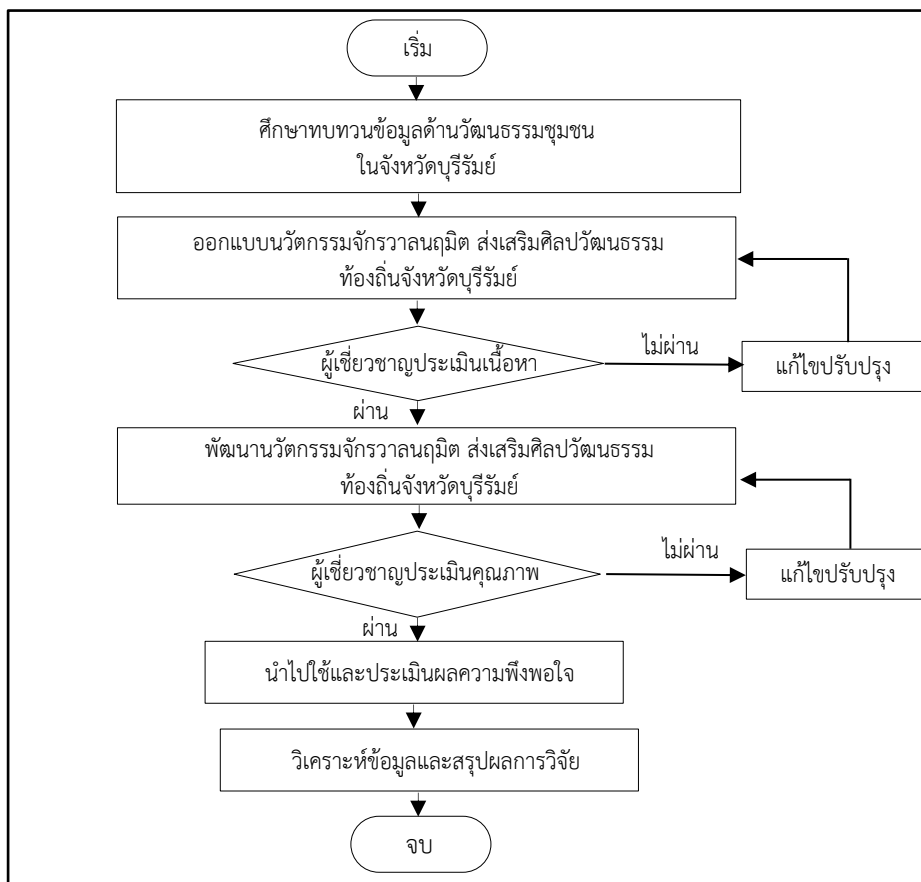
กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมปลาย นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ประกอบด้วย นักเรียนจากโรงเรียนพลับพลาชัยพิทยาคม วิทยาลัยการอาชีพบุรีรัมย์ และนักศึกษาสาขาวิชาสังคมศึกษา คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ รวมทั้งสิ้นจำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกผู้ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2565

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรมจักรวาลนฤมิตที่ผ่านการวิเคราะห์ค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (IOC) เป็นแบบประเมินแบบ Rating Scale 5 ระดับ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00	หมายความว่า	ความพึงพอใจระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49	หมายความว่า	ความพึงพอใจระดับมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49	หมายความว่า	ความพึงพอใจระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49	หมายความว่า	ความพึงพอใจระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49	หมายความว่า	ความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

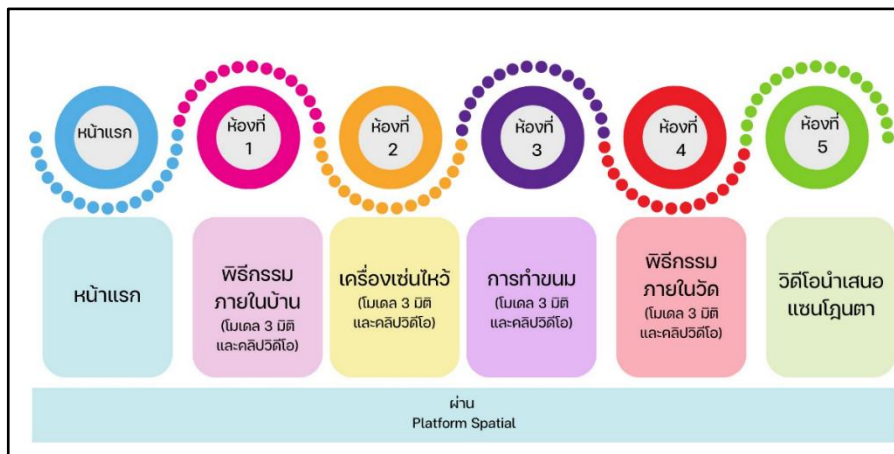
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยสามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

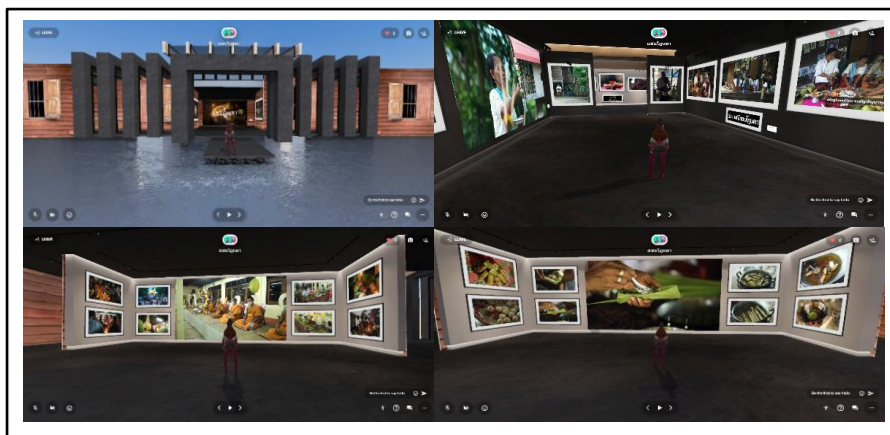
ผลการวิจัย

1. ผลจากการสังเคราะห์การประชุมกลุ่มผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อถอดองค์ความรู้ด้านวัฒนธรรม ประเพณี ภูมิปัญญา และอัตลักษณ์ชุมชน พบว่า อัตลักษณ์ด้านศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ ที่ควรนำมาพัฒนา คือ ประเพณีแห่เทียนโพนตา ออกแบบและพัฒนานวัตกรรมในรูปแบบสื่อโลกเสมือนจริง ผ่านเทคโนโลยีจักรวาลอนฤมิต (Metaverse) ด้วยการสร้างโมเดล 3 มิติ จากโปรแกรม Blender และ Spatial ร่วมกับการนำเสนอคลิปวิดีโอผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือนำเสนอผ่านระบบออนไลน์ นำเสนอเนื้อหาตามลำดับ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 เนื้อหาในการนำเสนอ

นำเสนอผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือทั้งรูปแบบระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และ ไอโอเอส (IOS) หรือคลิกลิงค์เพื่อเข้าดูผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Web browser) <https://www.spatial.io/s/aechnodntaa63b3af5d5ffaa2000157ace6?share=7738481320852700003> มีตัวอย่างหน้าจอ ดังนี้



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างหน้าจอการแสดงผลสื่อโลกเสมือนจริงจักรวาลนฤมิต (Metaverse)

การประเมินคุณภาพนวัตกรรมการจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ มีผลการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพนวัตกรรมการจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายละเอียด	$\bar{x}$	คุณภาพ	
		S.D.	การแปลผล
1. ความเหมาะสมที่จะใช้ป็นสื่อส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น จังหวัดบุรีรัมย์	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมในการใช้ภาพในการนำเสนอ	4.67	0.57	มากที่สุด
3. ความชัดเจนของภาพในการนำเสนอ	4.33	0.57	มาก
4. ความสมจริงของภาพ	4.67	0.57	มากที่สุด
5. การกำหนดมุกกล้อง	4.67	0.57	มากที่สุด
6. การเหมาะสมของแสง	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ความเหมาะสมของเสียง	5.00	0.00	มากที่สุด
8. ระยะเวลาในการนำเสนอ	4.33	0.57	มาก
9. ความต่อเนื่องในการดำเนินเรื่อง	4.67	0.57	มากที่สุด
10. เทคนิคการตัดต่อ	4.67	0.57	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.70	0.39	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพนวัตกรรมการจักรวาลนฤมิตโดยผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 อยู่ในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้เป็นนวัตกรรมการส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ได้

2. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรมการจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ มีผลการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรมการจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์

รายละเอียด	$\bar{x}$	คุณภาพ	
		S.D.	การแปลผล
1. ความเหมาะสมที่จะใช้ป็นนวัตกรรมการส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น จังหวัดบุรีรัมย์	4.64	0.48	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมในการใช้ภาพในการนำเสนอ	4.83	0.38	มากที่สุด
3. ความชัดเจนของภาพในการนำเสนอ	4.77	0.43	มากที่สุด
4. ความสมจริงของภาพ	4.57	0.50	มากที่สุด
5. การกำหนดมุกกล้อง	4.67	0.48	มากที่สุด
6. การเหมาะสมของแสง	4.57	0.50	มากที่สุด
7. ความเหมาะสมของเสียง	4.32	0.47	มาก
8. ระยะเวลาในการนำเสนอ	4.22	0.46	มาก
9. ความต่อเนื่องในการดำเนินเรื่อง	4.28	0.45	มาก
10. ความรู้ที่ได้รับจากการนำเสนอ	4.38	0.49	มาก
รวมเฉลี่ย	4.53	0.46	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรมจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 อยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

1. นวัตกรรมจักรวาลนฤมิตส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ ถูกพัฒนาและนำเสนอในรูปแบบสื่อโลกเสมือนจริงผ่านเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต (Metaverse) ด้วยการสร้างโมเดล 3 มิติจากโปรแกรม Blender และ Spatial ร่วมกับการนำเสนอคลิปวิดีโอผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบออนไลน์ โดยนำเสนอประเพณีแห่เทียนตาซึ่งเป็นประเพณีและศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ ที่เป็นอัตลักษณ์ของจังหวัดบุรีรัมย์ โดยมีผลการประเมินคุณภาพนวัตกรรมจักรวาลนฤมิตส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ โดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลเนื้อหาและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ออกแบบนวัตกรรมอย่างเป็นระบบ และผ่านการประเมินเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปพัฒนา จึงทำให้บทเรียนมีคุณภาพในระดับมากที่สุดได้ สอดคล้องกับ ธัญญาลักษณ์ โยมา (2565) ได้พัฒนาชุดฝึกอบรมการวัดและควบคุมอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชันจักรวาลนฤมิต โดยพบว่าชุดฝึกอบรมการวัดและควบคุมอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชันจักรวาลนฤมิตมีค่าคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี และสอดคล้องกับ สุรพล บุญลือ (2565) ได้ศึกษาเมตาเวิร์ส (Metaverse) สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับการเชื่อมต่อระหว่างจักรวาลนฤมิตกับโลกความจริงของการเรียนรู้ที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบเต็มตัว ที่กล่าวว่าเมตาเวิร์สสามารถสร้างความเสมือนนำมาใช้เพื่อให้เกิดเรียนรู้และพัฒนาการเรียนรู้ด้วยวิธีการใหม่ ๆ ที่ไม่หยุดยั้ง

2. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรมจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลและร่วมระดมสมองกับผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์เนื้อหาให้สอดคล้องเหมาะสม และทำการออกแบบนวัตกรรมให้มีความรู้สึกสมจริง และนำเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย อาทิ โมเดล 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว คลิปวิดีโอ ทั้งรูปแบบภาพและข้อความ ทำให้การประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดได้ สอดคล้องกับ สุพัตรา เสกย์ยันต์ (2565) ได้ศึกษาการออกแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมรังสรรค์ผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อส่งเสริมนวัตกรยุวชน โดยพบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมรังสรรค์ผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อส่งเสริมนวัตกรยุวชน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับ ภัทรวรรณ แสนทวีสุข (2565) ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้ออนไลน์เบื้องต้นผ่านแอปพลิเคชัน พบว่า ความพึงพอใจหลังการใช้สื่อการเรียนรู้ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้

สามารถนำนวัตกรรมไปใช้ในการประชาสัมพันธ์ชุมชน เพื่อส่งเสริมวัฒนธรรมท้องถิ่นให้เป็น ที่รู้จักและเพื่อการท่องเที่ยวในอนาคต โดยข้อมูลศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์ เป็นองค์ความรู้ ที่มีประโยชน์ต่อการบรรจุเข้าเป็นหัวข้อ หรือเนื้อหาของการเรียนการสอนในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องใน สถาบันการศึกษาได้ รวมทั้งข้อมูลการวิจัยจะเป็นองค์ความรู้พื้นฐานให้ผู้สนใจได้นำไปต่อยอดทาง วิชาการได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการพัฒนาจักรวาลนฤมิตให้ใช้งานได้ทั้งรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์ เพิ่มเติมเนื้อหา วัฒนธรรมประเพณีอื่น ๆ และเน้นการวิจัยเพื่อส่งเสริมการพัฒนาทางการตลาดและสร้างการรับรู้แก่นักท่องเที่ยวให้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- เทิดศักดิ์ เจือจันทร์, ปรียาพร ภูมินอก และ จิรวดี โยรัมย์. (2566). การประยุกต์ใช้จักรวาลนฤมิตในการจัดเรียนการสอนดาราศาสตร์ และ อวกาศกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการจากการประชุมวิชาการระดับชาติราชชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 14. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์.
- ธนภัทร ศรีผ่าน และภัทรวรรณ จีรพัฒน์ธนธร. (2565). การพัฒนาขั้นสุดท้ายของนวัตกรรมและ บทบาทของเมตาเวิร์สเพื่อการศึกษาและการฝึกอบรมในยุคเน็กซ์เจนออร์มอล. วารสารนวัตกรรม และการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 7(2), 174-188.
- ธัญญาลักษณ์ โยมา. (2565). ชุดฝึกอบรมการวัดและควบคุมอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชันจักรวาล นฤมิต. (วิทยานิพนธ์ อดุสสาหกรรมมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี.
- นภนต์ โกมลิมิตร. (2564). การประยุกต์ใช้เมตาเวิร์สในการพัฒนาเศรษฐกิจในพื้นที่จังหวัดลำพูน. (การค้นคว้าอิสระ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ภัทรวรรณ แสนทวีสุข. (2565). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้อดีตเบื้องต้นผ่านแอปพลิเคชัน จักรวาล นฤมิต. (วิทยานิพนธ์ อดุสสาหกรรมมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี.

- วัชรระ ชัยเขต, ธัญดา แก้วชนะ, ยุนิดา วิริโย และพล เหลืองรังษี. (2561). พฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ของนักท่องเที่ยวที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งท่องเที่ยว กรณีศึกษาชุมชนท่องเที่ยวคลองแดน อำเภอร่อนนุช จังหวัดสงขลา. *วารสารหาดใหญ่วิชาการ*, 16 (2): 171-190.
- สุพัตรา เสถียรัตน์. (2565). การออกแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมรังสรรค์ผ่านจักรวาลนฤมิต เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมยุวชน. (วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุรพล บุญลือ. (2565). เมตาเวิร์สสำหรับการศึกษา : การเชื่อมต่อระหว่างจักรวาลนฤมิตกับโลกความจริงของการเรียนรู้ที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบเต็มตัว. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ*, 11(1), 9-16.
- สมเกียรติ วุฒิธรรมภาวัฒน์ . (2565).การจัดการศึกษาวรรณคดีไทยโดยการใช้ Metavers. *วารสารวิจัยธรรมศึกษา*, 5(2), 282-303.
- สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดบุรีรัมย์. (2560). ยุทธศาสตร์การพัฒนการท่องเที่ยวจังหวัดบุรีรัมย์. สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2566 จาก http://www.mots.go.th/province_new/ewt/buriram/ewt_news.php?nid=384.
- สำนักงานจังหวัดบุรีรัมย์ กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด. (2566). *แผนพัฒนาจังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2566 – 2570*. สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2566. จาก <http://www.buriram.go.th/downloads/plan/plan-p-66-70-revised68.pdf>.

ผลของเพคตินจากเปลือกกาแฟต่อคุณภาพของแยมลูกหม่อน

Effect of Pectin from Coffee Husks on Quality of Mulberry Jam

ธัญนันท์ ฤทธิมนี^{1*}, นภารัตน์ จิวาลักษณ์² และ ครองจิต วรรณวงศ์¹
Thanyanun Rithmanee^{1*}, Naparat Jiwalak², and Krongjit Wannawong¹

¹ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

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

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

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

Email: thanyanun_rit@cmru.ac.th

Received : December 22, 2023

Revised : April 5, 2024

Accepted : April 19, 2024

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของเพคตินจากเปลือกกาแฟต่อคุณภาพของแยมลูกหม่อน ด้วยการนำเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟแห้งมาใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหารในผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน ในปริมาณร้อยละ 0.75, 1.25 และ 1.75 และมีตัวอย่างสูตรควบคุมด้วยการใช้ผงเพคตินทางการค้าที่ปริมาณร้อยละ 0.75 จากนั้นนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน พบว่า ค่าความหนืดของแยมลูกหม่อนทั้ง 3 ปริมาณของการใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟมีค่าเพิ่มขึ้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนค่าสี pH และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของแยมลูกหม่อนทั้งสูตรควบคุม และสูตรที่มีการเติมเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของแยมลูกหม่อนที่ใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยปริมาณเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟทั้ง 3 ปริมาณที่ใส่ลงในแยมลูกหม่อน พบว่า แยมลูกหม่อน มีคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของแยม และเมื่อนำผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนไปทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า ปริมาณเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟที่ใส่ลงไปในการผลิตผลิตภัณฑ์แยมที่ร้อยละ 1.75 นั้น ได้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในระดับชอบปานกลาง

คำสำคัญ: เพคติน เปลือกกาแฟ แยมลูกหม่อน

ABSTRACT

The study examined the effects of pectin extracted from coffee husks on the quality of mulberry jam. Pectin extracted from dried coffee husks was used as a food additive in mulberry jam at concentrations of 0.75%, 1.25%, and 1.75%. A control sample using commercial pectin powder at a concentration of 0.75% was also included. The analysis included physical, chemical, microbiological properties, and sensory preference testing of the mulberry jam. The results showed that the viscosity of the mulberry jam increased significantly with each of the three concentrations of coffee husk pectin ($P \leq 0.05$). There were significant differences in color, pH, and soluble solids content between the control sample and the samples with added coffee husk pectin ($P \leq 0.05$). However, the water activity (a_w) of the mulberry jam with added coffee husk pectin did not differ significantly ($P > 0.05$). All three concentrations of coffee husk pectin used in the mulberry jam met the physical, chemical, and microbiological quality standards for community product standards of jam. Sensory evaluation indicated that the mulberry jam with 1.75% coffee husk pectin received the highest preference scores in all sensory attributes at a moderate liking level.

Keywords: Pectin, Coffee Husks, Mulberry Jam

บทนำ

กาแฟเป็นเครื่องดื่มที่ทำมาจากเมล็ด ซึ่งได้จากต้นกาแฟและผ่านการคั่วหรือที่มักเรียกว่า เมล็ดกาแฟคั่ว ในปัจจุบันมีการปลูกกาแฟมากกว่า 70 ประเทศทั่วโลก สำหรับสายพันธุ์หลักของกาแฟที่ปลูกกันทั่วไปจะมีอยู่ด้วยกัน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ กาแฟอาราบิก้า (Coffee arabica) และกาแฟโรบัสต้า (Coffee canephora) โดยกาแฟอาราบิก้าจะเป็นกาแฟที่ได้รับความนิยมในการดื่มมากกว่ากาแฟโรบัสต้า เนื่องจากกาแฟโรบัสต้ามีรสชาติที่ขมกว่าและให้รสชาติได้น้อยกว่ากาแฟอาราบิก้า ส่วนประกอบหลักของผลกาแฟ ได้แก่ ผิวหรือเปลือก มีซีเลจหรือชั้นเมือกหุ้มกะลา พาร์ชเมนต์หรือกะลากาแฟ สเปิร์มโมเดิร์มหรือเนื้อเยื่อบาง ๆ ห่อหุ้ม เมล็ดกาแฟ เอนโดสเปิร์มหรือส่วนที่ใช้สะสมอาหาร (นัทธมน และคณะ, 2561)

ในปัจจุบันประเทศไทยมีแนวโน้มการบริโภคกาแฟเพิ่มสูงขึ้นในทุก ๆ ปี ส่งผลให้มีความต้องการใช้เมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้น จึงทำให้ปริมาณของเปลือกกาแฟที่มีการสีทิ้งจากกระบวนการผลิตมีมากขึ้นด้วย

ซึ่งในกระบวนการผลิต กาแฟทุก ๆ 2 ตัน จะมีการสีเปลือกกาแฟทั้งประมาณ 1 ตัน หากปล่อยทิ้งไว้ จะกลายเป็นปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและสูญเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัด (นัทธมน และคณะ, 2561) จากการศึกษาพบว่า ในเปลือกกาแฟจะมีสารประกอบเพคตินเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย ทางผู้วิจัย จึงเล็งเห็นว่าในส่วนนี้น่าจะสามารถนำมาสกัดให้เป็นเพคติน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการนำไปทำเป็น ผลิตภัณฑ์แยมได้ โดยแยมเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อผลไม้กับสารให้ความหวาน อาจผสมน้ำผลไม้ หรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วย มีลักษณะเป็นเจล มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวที่มีความข้นเหนียวพอเหมาะ สำหรับใช้ ทาบนขนมปังได้ (วรวิชนม์ และคณะ, 2563)

เพคตินเป็นสารผสมอาหารเพื่อให้เกิดเนื้อสัมผัสตามต้องการ เป็นตัวทำให้เกิดเจล (gelling agent) ทำให้เกิดความข้นหนืด (thickener) และทำให้เกิดการคงตัว (stabilizer) ในผลิตภัณฑ์อาหาร หลายประเภท เช่น เครื่องดื่ม เครื่องปรุง แยม เยลลี่ นม และโยเกิร์ต การนำเพคตินมาใช้ประโยชน์ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การนำไปใช้ ค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารและชนิดของผลิตภัณฑ์อาหาร ในปัจจุบันเพคตินสกัดได้จากเนื้อของหัวผักกาดฝรั่ง (sugar beet pulp) ที่บีบน้ำตาลออกแล้ว เปลือกส้มชั้นใน (citrus albedo) และกากของแอปเปิ้ล (apple pomace) หลังจากแยกน้ำแอปเปิ้ล ออกแล้ว อย่างไรก็ตามปริมาณความต้องการใช้เพคตินทั่วโลกยังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Pasandide *et al*, 2017; หยาดรุ้ง และคณะ, 2562) ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้นำเปลือกกาแฟมาสกัดให้เป็น ผงเพคติน จากนั้นนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารในผลิตภัณฑ์ ได้แก่ แยมลูกหม่อน เนื่องจากแยมเป็น ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากผลไม้ที่มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวหนืด ซึ่งเพคตินสามารถใช้เป็นส่วนผสมในการนำมา ทำผลิตภัณฑ์แยมตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของเพคตินจากเปลือกกาแฟต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน
2. เพื่อศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนที่มีเพคตินสกัดจากเปลือก กาแฟ

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกาแฟ

เปลือกกาแฟนั้นอุดมไปด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน แอนโทไซยานิน แทนนิน โพลีฟีนอล และ คาเฟอีน เมล็ดกาแฟหลังจากปอกเปลือกแล้วจะมีชั้นเนื้อกาแฟที่ห่อหุ้มเมล็ดไว้มีลักษณะเป็นเมือกหนาราว 0.8 มิลลิเมตร ประกอบด้วย น้ำ ร้อยละ 84.2 โปรตีน ร้อยละ 8.9 น้ำตาลร้อยละ 4.1 และ สารประกอบเพคติน ร้อยละ 0.91 โดยทั่วไปเปลือกและเมือกของกาแฟจะถูกนำมาใช้ประโยชน์เพื่อ เพิ่มมูลค่า และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (นัทธมน และคณะ, 2561)

ปัจจุบันทั่วโลกมีกาแฟอยู่มากกว่า 6,000 สายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อการค้า ได้แก่ พันธุ์อาราบิก้าและโรบัสต้า กาแฟพันธุ์อาราบิก้า (*Coffea arabica*) เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดในโลก อาราบิก้าเป็นพืชกึ่งเมืองหนาว สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้น พื้นที่ที่อยู่สูงกว่า ระดับน้ำทะเลประมาณ 800-1,500 เมตร สภาพอากาศค่อนข้างเย็นอุณหภูมิประมาณ 15-24

องศาเซลเซียส กาแฟอาราบิก้าให้กลิ่นหอมและรสชาตินุ่มนวลกลมกล่อมกว่ากาแฟสายพันธุ์อื่น ๆ ราคาต่อกิโลกรัม จึงสูงกว่ากาแฟพันธุ์โรบัสต้า นิยมนำมาคั่ว บด ชง โดยการกรองกากหรือที่นิยมเรียกว่า กาแฟสด ในประเทศไทยกาแฟพันธุ์อาราบิก้านิยมปลูกกันมากบนดอยสูงที่มีอากาศหนาวเย็น แล่ภาคเหนือ โดยเฉพาะในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน และตาก โดยฤดูกาลเก็บเกี่ยวกาแฟจะอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ ในช่วงเวลานี้จะมีวัฏศุนีเข้าสู่กระบวนการผลิตมาก ทำให้มีวัศศุนีเหลือทิ้ง คือเปลือกกาแฟในปริมาณมาก (นิรมล และสุทธิวัลย์, 2554) ซึ่งในเปลือกกาแฟจะมีสารประกอบเพคตินเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย (นัทรณ และคณะ, 2561) ทางผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าในส่วนนี้น่าจะสามารถนำมาสกัดให้เป็นเพคตินทางการค้าและนำไปจำหน่าย เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับของเหลือทิ้ง โดยเปลือกเมล็ดกาแฟที่นำมาใช้ในการสกัดเพคติน ในงานวิจัยเป็นของวิสาหกิจชุมชนกาแฟต้นน้ำป่าแป๋ และการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

เพคติน

เพคตินเป็นสารประกอบพอลิเมอร์ที่พบในพืช เช่นเดียวกับแป้งและเซลลูโลส ประกอบด้วยกรดกาแลคทูโรนิก (galacturonic acid) ต่อกันด้วยพันธะแอลฟา 1,4 ไกลโคซิดิก (α - 1,4 glycosidic) ตามข้อกำหนดของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (Food and Drug Administration: FDA) ระบุว่า เพคตินต้องประกอบด้วยปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกอย่างน้อยร้อยละ 65 เพคตินเป็นสารผสมอาหารเพื่อให้เกิดเนื้อสัมผัสตามต้องการ เป็นตัวทำให้เกิดเจล (gelling agent) ทำให้เกิดความข้นหนืด (thickener) และทำให้เกิดการคงตัว (stabilizer) ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภท เช่น เครื่องดื่ม เครื่องปรุง แยม เยลลี่ นม และโยเกิร์ต เพคตินสามารถนำมาใช้เป็นฟิล์มที่กินได้ (edible film) และฟิล์มที่ย่อยสลายได้ (biodegradable film) ตัวเชื่อมประสาน (adhesives) ป้องกันการกัดกร่อน (corrosion inhibitor) รวมทั้งพลาสติกไซเซอร์ (plasticizers) ในอุตสาหกรรม ยาและเครื่องสำอาง แต่การประยุกต์ใช้เพคตินต้องคำนึงถึงระดับการเกิด เอสเทอร์ิฟิเคชัน (degree of esterification, % DE) เพราะเป็นตัวบ่งบอกคุณสมบัติการเกิดเจล เพคตินสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามปริมาณหมู่เมทอกซิล ได้แก่ เพคตินชนิดที่มีหมู่เมทอกซิลสูง (High Methoxyl Pectin, HMP) และเพคตินชนิดที่มีหมู่เมทอกซิลต่ำ (Low Methoxyl Pectin, LMP) เพคตินแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติการเกิดเจลที่แตกต่างกัน เพคตินชนิดที่มีหมู่เมทอกซิลต่ำ เป็นเพคตินที่มีระดับของเมทิลเอสเทอร์ิฟิเคชัน น้อยกว่าร้อยละ 50 เกิดเจลได้โดยไม่ต้องมีของแข็งที่ละลายได้ (soluble solid) แต่ต้องมีแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) ประมาณร้อยละ 3 มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid) ร้อยละ 10-80 ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 2.9-5.5 เจลที่ได้จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นมากกว่าเจลที่ได้จากเพคตินที่มีหมู่เมทอกซิลสูง เพคตินชนิดที่มีหมู่เมทอกซิลสูงเป็นเพคตินที่มีระดับของเมทิลเอสเทอร์ิฟิเคชัน มากกว่าร้อยละ 50 จะเกิดเจลได้เมื่อมีของแข็งที่ละลายได้มากกว่าร้อยละ 55 ใช้กับอาหารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 3.5 การนำเพคตินมาใช้ประโยชน์ขึ้นอยู่กับวัศศุนีประสงค์การนำไปใช้ค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารและชนิดของผลิตภัณฑ์อาหาร ในปัจจุบันเพคตินสกัดได้จากเนื้อของ

หัวผักกาดฝรั่ง (sugar beet pulp) ที่บีบน้ำตาลออกแล้ว เปลือกส้มชั้นใน (citrus albedo) และกากของแอปเปิ้ล (apple pomace) หลังจากแยบน้ำแอปเปิ้ลออกแล้ว อย่างไรก็ตามปริมาณความต้องการใช้เพคตินทั่วโลก ยังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งประเทศไทยเองมีการนำเข้าจากต่างประเทศเป็นปริมาณมากในแต่ละปีและมีราคาค่อนข้างแพง จึงมีงานวิจัยหลายงานที่มีการสกัดเพคตินจากเศษเหลือทางการเกษตรและเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อใช้ทดแทนเพคตินทางการค้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น เปลือกกล้วย เปลือกเสาวรส เปลือกแก้วมังกร กากแครอท และเปลือกผลไม้ตระกูลส้ม เป็นต้น (หยาดรุ้ง และคณะ, 2562)

วิธีการดำเนินการวิจัย

นำผงเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกกาแฟแห้งด้วยวิธีการสกัด โดยใช้เปลือกกาแฟที่ไม่ปนแซ่สารละลายเอทานอลที่เป็นกรดทางอาหาร และใช้น้ำส้มสายชูในการสกัดเพคตินจากงานวิจัยเรื่องการสกัดเพคตินจากเปลือกกาแฟเพื่อใช้ประโยชน์ในการทำแยมลูกหม่อน (ธัญนันท์ และคณะ, 2565) โดยเปลือกเมล็ดกาแฟที่นำมาใช้ในการสกัดเพคติน ในงานวิจัยเป็นของวิสาหกิจชุมชนกาแฟต้นน้ำป่าแป๋ และการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ใส่ลงในแยมลูกหม่อนที่ปริมาณร้อยละ 0.75, 1.25 และ 1.75 และมีตัวอย่างควบคุมด้วยการใช้ผงเพคตินทางการค้าที่ปริมาณร้อยละ 0.75 ใส่ลงไปแยมลูกหม่อนเช่นกัน ซึ่งในกระบวนการทำแยมมีวิธีการด้วยการนำลูกหม่อนมาล้างให้สะอาด จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่น แล้วเทลงในกระทะทอง เติมน้ำตาลทราย และเพคตินในปริมาณต่าง ๆ ตามปริมาณการใช้ของแต่ละสูตร เคี่ยวด้วยไฟอ่อนถึงปานกลาง เมื่อเคี่ยวจนได้ที่ให้ยกลงและนำมาเทใส่ขวดแยมที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยการลวกหรือนึ่งพร้อมฝา แล้วปิดฝาทันที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน ดังนี้

1. การศึกษาผลของเพคตินจากเปลือกกาแฟต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน

1.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

1.1.1 ค่าสี L^* , a^* และ b^* ด้วยเครื่องมือ Color-meter (Chroma Meter: CR-400, Minolta, Japan)

1.1.2 ค่าความหนืด ด้วยเครื่องมือ Bostwick consistometer (Bostwick Consistometer: CSC Scientific, U.S.A.)

1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

1.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH meter (pH meter: 510, Eutech Instruments, Singapore)

1.2.2 ค่า water activity (a_w) ด้วยเครื่อง Water activity meter (Aqua Lab model series 3, Decagon Device Inc., USA)

1.2.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid, TSS) ด้วยเครื่อง hand refractometer (Refractometer: PAL- α , Atago, Japan)

1.3 การวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา

1.3.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2019)

1.3.2 ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2019)

นำค่าที่ได้จากการทดลอง 3 ซ้ำ มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) และมีการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2. การศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนที่มีเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟ

ทำการศึกษาความชอบที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ด้วยการนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสหวาน ความหนืด และความชอบโดยรวม โดยมีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

นำผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนที่มีเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟและสูตรควบคุม (control) มาทดสอบชิมเพื่อหาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดยจัดใส่ภาชนะสำหรับชิม จากนั้นให้ผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝนทำการทดสอบชิมจำนวน 50 คน พร้อมน้ำเปล่า และทำการประเมินความชอบที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสหวาน ความหนืด และความชอบโดยรวม โดยทดสอบด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scale) กำหนดระดับความชอบดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	2 = ไม่ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	5 = เฉย ๆ	6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง	8 = ชอบมาก	9 = ชอบมากที่สุด

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) (ANOVA) โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) และมีการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนที่มีเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟ

การศึกษานี้ได้นำผงเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกกาแฟใส่ลงไปในแยมลูกหม่อนที่ปริมาณร้อยละ 0.75, 1.25 และ 1.75 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนไปศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน

สมบัติทางกายภาพ	ปริมาณการใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟในแยมลูกหม่อน (ร้อยละ)			
	Control (เพคตินทาง การค้า)	0.75	1.25	1.75
ค่าความหนืด (เซนติเมตร/นาที)	0.80 ^c ±0.04	1.20 ^b ±0.04	1.23 ^b ±0.08	2.00 ^a ±0.06
L*	14.47 ^b ±0.13	15.05 ^{ab} ±0.61	15.32 ^a ±0.34	15.32 ^a ±0.08
a*	9.39 ^c ±0.26	11.48 ^b ±0.98	12.61 ^{ab} ±0.62	13.07 ^a ±0.27
b*	3.89 ^c ±0.14	4.55 ^b ±0.37	5.21 ^a ±0.25	5.37 ^a ±0.06
สมบัติทางเคมี				
a _w ^{ns}	0.96±0.01	0.94±0.01	0.95±1.37	0.95±1.37
pH	3.50 ^a ±0.10	3.47 ^a ±0.10	3.33 ^a ±0.06	3.01 ^b ±0.12
ปริมาณของแข็งที่ละลาย น้ำได้ (%brix)	33.60 ^c ±0.46	41.13 ^a ±1.59	39.63 ^{ab} ±1.01	37.90 ^b ±0.26
สมบัติทางจุลชีววิทยา				
Total Plate Count (CFU/g)	2.0×10	1.5×10	3.8×10	3.5×10
Yeast and Mold (CFU/g)	<10	<10	<10	<10

หมายเหตุ : ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 1 เมื่อนำผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนมาทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนืดและค่าสี พบว่า แยมลูกหม่อนที่มีการใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟไปวัดค่าความหนืดพบว่า แยมที่ได้จากการเติมเพคตินที่สกัดจากเปลือกกาแฟมีลักษณะค่อนข้างเหลว แต่มีความหนืดกว่าแยมที่ไม่ได้ใส่เพคติน ใช้ระยะเวลาในการเคี่ยวน้อยกว่าแยมสูตรควบคุม ส่วนแยมที่เติมเพคตินทางการค้ามีลักษณะข้นเหนียวและใช้ระยะเวลาในการเคี่ยวนานกว่า โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเพคตินที่ใส่ลงไป ในแยมลูกหม่อนนั้นจะเห็นได้ว่า ค่าความหนืดของแยมลูกหม่อนทั้ง 3 ปริมาณของการใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟได้แก่ ร้อยละ 0.75, 1.25 และ 1.75 มีค่าเพิ่มขึ้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของแยมลูกหม่อน ได้แก่ ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) pH และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของแยมลูกหม่อนที่ใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของแยมลูกหม่อนทั้งสูตรควบคุมและสูตรที่มีการเติม เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าลดลงเมื่อมีการใส่ปริมาณเพคตินที่มากขึ้นลงไป ในแยมลูกหม่อน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ [6] ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์แยมกระเจียบแดงที่ใส่เพคตินจากเปลือกแตงโม พบว่ามีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 65-68 บริกซ์ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 2.2-2.4 โดยมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแยมที่ใส่เพคตินทางการค้า

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนนั้น พบว่า ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณเชื้อยีสต์และรา นั้น มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ $1.5 \times 10^3 - 3.5 \times 10^3$ CFU/g ส่วนปริมาณยีสต์และรานั้นมีปริมาณ < 10 CFU/g ทุกปริมาณการใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟในแยมลูกหม่อน

2. ผลการศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนที่มีเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟ

นำผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนทั้ง 4 สูตรไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสหวาน ความหนืด และความชอบโดยรวม ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน

ปริมาณเพคตินสกัด จากเปลือกกาแฟใน ผลิตภัณฑ์แยมลูก หม่อน (ร้อยละ)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสหวาน	ความหนืด	ความชอบ โดยรวม
Control (เพคตินทางการค้า)	6.52±1.58	5.40±2.02	5.56 ^b ±2.03	5.30 ^b ±1.88	6.46 ^b ±1.51
0.75	6.64±1.63	5.74±1.94	6.66 ^a ±2.06	6.02 ^{ab} ±1.77	7.14 ^a ±1.53
1.25	6.78±1.66	5.90±1.92	6.64 ^a ±1.66	5.94 ^{ab} ±1.97	6.94 ^{ab} ±1.49
1.75	6.96±1.48	6.02±1.86	6.98 ^a ±1.71	6.36 ^a ±1.85	7.40 ^a ±1.39

หมายเหตุ : ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวดิ่งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 2 เมื่อทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แยมทั้ง 4 สูตร จากผลคะแนนของการทดสอบความชอบของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสหวาน ความหนืด และความชอบโดยรวม อยู่ในเกณฑ์ระดับชอบปานกลาง โดยในด้านสีมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.52–6.96 กลิ่นมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.40–6.02 รสหวานมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.56–6.98 ความหนืดมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.30–6.36 และความชอบโดยรวมมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.46–7.40 ซึ่งในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านรสหวาน ความหนืด และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับแยมลูกหม่อนสูตรควบคุม แต่ในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสีและกลิ่นนั้น พบว่า แยมลูกหม่อนที่มีการเติมเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับแยมสูตรควบคุมที่ใส่เพคตินทางการค้า โดยปริมาณเพคตินที่สกัดจากเปลือกกาแฟที่ใส่ลงไประยะ 1.75 ในผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนนั้น ได้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในทุก ๆ คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ส่วนปริมาณเพคตินที่สกัดจากเปลือกกาแฟที่ใส่ลงไประยะ 0.75 และ 1.25 ได้คะแนนความชอบรองลงมา ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

การนำเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟแห้ง มาใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหารในผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนในปริมาณร้อยละ 0.75, 1.25 และ 1.75 โดยเปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้าที่ใส่ใน

ปริมาณร้อยละ 0.75 พบว่า เพคตินที่สกัดจากเปลือกกาแฟเมื่อนำไปใส่ในแยมลูกหม่อนมีคุณสมบัติด้านความหนืดตามคุณสมบัติของเพคตินที่เป็นสารทำให้เกิดเจล (gelling agent) โดยเพคตินมีสมบัติพิเศษคือเมื่อรวมตัวกับน้ำตาลและกรดในปริมาณที่เหมาะสม ทำให้เกิดเป็นเจลที่อ่อนนุ่มสามารถนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์แยมและเยลลี่ได้

เพคตินเป็นสารผสมอาหารเพื่อให้เกิดเนื้อสัมผัสตามต้องการ เป็นตัวทำให้เกิดเจล (gelling agent) ทำให้เกิดความข้นหนืด (thickener) และทำให้เกิดการคงตัว (stabilizer) ในผลิตภัณฑ์แยมได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของหยาดรุ้ง และคณะ (2562) ที่มีการศึกษาการสกัดและการประยุกต์ใช้เพคตินจากเปลือกทุเรียนมาทำเป็นผลิตภัณฑ์แยมและเยลลี่ พบว่า ลักษณะของแยมสับปะรดที่เติมเพคตินจากเปลือกทุเรียนจะมีลักษณะเหลว เนื้อแยมอ่อนกว่าการเติมเพคตินทางการค้าส่วนเยลลี่ส้มที่มีการเติมเพคตินจากเปลือกทุเรียนมีลักษณะยืดหยุ่นน้อย และอ่อนนุ่มกว่าที่ใช้เพคตินทางการค้า ทั้งนี้เนื่องจาก ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกของเพคตินที่สกัดได้มีปริมาณน้อยกว่าเพคตินทางการค้า ส่วนค่าสีของผลิตภัณฑ์แยมที่ใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟทั้ง 3 ปริมาณมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแยมสูตรควบคุมที่มีการใส่เพคตินทางการค้า ($P \leq 0.05$) เพราะสีของเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกกาแฟมีสีน้ำตาลเข้มกว่าเพคตินทางการค้าอย่างเห็นได้ชัด จึงทำให้มีผลต่อสีของแยมลูกหม่อนที่มีสีม่วงแดง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอินทรา และคณะ (2563) ได้ศึกษาผลของเพคตินจากเปลือกแดงโมต่อคุณภาพของแยมกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.) ซึ่งแยมกระเจี๊ยบแดงทุกชุดการทดลองมีสีม่วงแดง โดยมีการเติมปริมาณเพคตินทางการค้าที่ร้อยละ 0.49 ส่วนปริมาณเพคตินจากเปลือกแดงโมที่ร้อยละ 0.1, 0.49 และ 0.89 พบว่า ค่าสีของแยมในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันโดยมีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 21.03, 20.97, 21.73, และ 21.80 ตามลำดับ และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 2.70, 2.90, 2.90 และ 2.27 ตามลำดับ ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a^*) เท่ากับ 0.40 0.77 0.57 และ 0.37 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ปริมาณเฉลี่ยเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณเฉลี่ยเชื้อยีสต์และราของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนนั้น เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของแยม (มผช.342/2561) โดยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องน้อยกว่า 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องน้อยกว่า 100 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2561) จากผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนสูตรควบคุมและสูตรที่มีการเติมเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของแยม ตามประกาศของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ผลการศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนที่มีเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟนั้น จะเห็นได้ว่า การใส่เพคตินที่สกัดจากเปลือกกาแฟลงไปในแยมลูกหม่อนที่ปริมาณร้อยละ 0.75, 1.25 และ 1.75 ทำให้คะแนนความชอบจากผู้บริโภคเพิ่มขึ้นและมีคะแนนแตกต่างจากแยมลูกหม่อนสูตรควบคุมที่ใส่เพคตินทางการค้า

สรุปผล

ปริมาณเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟที่ใส่ลงในแยมลูกหม่อนทั้ง 3 ปริมาณที่ร้อยละ 0.75, 1.25 และ 1.75 ทำให้แยมมีค่าคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของแยม (มผช.342/2561) ตามประกาศของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ส่วนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นั้น ปริมาณเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟที่ใส่ลงไปในการผลิตแยมที่ปริมาณร้อยละ 1.75 นั้น ได้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในทุก ๆ คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในระดับชอบปานกลาง ดังนั้นการใช้ เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟอาจเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการผลิตแยมลูกหม่อน เนื่องจากการใช้เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟได้แยมที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้า โดยสามารถใช้ได้ที่ระดับต่ำสุดร้อยละ 0.75 ในการผลิตแยมได้

ข้อเสนอแนะ

เพคตินที่สกัดจากเปลือกกาแฟแห้งมีสีที่เข้ม จึงเหมาะในการไปใช้ประโยชน์ในการทำแยมและเยลลี่ที่มีผลไม้มี่เข้มตามไปด้วย เพื่อป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟแห้งมีสีคล้ำ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

เอกสารอ้างอิง

- ธัญนันท์ ฤทธิมณี, นภารัตน์ จิวาลักษณ์ และครองจิต วรรณวงศ์. (2565). การสกัดเพคตินจากเปลือกกาแฟเพื่อใช้ประโยชน์ในการทำแยมลูกหม่อน (รายงานการวิจัย).
 เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- นิรมล ปัญญาบุญกุล และสุทธวิทย์ สีทา. (2554). ผลของการทำแห้งต่อองค์ประกอบและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเนื้อผลกาแฟ (รายงานการวิจัย). เชียงราย: มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- นัทธมน อินทร์เขียว, ปาริฉัตร อิทธิธรรม และศศิธร ใบผ่อง. (2561). การสกัดเพคตินจากเปลือกกาแฟ (รายงานการวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- วริศชนม์ นิลนนท์, กุลพร พุทธิมี และสุพร สังข์สุวรรณ. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมทุเรียนไร้น้ำตาลด้วยการใช้สารให้ความหวานทดแทน. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 15 ประจำปี 2563*. (น.1803-1812). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2561). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแยม. จาก [https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0342_61\(แยม\).pdf](https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0342_61(แยม).pdf).
- หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์, จิรพร สวัสดิการ และรุ่งทิวา สุวรรณรัตน์. (2562). การสกัดและการประยุกต์ใช้เพคตินจากเปลือกทุเรียน. *วารสารวิจัยรำไพพรรณี*, 13(2), 25-37.
- อินทรา ลิจันทรพร, นันทชนก นันทะไชย, ปาลิดา ตั้งอนุรัตน์, อัญชลินทร์ สิงห์คำ และประดิษฐ์ คำหนองไผ่. (2563). ผลของเพคตินจากเปลือกแตงโมต่อคุณภาพของแยมกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi*, 19(1), 64-73.
- AOAC. (2019). *Official Methods of analysis of AOAC international* (21th ed.), AOAC: Washington DC.
- Pasandide, B., Khodaiyan, Z., & Hosseini, S. (2017). Optimization of Aqueous Pectin Extraction from Citrus medica peel. *Carbohydrate Polymers*, 178, 27-33.

การเพิ่มศักยภาพทางเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ
ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่

Enhancing Digital Market Technology Potential for Community Enterprise
Handwoven Textile Producers in Mae Rim District, Chiang Mai Province

บุษราภรณ์ มัทธนะชัย และ ชนินทร์ มัทธนะชัย*

Butsaraporn Mahatthanachai and Chanin Mahatthanachai*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

Email: butsaraporn@g.cmru.ac.th

Received : April 10, 2024

Revised : June 4, 2024

Accepted : June 11, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้ มีวัตถุประสงค์คือ 1) สร้างโมเดลธุรกิจทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ผ้าทอของวิสาหกิจชุมชน 2) พัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลและประชาสัมพันธ์ช่องทางการตลาดดิจิทัล 3) ถ่ายทอดความรู้ด้านการตลาดดิจิทัลให้กับวิสาหกิจชุมชน วิธีดำเนินการวิจัยโดยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม กลุ่มตัวอย่างคือ วิสาหกิจชุมชนบ้านแม่สาบน้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่ก๊ะเปียง ตำบลสะลวง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 25 คน การดำเนินงานวิจัยโดย ศึกษาบริบทชุมชน สร้างโมเดลทางการตลาดดิจิทัล การพัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลและประชาสัมพันธ์ช่องทางการตลาดดิจิทัล และการจัดอบรมถ่ายทอดความรู้ทางการตลาดดิจิทัลให้กับชุมชน ผลจากการศึกษาพบว่า วิสาหกิจชุมชนบ้านแม่สาบน้อยมีทักษะพื้นฐานทางเทคโนโลยีดิจิทัล จึงเสริมสร้างการตลาดดิจิทัลด้วยแพลตฟอร์มเฟซบุ๊ก การนำเสนอและโปรโมทด้วยกายอิงแอดโฆษณา การสร้างคอนเทนต์โพสต์ลงหน้าเพจ การใช้ไลน์ออฟฟิศเชียลแอ็กเคานต์ การใช้งานไลน์มายซ์อ็อป และสร้างสื่อวีดิทัศน์ และวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่ก๊ะเปียงยังไม่มีทักษะทางด้านเทคโนโลยีดิจิทัล จึงเริ่มต้นจากการใช้เพจเฟซบุ๊กและการสร้างสื่อวีดิทัศน์ เมื่อจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์ทางการตลาดดิจิทัลและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีตลาดดิจิทัล พบว่ามีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในการอบรมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.08, S.D.=0.52) สามารถนำความรู้เทคโนโลยีตลาดดิจิทัลนำไปปรับปรุงใช้งานในวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือได้

คำสำคัญ: ตลาดดิจิทัล, ตลาดออนไลน์, ผ้าทอมือ, วิสาหกิจชุมชน, กลุ่มชาติพันธุ์

ABSTRACT

This research aimed to: 1) create a business model for the marketing of woven products from community enterprises, 2) develop digital market technology and publicize digital marketing channels, and 3) transfer knowledge of digital marketing to community enterprises. The research was conducted using participatory action research. The sample groups were 25 participants from the Mae Sa Noi community enterprise in Pong Yaeng Subdistrict, Mae Rim District, Chiang Mai Province, and the Mae Ka Pieng community enterprise in Saluang Subdistrict, Mae Rim District, Chiang Mai Province. The research process included studying the community context, creating a digital marketing model, developing digital market technology and publicizing digital marketing channels, and organizing training sessions to transfer digital marketing knowledge to the community. It was found that the Mae Sa Noi community enterprise had basic digital technology skills, enhancing their digital marketing through Facebook platforms, ad campaigns, content creation and posting on their page, using LINE Official Account, LINE MyShop, and creating video media. Meanwhile, the Mae Ka Pieng community enterprise lacked digital technology skills, so they started with a Facebook page and video media creation. Training on digital marketing strategies and applying digital market technology showed an average satisfaction at a high level ($\bar{X} = 4.08$, S.D. = 0.52). The knowledge of digital market technology could be adapted and utilized in the handwoven textile community enterprises.

Keywords: Digital Marketing, Online Marketing, Handwoven Textile, Community Enterprise, Ethnic Group

บทนำ

การนำสื่อดิจิทัลมาช่วยในการดำเนินชีวิตจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะทางการตลาดออนไลน์ มีบทบาทกับธุรกิจปัจจุบัน การทำตลาดดิจิทัลโดยใช้ช่องทางอินเทอร์เน็ตเทคโนโลยีและเครือข่ายสังคมออนไลน์ผสมผสานกันกลยุทธ์ทางการตลาด การเปิดช่องทางการตลาดให้กว้างไกลและช่วยประหยัดเวลาและลดต้นทุน การทำตลาดดิจิทัลก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในเศรษฐกิจโลก ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามเทคโนโลยีจะเป็นส่วนสำคัญในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าไทย ทั้งนี้

มีเป้าหมายหลักในการขับเคลื่อนพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าไทยผ่านรูปแบบการค้าใหม่นี้ให้กับธุรกิจขนาดกลาง ขนาดเล็ก และสร้างธุรกิจเกิดใหม่ด้วยการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ให้เกิดประโยชน์กับภาคธุรกิจ ในการปรับเปลี่ยนแนวคิดและกระบวนการทางธุรกิจบนพื้นฐานของเทคโนโลยีดิจิทัลที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนโฉมการค้าเน้นธุรกิจ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2566)

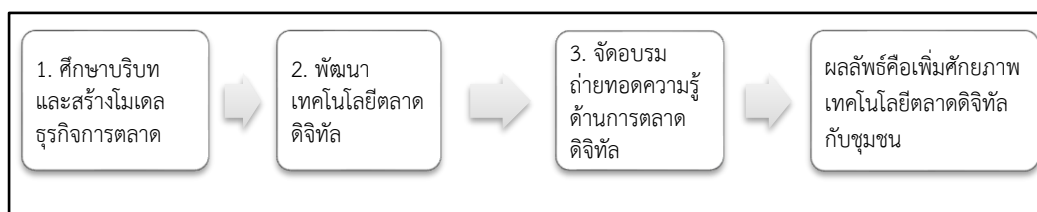
กลุ่มวิสาหกิจชุมชนในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ หลายชุมชนมีการผลิตสินค้าที่มาจากอัตลักษณ์ภูมิปัญญาของชุมชน โดยเฉพาะกลุ่มชาติพันธุ์ได้นำวิถีชีวิตการทอผ้าจากภูมิปัญญาดั้งเดิมมาผลิตผ้าทอมือเป็นรายได้แก่ครอบครัว การจำหน่ายสินค้ายังคงใช้จากวงจำหน่ายทางร้านและการร่วมงานแสดงสินค้าเป็นหลัก (ธัญพร ฌนอมวรกุล, การสื่อสารส่วนบุคคล, 5 พฤศจิกายน 2565) หลายชุมชนยังไม่มีการจำหน่ายสินค้าทางออนไลน์ เนื่องจากขาดทักษะการใช้งานเทคโนโลยีและการตลาดดิจิทัล หากมีการส่งเสริมการนำกระบวนการทางการตลาดดิจิทัลและเทคโนโลยีมาประยุกต์เพื่อส่งเสริมทางการตลาดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เสริมความรู้ความเข้าใจและทักษะการใช้เทคโนโลยีจะเป็นการยกระดับคุณภาพชีวิตของชุมชนก่อให้เกิดรายได้ ในงานวิจัยนี้จะศึกษาองค์ความรู้ผลิตภัณฑ์และการตลาดของชุมชน นำไปสร้างโมเดลธุรกิจตลาดดิจิทัลเป็นแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลด้านการตลาดวิสาหกิจชุมชน เป็นช่องทางโปรโมทผลิตภัณฑ์ชุมชนและถ่ายทอดความรู้ที่ได้และทักษะการใช้เทคโนโลยีด้านการตลาดให้ชุมชนนำไปต่อยอดพัฒนาด้วยตนเอง เพิ่มความแข็งแกร่งทางเศรษฐกิจให้แก่ชุมชน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. สร้างโมเดลธุรกิจทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ผ้าทอของวิสาหกิจชุมชน
2. พัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลและประชาสัมพันธ์ช่องทางการตลาดดิจิทัล
3. ถ่ายทอดความรู้ด้านการตลาดดิจิทัลให้กับวิสาหกิจชุมชน

วิธีการดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

การดำเนินวิจัยจากกรอบแนวคิดในภาพประกอบ 1 โดยเริ่มจากการศึกษาบริบทและการตลาดชุมชน นำข้อมูลมาสร้างโมเดลธุรกิจเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัล เป็นช่องทางประชาสัมพันธ์ในตลาดดิจิทัล และจัดอบรมให้ความรู้ด้านการตลาดดิจิทัลเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดธุรกิจของชุมชนได้

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ขอบเขตงานวิจัยมีดังนี้

1. ขอบเขตด้านพื้นที่ ดำเนินการวิจัยในพื้นที่อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่
2. ประชากร คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ ในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ที่เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ 2 กลุ่ม คือ วิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่สาบน้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ม้งมีจำนวนสมาชิก 20 คน และวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่ก๊ะเปียง ตำบลสะลวง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ปวาเกอญูหรือกระเหรี่ยงมีจำนวนสมาชิก 25 คน และเป็นพื้นที่ตามยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ในการพัฒนาท้องถิ่น

3. กลุ่มตัวอย่าง คือ วิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่สาบน้อย จำนวน 15 คน และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่ก๊ะเปียง จำนวน 10 คน รวมทั้งสิ้น 25 คน โดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจงผู้ที่มีความชำนาญในการทำผ้าทอมือ หรือผู้ที่มีทักษะการใช้เทคโนโลยีทางการตลาดออนไลน์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยใช้แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

1. แบบสัมภาษณ์ เพื่อหาองค์ความรู้ผลิตภัณฑ์ของชุมชนและด้านการตลาด
2. เทคโนโลยีตลาดดิจิทัล เพื่อเป็นช่องทางในการประชาสัมพันธ์สินค้า
3. แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจต่อการอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดความรู้สู่ชุมชน

วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาบริบทชุมชนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ
2. การสร้างโมเดลธุรกิจตลาดของผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ
3. พัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลและประชาสัมพันธ์ช่องทางการตลาดดิจิทัล
4. การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดความรู้การตลาดดิจิทัลและเทคโนโลยีดิจิทัลให้ชุมชน

วิธีการรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม การสัมภาษณ์เชิงลึก การสอบถามความพึงพอใจในการอบรมเชิงปฏิบัติการ
2. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้แก่ ศึกษาจากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้รายงานผลค่าเฉลี่ยและจัดอันดับความพึงพอใจโดยการรับรู้ โดยมีเกณฑ์เปรียบเทียบความพึงพอใจ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) คือ

ระดับความพึงพอใจ	ช่วงคะแนน
มากที่สุด	4.51-5.00
มาก	3.51-4.50
ปานกลาง	2.51-3.50
น้อย	1.51-2.50
น้อยที่สุด	1.00-1.50

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยจำแนกตามกิจกรรม ดังรายละเอียดนี้

1. ผลการศึกษาบริบทชุมชนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ

1.1 บริบทชุมชนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือบ้านแม่सान้อย

บ้านแม่सान้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นหมู่บ้านกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง มีวิถีชีวิตประเพณีและวัฒนธรรมความเป็นอยู่ที่สืบทอดกันมาเป็นเวลายาวนาน มีการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมประเพณีและการท่องเที่ยวเชิงศึกษาเส้นทางธรรมชาติตามวิถีการดำรงชีวิตของชาวม้ง เช่น การตีเงิน การปักผ้า การเขียนผ้าลายซิ่น เป็นต้น (ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่, 2560) จากการสัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชน คือ คุณธัญพร ถนอมวรกุล กล่าวว่า ชุมชนมีงานหัตถกรรม ที่ทำสืบทอดมาตั้งแต่บรรพบุรุษ ซึ่งถือเป็นวิถีชีวิตของชุมชนและเป็นภูมิปัญญาที่ทำสืบทอดกันมา รุ่นต่อรุ่นในด้านเครื่องนุ่งห่มและเครื่องแต่งกาย โดยชุดที่สวมใส่นั้นจะทำมาจากใยกล้วยของชาวม้ง มีความเชื่อว่าเส้นใยกล้วยจะเป็นสื่อที่สามารถติดต่อกับบรรพบุรุษได้ เมื่อสวมใส่ในฤดูร้อนจะทำให้ระบายความร้อนได้ดี และในฤดูหนาวก็จะทำให้ผู้สวมใส่รู้สึกอบอุ่น ในการผลิตผ้าใยกล้วยจะมีหลายขั้นตอน เช่น การปลูกต้นกล้วย การลอกเปลือกเส้นใยกล้วย การต่อเส้น การปั่นเกลียวเส้น การต้มเพื่อนำเปลือกกล้วยออก การชักเส้น ริดเส้น การทอผ้า การย้อมสี การเขียนผ้าลายซิ่น เป็นต้น สมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจมีประมาณ 20 คน สามารถผลิตสินค้าได้ 30-40 ชุดต่อเดือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การออกแบบลวดลายผ้า การจำหน่ายสินค้าจะมีศูนย์จำหน่ายสินค้าในชุมชนซึ่งนักท่องเที่ยวจะเข้ามาแวะชมซื้อสินค้า และจำหน่ายสินค้าในงานแสดงสินค้าต่าง ๆ ซึ่งสามารถเข้าถึงลูกค้าที่มีกำลังซื้อสูงและนิยมเสื้อผ้าพื้นเมืองผ้าใยกล้วย กลุ่มลูกค้ามีทุกช่วงวัยเนื่องจากสินค้ามีหลายประเภท เช่น เสื้อผ้า กระเป๋า หมวก ของที่ระลึก เป็นต้น รายได้ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนจะอยู่กับนักท่องเที่ยวที่มาแวะชมและ

การออกงานแสดงสินค้าต่าง ๆ ปัญหาของการตลาดของชุมชนคือการประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์สินค้าให้เป็นที่รู้จักกว้างขวางขึ้น (ธัญพร ฌอนมวรกุล, การสื่อสารส่วนบุคคล, 5 พฤศจิกายน 2565)



ภาพประกอบ 2 สินค้าของวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่सान้อย

1.2 บริบทชุมชนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือบ้านแม่กะเปียง

บ้านแม่กะเปียง ตำบลสะลวง อำเภอมะริม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นหมู่บ้านชาวเขาที่ประกอบด้วยสองชนเผ่าคือ ชนเผ่าปวาเกอญอ หรือกระเหรี่ยง และชนเผ่าม้ง จากการสัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่กะเปียง คือ คุณจิตติมา สง่าพรทรัพย์กุล ได้กล่าวว่า ชุมชนได้อพยพมาตั้งถิ่นฐานอยู่ในพื้นที่ปัจจุบันประมาณกว่าหกสิบปี ซึ่งส่วนใหญ่จะมาจากอำเภอมะริม จังหวัดแม่ฮ่องสอน เดิมเป็นชุมชนชนเผ่ากระเหรี่ยงตั้งชื่อชุมชนว่า “แม่กะเปียง” ต่อมาเมื่อมีชนเผ่าม้งมาตั้งชุมชนเลยจากชนเผ่ากระเหรี่ยงขึ้นไปประมาณ 2 กิโลเมตร ตั้งชื่อชุมชนว่า “ห้วยเต่ารู” ซึ่งภายหลังได้รวมทั้งสองชุมชนเป็นบ้านแม่กะเปียง หมู่ที่ 8 ตำบลสะลวง ด้านวัฒนธรรมประเพณียังคงอนุรักษ์ไว้ เช่น การแต่งกาย การละเล่นพื้นบ้าน เป็นต้น การแต่งกายจะสวมใส่ผ้าทอมือที่ทำมาจากผ้าฝ้ายและใช้การย้อมสีธรรมชาติ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีผลิตภัณฑ์จากผ้าทอมือที่ทำมาจากผ้าฝ้าย เช่น เสื้อ กระเป๋า ผ้าคลุมโต๊ะ ผ้าพันคอ เป็นต้น สมาชิกในกลุ่มมีประมาณ 25 คน สามารถผลิตสินค้าได้ 40-50 ชิ้นต่อเดือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของสินค้าและตลาดผ้า การผลิตสินค้าจะผลิตตามการสั่งซื้อของลูกค้าและเตรียมนำไปจำหน่ายในงานแสดงสินค้า กลุ่มลูกค้าจะเป็นลูกค้าทั่วไป นักท่องเที่ยว และผู้เข้ามาศึกษาดูงานการทอผ้าและย้อมสีธรรมชาติ ซึ่งวิสาหกิจชุมชนแห่งนี้มีความถนัดในการย้อมสีธรรมชาติ มีนักเรียน นักศึกษาทั้งชาวไทยและต่างชาติเข้ามาศึกษาดูงาน ปัญหาของการตลาดของชุมชนคือยังขาดการประชาสัมพันธ์สินค้าในตลาดออนไลน์หรือโซเชียลมีเดีย และสมาชิกกลุ่มยังขาดทักษะการใช้เทคโนโลยีเพื่อการตลาดดิจิทัล (จิตติมา สง่าพรทรัพย์กุล, การสื่อสารส่วนบุคคล, 12 พฤศจิกายน 2565)



ภาพประกอบ 3 สินค้าของวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่กะเปียง

2. การสร้างโมเดลธุรกิจตลาดของผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ

การสร้างโมเดลธุรกิจตลาดดิจิทัล โดยใช้เครื่องมือที่ชื่อว่า Business Model Canvas (BMC) ซึ่งเป็นการอธิบายองค์ประกอบของธุรกิจที่สำคัญ 9 ส่วน ให้เห็นภาพรวมของโครงการเพื่อปรับจุดอ่อนหรือเสริมจุดแข็งและนำไปปรับกลยุทธ์ในการดำเนินงาน (Osterwalder and Pigneur, 2010) จากการใช้เครื่องมือ BMC สัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยพบว่า 1) คุณค่าของสินค้าคือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยมือ มีการทำที่ประณีตมีลวดลายปักสืบทอดตั้งแต่บรรพบุรุษ 2) กลุ่มลูกค้าเป็นลูกค้าทั่วไป นักท่องเที่ยว และลูกค้าที่ได้จากงานแสดงสินค้า 3) ช่องทางการเข้าถึงลูกค้า หากเป็นทางออนไลน์จะใช้ช่องทางไลน์และเฟซบุ๊ก 4) ความสัมพันธ์กับลูกค้า โดยความเอาใจใส่ลูกค้าและลดราคา 5) รายได้หลัก ส่วนใหญ่มาจากลูกค้าที่ซื้อเสื้อผ้า 6) ทรัพยากรหลัก มีใช้เครื่องจักรตัดเย็บและการใช้วัสดุจากธรรมชาติ 7) กิจกรรมหลัก ได้ร่วมงานแสดงสินค้าและจัดงานในบูธสินค้าต่าง ๆ 8) พันธมิตร มีหน่วยงานของรัฐที่ช่วยสนับสนุนการจำหน่ายสินค้า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอื่น และนักท่องเที่ยว 9) โครงสร้างต้นทุน มีค่าวัตถุดิบ ค่าแรงงาน และการบริหารจัดการ แสดงดังภาพประกอบ 4

8. พันธมิตร (Key Partners) - หน่วยงานของรัฐ - กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอื่น - กลุ่มผู้รู้จักช่วยแนะนำลูกค้า - นักท่องเที่ยว และบริษัททัวร์	7. กิจกรรมหลัก (Key Activities) - มีการจัดแสดงสินค้า ผลิตภัณฑ์สินค้าหลักคือเสื้อผ้าพื้นเมืองชนเผ่า และสินค้ารองคือ กระเป๋าผ้าพื้นเมืองชนเผ่า 6. ทรัพยากรหลัก (Key Resources) - เครื่องจักรเย็บ - มีแหล่งปักผ้า - มีย้อมสีธรรมชาติ	1. คุณค่าสินค้า (Value Proposition) - เป็นผลิตภัณฑ์ Handmade สามารถออกแบบลายปักที่ไม่ซ้ำกัน - มีองค์ความรู้ในการทอผ้าด้วยมือและลวดลายปักสืบทอดตั้งแต่บรรพบุรุษ	4. ความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer Relationships) - มีฐานข้อมูลลูกค้า - เอาใจลูกค้า ออกแบบไม่ซ้ำ - อธิบายดีกับลูกค้า - ลดราคา 3. ช่องทางเข้าถึงลูกค้า (Channels) - ลูกค้าติดต่อเอง - โทรศัพท์ - ไลน์ เพชบุรี วิดีโอ - ฝากขาย - งานแสดงสินค้า	2. กลุ่มลูกค้า (Customer Segments) - ลูกค้าทั่วไป - กลุ่มนักท่องเที่ยว - ลูกค้าที่ได้ร่วมงานแสดงสินค้าต่าง ๆ
9. โครงสร้างต้นทุน (Cost Structure) - ต้นทุนการผลิตมีวัตถุดิบ/ แรงงาน - การบริหารจัดการ			5. รายได้หลัก (Revenue Streams) - รายได้หลักจากการขายสินค้าประเภทเสื้อผ้า	

ภาพประกอบ 4 โมเดลธุรกิจตลาดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ

3. พัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลและประชาสัมพันธ์ช่องทางการตลาดดิจิทัล

จากภาพประกอบ 4 โมเดลธุรกิจการตลาดพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่सान้อยสามารถใช้เทคโนโลยีและโปรแกรมไลน์ เพชบุรี และวิดีโอ ติดต่อลูกค้าและนำเสนอสินค้าได้ดีกว่ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่ก๊ะเปียงซึ่งสามารถใช้ได้เพียงติดต่อกับลูกค้าเท่านั้น การสร้างสื่อเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลสำหรับชุมชน จึงดำเนินการดังนี้

3.1 สื่อเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่सान้อย

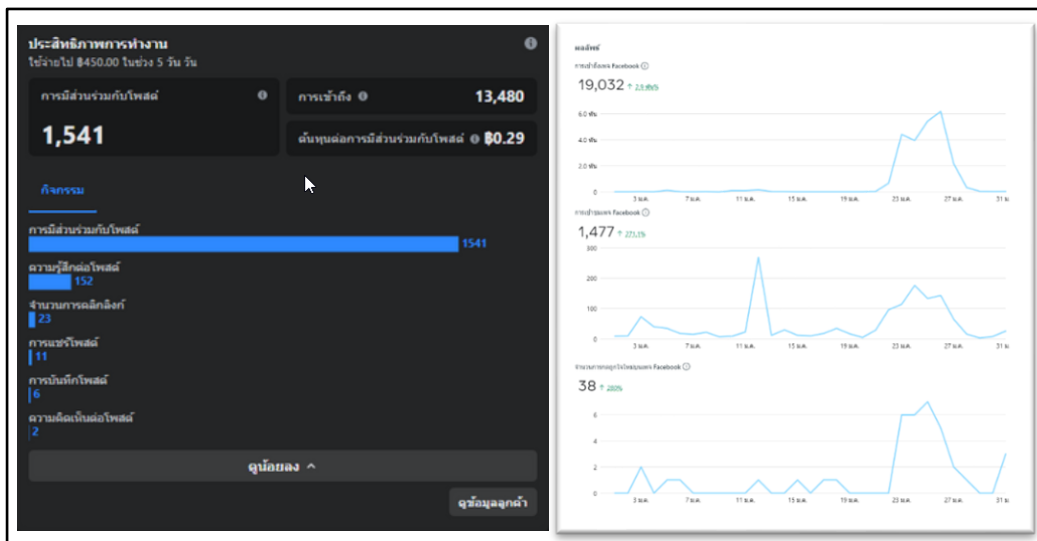
กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่सान้อย มีความสามารถในการใช้งานโปรแกรมเพชบุรี (Facebook) และไลน์ (Line) ในการทำตลาดดิจิทัลอยู่แล้วแต่ยังไม่สามารถใช้ในเชิงลึกได้ จึงเพิ่มความสามารถให้สมาชิกทำการตลาดดิจิทัลดังนี้

3.1.1 เพชบุรี ส่วนของการนำเสนอและโปรโมท

การใช้งานเพชบุรีของกลุ่มมีการตั้งเพจ (Page) ว่า “ดาวม่วง งานผ้าใยกล้วยง” และสมาชิกกลุ่มมีการลงข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าและกิจกรรมกลุ่มอย่างต่อเนื่อง แต่ยังขาดการวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมายของลูกค้า การสร้างคอนเทนต์ที่น่าสนใจ จึงให้สมาชิกเพิ่มการใช้เพชบุรีดังนี้

1) การยิงแอดโฆษณาในเฟซบุ๊ก

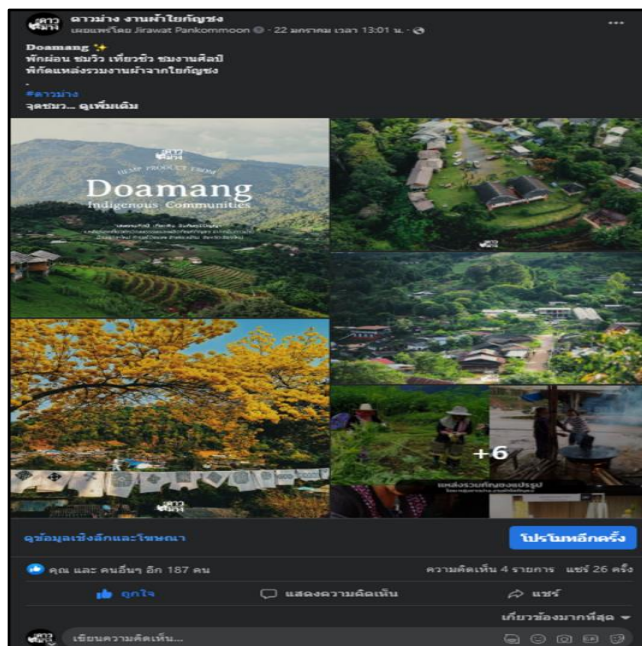
ทำการจัดเลือกสมาชิกในกลุ่มที่มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล มาสอนวิธีการยิงแอดในเฟซบุ๊ก เพื่อเพิ่มการเข้าถึงผู้เข้าชม การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกจากรายงานและกราฟ การนำผลลัพธ์ประยุกต์ใช้งานในการวิเคราะห์กลุ่มลูกค้า ตัวอย่างแสดงดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ข้อมูลการยิงแอดโฆษณาในเฟซบุ๊ก

2) การสร้างคอนเทนต์โพสต์ลงหน้าเพจ

การโพสต์ข้อความและรูปในเพจ “ดาวม่าง งานผ้าใยกล้วยง” ยังขาดเทคนิคในการตกแต่งภาพ การเขียนคอนเทนต์ดึงดูดความสนใจ ซึ่งจากการวิเคราะห์โมเดลทางธุรกิจ ในภาพประกอบ 5 จุดเด่นของสินค้าคือ เป็นสินค้าแบบแฮนด์เมด มีการปักและออกแบบลายได้สวยงาม ประณีต มีการใช้วัตถุดิบและย้อมสีจากธรรมชาติ และมีแหล่งท่องเที่ยวที่นักท่องเที่ยวเข้าไปเยี่ยมชมในพื้นที่ และการทอผ้ายังคงรักษาวินัยวัฒนธรรมดั้งเดิมของชนชาวม้ง จึงนำจุดเด่นนี้มาสร้างคอนเทนต์ในเพจ แสดงดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างการสร้างคอนเทนต์โพสต์ลงหน้าเพจ

3.1.2 โลก ส่วนของการจัดการสินค้า

การใช้โปรแกรมไลน์ทางกลุ่มได้ใช้ในการติดต่อพูดคุยกับกลุ่มลูกค้า ซึ่งจุดเด่นคือเป็นช่องทางในการติดต่อฐานข้อมูลลูกค้าในกลุ่มเป้าหมายได้ ดังนั้นจึงเพิ่มความสามารถในการใช้โปรแกรมไลน์นำเสนอสินค้าให้กับกลุ่มลูกค้า โดยจัดทำดังนี้

1) การใช้งานไลน์ออฟฟิเชียลแอ็กเคานต์ (Line Official Account)

ไลน์ออฟฟิเชียลแอ็กเคานต์ คือ เครื่องมือทางการตลาดดิจิทัลแบบหนึ่งที่ใช้ในการเข้าถึงลูกค้าได้มากขึ้นซึ่งมีหลากหลายรูปแบบ เช่น การbroadcast (Broadcast) โพสต์ (Post) การส่งข้อความอัตโนมัติ เป็นต้น เนื่องจากทางกลุ่ม มีการส่งข้อความรายการสินค้าให้กับลูกค้าเป็นระยะ หากใช้งานไลน์แบบเดิมและฐานข้อมูลลูกค้ามากขึ้นจะบริหารจัดการได้ยาก จึงเพิ่มการใช้งานด้วยไลน์ออฟฟิเชียลแอ็กเคานต์ เพื่อสร้างริชเมสเสจ (Rich Message) คือ การส่งภาพ วิดีโอ ข้อความ และลิงก์ (Link) ไปถึงลูกค้าที่เป็นเพื่อนแอ็กเคานต์ของเรา ด้วยการbroadcast (Broadcast) ทำให้การสื่อสารไปหาลูกค้าได้สะดวกขึ้น ตัวอย่างดังภาพประกอบ 7

รวมเมสเสจ

สามารถดูประวัติการสนทนาได้เป็นรายวัน

0000/0000 - 0000/0000 10:00 10:00

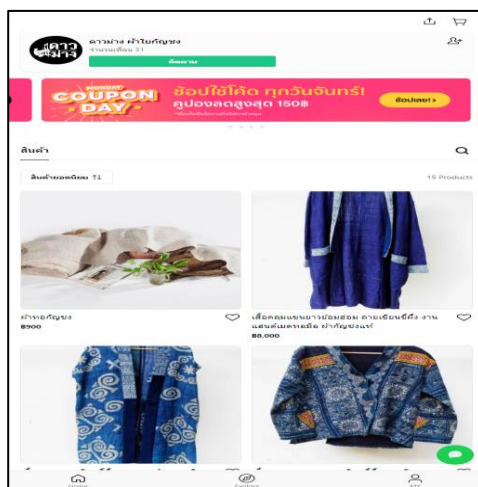
รูป	ชื่อ	ผลิตภัณฑ์	วันที่	
	ข้าวหอมมะลิ	• ข้าวหอมมะลิ 105	05/02/2023 14:31	...
	ข้าวหอมมะลิ	• ข้าวหอมมะลิ 105	05/02/2023 14:20	...
	ข้าวหอมมะลิ	• ข้าวหอมมะลิ 105	05/02/2023 12:51	...

1

ภาพประกอบ 7 แสดงการสร้างริชเมสเสจเพื่อนำไปโปรดแคสต์

2) การใช้งานไลน์มายช็อป (Line MyShop)

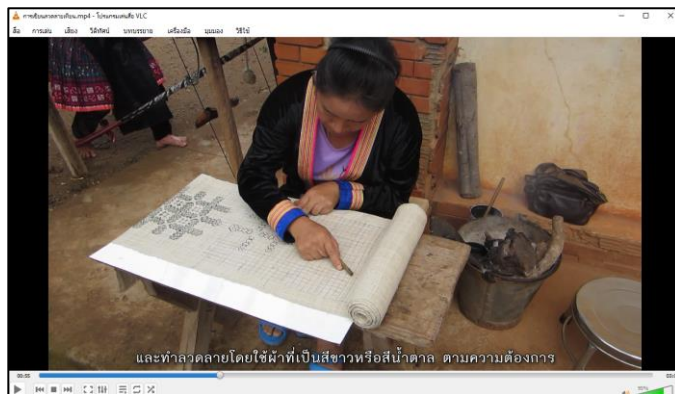
ไลน์มายช็อป คือ เครื่องมือที่ช่วยจัดการร้านค้าออนไลน์ โดยสามารถเก็บข้อมูลสินค้าให้ลูกค้าเลือกซื้อสินค้าได้ จึงให้สมาชิกกลุ่มสร้างไลน์มายช็อป เก็บข้อมูลสินค้า การจัดทำส่วนลด การสร้างคูปอง การชำระเงิน และปิดการขายสินค้า แสดงตัวอย่างดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 แสดงหน้าร้านไลน์มายช็อป ของดาวม่าง งานผ้าใยกล้วยง

3.1.3 การสร้างสื่อวีดิทัศน์ของ “ดาวม่าง งานผ้าใยกล้วยง”

ในการนำเสนอข้อมูลสินค้าในรูปแบบภาพวิดีโอ จึงให้สมาชิกได้สร้างสื่อวีดิทัศน์และแนะนำวิธีการเรียนรู้เกี่ยวกับการวางแผนเนื้อหา การถ่ายภาพ การตัดต่อ การนำเสนอวีดิทัศน์ ดังภาพประกอบ 9



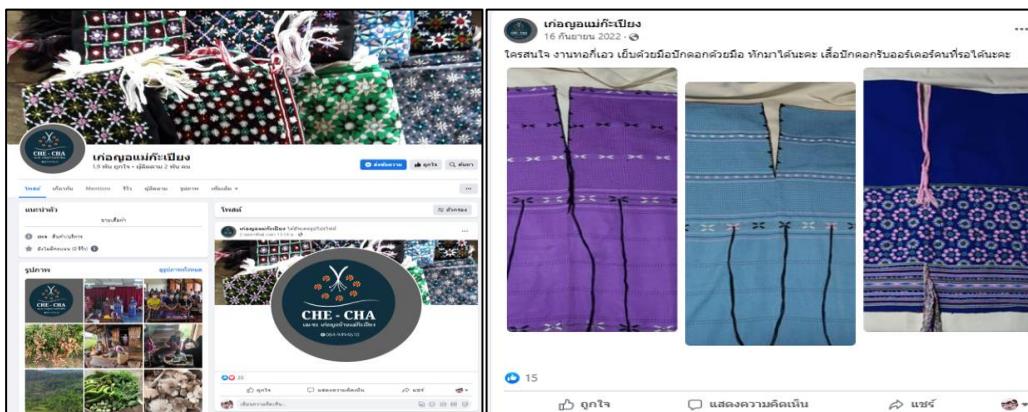
ภาพประกอบ 9 วิดีทัศน์แสดงขั้นตอนการเขียนเทียนขี้ผึ้งในลวดลายผ้าของวิสาหกิจชุมชน บ้านแม่सान้อย

3.2 สื่อเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่ก๊ะเปียง

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่ก๊ะเปียง ยังขาดทักษะการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัล มีประสบการณ์ใช้งานโปรแกรมไลน์เพื่อการติดต่อสื่อสารเท่านั้น ยังไม่เคยมีการโปรโมทสินค้าทางโซเชียลมีเดีย ดังนั้นจึงเริ่มต้นใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อทำการตลาดดิจิทัลจากเฟซบุ๊กและการใช้สื่อวิดีโอ ดังนี้

3.2.1 การสร้างเพจจากเฟซบุ๊ก

แนะนำให้สมาชิกสร้างเพจเฟซบุ๊ก การถ่ายภาพและการปรับแต่ง การสร้างคอนเทนต์ในเพจ โดยได้ตั้งชื่อเพจว่า “เก๋อญอแม่ก๊ะเปียง” แสดงดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แสดงเพจเฟซบุ๊กของวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่ก๊ะเปียง

3.2.2 การสร้างสื่อวีดิทัศน์ของวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่กะเปียง

ในการนำเสนอข้อมูลสินค้าในรูปแบบภาพวิดีโอ แนะนำสมาชิกให้เข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายภาพ การตัดต่อวิดีโอ การนำเสนอภาพด้วยโปรแกรมในอุปกรณ์มือถือ โดยนำเสนอเกี่ยวกับการทอผ้าและย้อมสีธรรมชาติ ดังตัวอย่างภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 แสดงการนำเสนอการทอผ้าและการย้อมสีธรรมชาติ

จากการดำเนินงานพัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลข้างต้น มีสมาชิกวิสาหกิจชุมชนได้เข้ามาร่วมในการดำเนินการพัฒนาฝึกปฏิบัติตามกิจกรรม ซึ่งสามารถนำผลลัพธ์สื่อเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลไปใช้กับงานวิสาหกิจชุมชนของตนเองบริหารจัดการด้วยตนเองได้

4. การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดความรู้การตลาดดิจิทัลและเทคโนโลยีดิจิทัลให้ชุมชน

ในการอบรมถ่ายทอดความรู้ด้านกลยุทธ์ทางการตลาดดิจิทัลและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีตลาดดิจิทัล ได้จัดการอบรมตามการพัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลในแต่ละพื้นที่ คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่สาบน้อย จำนวน 15 คน อบรมเกี่ยวกับการใช้งานเฟซบุ๊ก ไลน์มายซ์ชิอป ไลน์ออฟฟิศ เซียลแอ็กเคานต์ และการสร้างสื่อวิดีโอ ส่วนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่กะเปียง จำนวน 10 คน จะอบรมเกี่ยวกับการใช้งานเฟซบุ๊ก และการสร้างสื่อวิดีโอ ผลลัพธ์ที่ได้สมาชิกที่เข้าร่วมการพัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลตั้งแต่เริ่มต้นและเข้ามาเพิ่มทักษะในการอบรมจะสามารถใช้งานและบริหารจัดการสื่อเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลด้วยตนเองได้ ส่วนสมาชิกผู้สูงวัยที่มีทักษะการใช้เทคโนโลยีน้อยและมีความไม่พร้อมด้านอุปกรณ์มือถือ จึงได้อธิบายเพื่อมีความเข้าใจด้านเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น หลังจากอบรมแล้วได้ประเมินความพึงพอใจในการอบรมจากผู้เข้าอบรมจำนวน 25 คน โดยสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ยรวมของการอบรมเชิงปฏิบัติการในด้านการถ่ายทอดความรู้และการนำไปใช้งาน คือ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.08$, $S.D. = 0.52$) โดยมีรายละเอียดความพึงพอใจในการอบรม ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพและข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจได้ทำการศึกษาเกี่ยวเพศ ช่วงอายุ โดยแสดงรายละเอียดดังนี้

เพศ พบว่า ผู้เข้าอบรมส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 84.00 และเพศชาย จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 16.00

ช่วงอายุ พบว่า ผู้เข้าร่วมที่มีช่วงอายุ 41-50 ปี จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 44.00 และอายุ 51 ปีขึ้นไป จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 36.00 และอายุ 31-40 ปี จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ประเมินโครงการอบรมถ่ายทอดความรู้ด้านกลยุทธ์ทางการตลาดดิจิทัลและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีตลาดดิจิทัล โดยแสดงรายละเอียดดังตาราง 2

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการอบรมถ่ายทอดความรู้ด้านกลยุทธ์ทางการตลาดดิจิทัลและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีตลาดดิจิทัล

หัวข้อที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการถ่ายทอดความรู้และการนำไปใช้งาน			
1. ผู้เข้าอบรมมีความรู้ความเข้าใจ ก่อนการอบรม	3.88	0.52	พึงพอใจมาก
2. ผู้เข้าอบรมได้รับความรู้ความเข้าใจหลังการอบรม	4.24	0.59	พึงพอใจมาก
3. วิทยากรถ่ายทอดความรู้ได้ถูกต้อง มีความชัดเจน และอธิบายเนื้อหาเข้าใจง่าย	4.16	0.55	พึงพอใจมาก
4. วิทยากรตอบคำถามได้ตรงประเด็นชัดเจน	4.12	0.66	พึงพอใจมาก
5. ความเหมาะสมสื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการอบรม	4.04	0.53	พึงพอใจมาก
6. การใช้เวลาในการอบรม	4.04	0.45	พึงพอใจมาก
7. สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ปฏิบัติงานได้	4.16	0.47	พึงพอใจมาก
8. ผู้อบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้	3.92	0.27	พึงพอใจมาก
9. ผู้อบรมได้รับประโยชน์ในการอบรมครั้งนี้	4.08	0.57	พึงพอใจมาก
10. ความพึงพอใจในการจัดโครงการอบรมโดยภาพรวม	4.12	0.43	พึงพอใจมาก
รวม	4.08	0.52	พึงพอใจมาก

จากตารางที่ 1 ด้านการถ่ายทอดความรู้และการนำไปใช้งาน การประเมินความพึงพอใจที่ลำดับค่ามากที่สุดคือ ผู้เข้าอบรมได้รับความรู้ความเข้าใจหลังการอบรม ($\bar{X}$ =4.24, S.D.=0.59) รองลงคือสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้ ($\bar{X}$ =4.16, S.D.=0.47) วิทยากรถ่ายทอดความรู้ได้ถูกต้อง มีความชัดเจน และอธิบายเนื้อหาเข้าใจง่าย ($\bar{X}$ =4.16, S.D.=0.55) วิทยากรตอบคำถามได้ตรงประเด็นชัดเจน ($\bar{X}$ =4.12, S.D.=0.66) ความพึงพอใจในการจัดโครงการอบรมโดยภาพรวม ($\bar{X}$ =4.12, S.D.=0.43) ผู้อบรมได้รับประโยชน์การอบรมครั้งนี้ ($\bar{X}$ =4.08, S.D.=0.57) ความเหมาะสมสื่ออุปกรณ์

ที่ใช้ในการอบรม ($\bar{X}$ =4.04, S.D.=0.53) การใช้เวลาในการอบรม ($\bar{X}$ =4.04, S.D.=0.45) ผู้อบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้ ($\bar{X}$ =3.92, S.D.=0.27) และผู้เข้าอบรมมีความรู้ความเข้าใจ ก่อนการอบรม ($\bar{X}$ =4.88, S.D.=0.52) ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาตามวัตถุประสงค์ คือ 1) สร้างโมเดลธุรกิจทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ผ้าทอของวิสาหกิจชุมชน คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่सान้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่ก๊ะเปียง ตำบลสะลวง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยผลการสร้างโมเดลธุรกิจและวางแผนการตลาดดิจิทัล ทำให้เห็นจุดแข็งจุดอ่อนและโอกาสที่สามารถนำไปปรับปรุงวางแผนการตลาดดิจิทัลในอนาคต โมเดลธุรกิจมีความสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาการตลาดดิจิทัลสำหรับผู้ประกอบการ (รจนาเมืองแสน และอุมาวรรณ วาทกิจ, 2564) และการส่งเสริมการตลาดออนไลน์ของวิสาหกิจชุมชน (รัฐการ บัวศรี และอิสริยาณี ฤทธิมาศ, 2564) ซึ่งนำผลไปใช้พัฒนาตลาดดิจิทัลต่อไป 2) พัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลของผลิตภัณฑ์ผ้าทอของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ ซึ่งจะเป็นการเปิดหน้าร้านออนไลน์และเป็นช่องทางในการประชาสัมพันธ์ สินค้า จากวิเคราะห์โมเดลธุรกิจพบว่า สื่อเทคโนโลยี ตลาดดิจิทัลที่เหมาะสมใช้งานคือ ไลน์ เฟซบุ๊ก และวิดีโอ จึงให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่सान้อยที่มีทักษะการใช้เทคโนโลยีมีการสร้างหน้าเพจเฟซบุ๊ก ไลน์มายช็อป ไลน์ออฟฟิศเช็ลล์แอ็กเคานต์ และสร้างวิดีโอ และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่ก๊ะเปียง ยังขาดทักษะในการใช้เทคโนโลยี จึงสร้างเพียงหน้าเพจเฟซบุ๊กและสร้างวิดีโอ การเลือกใช้เครื่องมือแพลตฟอร์มแบบออนไลน์ มีผลต่อการหาข้อมูลสินค้าและบริการที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจส่วนบุคคล (บุญธิดา กลิ่นมาลัย, 2562) นอกจากนี้จากการวิเคราะห์โมเดลธุรกิจพบว่า กลุ่มลูกค้าจะเป็นนักท่องเที่ยว ผู้ที่มาศึกษาดูงาน และลูกค้าในงานแสดงสินค้า การสร้างคอนเทนต์ที่เกี่ยวกับการท่องเที่ยว การให้ความรู้ และการผลิตแบบแฮนด์เมดมีส่วนช่วยในการดึงดูดลูกค้า การสร้างเนื้อหาในการทำการตลาดดิจิทัลให้เกิดการยอมรับผลิตภัณฑ์ การสร้างเนื้อหาเชิงบวกจะทำให้เกิดผลดีต่อการทำการตลาด (อนันตพร พุทธิสสะ และคณะ, 2565) ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการตระหนักรู้สินค้า การสร้างแบรนด์สินค้าที่ตอบสนองตรงตามลูกค้า (Danar, Marta, & Sampurna, 2020) 3) ถ่ายทอดความรู้ด้านตลาดดิจิทัลและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีตลาดดิจิทัล โดยนำเอาความรู้จากการพัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลของชุมชนมาเป็นแนวทางการสอน ผลการประเมินผู้เข้าอบรมพบว่า มีความพึงพอใจในด้านการถ่ายทอดความรู้และการนำไปใช้งาน คือ จัดอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X}$ =4.08, S.D.=0.52) ผู้เข้าอบรมส่วนใหญ่จะเป็นผู้สูงวัยมีความชำนาญในการผลิตผ้าทอมือ แต่ขาดทักษะการใช้เทคโนโลยี มีสมาชิกส่วนเพียงบางส่วนที่สามารถใช้งานเทคโนโลยีได้ หลังจากผ่านการอบรมแล้วผู้วิจัยได้เข้าไปสังเกตการใช้งานเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลพบว่า กลุ่มที่ 1 วิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้าน

แม่सान้อย มีสมาชิกที่สามารถใช้งานเฟซบุ๊ก ไลน์มาซื้อป และไลน์ออฟฟิศเซียลแอ็กเคานต์ สามารถต่อยอดทำร้านค้าออนไลน์ การสร้างคอนเทนต์ที่ดึงดูดผู้ชม การตกแต่งภาพ การสร้างสื่อมีเดีย การเปิดการสั่งซื้อสินค้าให้กับกลุ่มได้ กลุ่มที่ 2 วิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่กะเปียง มีสมาชิกที่สามารถใช้งานเฟซบุ๊ก การสร้างคอนเทนต์ การตกแต่งภาพและสร้างสื่อมีเดียได้ ซึ่งผลจากการวิจัยนี้วิสาหกิจชุมชนสามารถพัฒนาศักยภาพทางเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลมาใช้ในการตลาดชุมชนของตนได้

ข้อเสนอแนะ

1. กลุ่มชาติพันธุ์จะมีอัตลักษณ์ทางด้านศิลปวัฒนธรรม ประเพณี และความเชื่อ สามารถสร้างคุณค่าทางภูมิปัญญาท้องถิ่น หากได้รวบรวมเล่าเรื่องราวต่าง ๆ (Storytelling) จะนำมาสู่การสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์ชุมชนได้
2. ศึกษาเทคนิคเชื่อมโยงดึงดูดลูกค้ากลุ่มออฟไลน์ให้เข้ามาอยู่ในกลุ่มออนไลน์ เพื่อเพิ่มช่องทางการติดต่อลูกค้าช่วยให้เกิดการรักษาลูกค้าไว้ และศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมเชิงลึกของลูกค้า ให้เข้าถึงกลุ่มลูกค้าเป้าหมายได้
3. แพลตฟอร์มในการตลาดดิจิทัลมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งการตลาดดิจิทัลมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบที่รวดเร็วมาก ควรเริ่มจากแพลตฟอร์มที่ชุมชนพอมือทักษะนั้นก่อนเพื่อสร้างความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง และค่อยเริ่มการใช้แพลตฟอร์มอื่น ๆ
4. การจำหน่ายสินค้าประเภทผ้าทอใยกล้วย ซึ่งคำว่า “กล้วยง” อาจเป็นคำต้องห้ามทำให้การใช้คำนี้ในบางแพลตฟอร์มไม่ได้ ดังนั้นต้องสร้างความเข้าใจทั้งเจ้าของแพลตฟอร์มและกลุ่มลูกค้า

บรรณานุกรม

- ฐิติมา สง่าพรทรัพย์กุล. (12 พฤษภาคม 2565). ผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือบ้านแม่กะเปียง. *สัมภาษณ์*.
- ธัญพร ธนอมวรกุล. (5 พฤศจิกายน 2565). ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ผู้นำรักการทอผ้าใยกล้วยเขียนเทียน. *สัมภาษณ์*.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: บริษัท สุวีริยาสาส์น จำกัด.
- บุญธิดา กลิ่นมาลัย. (2562). *กลยุทธ์ทางการตลาดดิจิทัลของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ประเภทที่อยู่อาศัยทั้งแนวราบและ สูงแนวสูงในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล* (สารนิพนธ์ ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล.

- รจนา เมืองแสน และอุมาวรรณ วาทกิจ. (2564). แนวทางการพัฒนาการตลาดดิจิทัลสำหรับผู้ประกอบการธุรกิจผ้าไหมสำเร็จรูปในกลุ่มนครชัยบุรินทร์. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 9(2), 817-829.
- รัฐการ บัวศรี และอิสริยาณี ฤทธิมาศ. (2564). แนวทางส่งเสริมการตลาดออนไลน์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตร. *วารสารการบริหารการศึกษา มมร.วิทยาเขตร้อยเอ็ด*, 1(3), 22-32.
- ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่. (2560). บริบทชุมชนบ้านแม่สาใหม่ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. สืบค้นจาก https://royal.mju.ac.th/wtms_webpageDetail.aspx?wid=2448
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2566). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570).
- อนันตพร พุทธิสสะ, ยุพาภรณ์ ชัยเสนา, และฉัตรรัชดา วิโรจน์รัตน์. (2565). การพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาดเชิงสร้างสรรค์ของกลุ่มทอผ้าบ้านกุดหว้า จังหวัดกาฬสินธุ์. *วารสารวิจัยวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*, 6(2), 29-43.
- Daniar, A., Marta, R. F., & Sampurna, A. (2020). Defining brand identity of noesa woven fabric through total branding in online media. *Diakom: Jurnal media dan komunikasi*, 3(1), 77-88.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation*. John Wiley & Sons.

การเพิ่มศักยภาพทางเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ
ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่

Enhancing Digital Market Technology Potential for Community Enterprise
Handwoven Textile Producers in Mae Rim District, Chiang Mai Province

บุษราภรณ์ มัทธนะชัย และ ชนินทร์ มัทธนะชัย*

Butsaraporn Mahatthanachai and Chanin Mahatthanachai*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

Email: butsaraporn@g.cmru.ac.th

Received : April 10, 2024

Revised : June 4, 2024

Accepted : June 11, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้ มีวัตถุประสงค์คือ 1) สร้างโมเดลธุรกิจทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ผ้าทอของวิสาหกิจชุมชน 2) พัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลและประชาสัมพันธ์ช่องทางการตลาดดิจิทัล 3) ถ่ายทอดความรู้ด้านการตลาดดิจิทัลให้กับวิสาหกิจชุมชน วิธีดำเนินการวิจัยโดยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม กลุ่มตัวอย่างคือ วิสาหกิจชุมชนบ้านแม่สาบน้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่ก๊ะเปียง ตำบลสะลวง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 25 คน การดำเนินงานวิจัยโดย ศึกษาบริบทชุมชน สร้างโมเดลทางการตลาดดิจิทัล การพัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลและประชาสัมพันธ์ช่องทางการตลาดดิจิทัล และการจัดอบรมถ่ายทอดความรู้ทางการตลาดดิจิทัลให้กับชุมชน ผลจากการศึกษาพบว่า วิสาหกิจชุมชนบ้านแม่สาบน้อยมีทักษะพื้นฐานทางเทคโนโลยีดิจิทัล จึงเสริมสร้างการตลาดดิจิทัลด้วยแพลตฟอร์มเฟซบุ๊ก การนำเสนอและโปรโมทด้วยกายอิงแอดโฆษณา การสร้างคอนเทนต์โพสต์ลงหน้าเพจ การใช้ไลน์ออฟฟิศเชียลแอ็กเคานต์ การใช้งานไลน์มายซ้อป และสร้างสื่อวีดิทัศน์ และวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่ก๊ะเปียงยังไม่มีทักษะทางด้านเทคโนโลยีดิจิทัล จึงเริ่มต้นจากการใช้เพจเฟซบุ๊กและการสร้างสื่อวีดิทัศน์ เมื่อจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์ทางการตลาดดิจิทัลและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีตลาดดิจิทัล พบว่ามีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในการอบรมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.08, S.D.=0.52) สามารถนำความรู้เทคโนโลยีตลาดดิจิทัลนำไปปรับปรุงใช้งานในวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือได้

คำสำคัญ: ตลาดดิจิทัล, ตลาดออนไลน์, ผ้าทอมือ, วิสาหกิจชุมชน, กลุ่มชาติพันธุ์

ABSTRACT

This research aimed to: 1) create a business model for the marketing of woven products from community enterprises, 2) develop digital market technology and publicize digital marketing channels, and 3) transfer knowledge of digital marketing to community enterprises. The research was conducted using participatory action research. The sample groups were 25 participants from the Mae Sa Noi community enterprise in Pong Yaeng Subdistrict, Mae Rim District, Chiang Mai Province, and the Mae Ka Pieng community enterprise in Saluang Subdistrict, Mae Rim District, Chiang Mai Province. The research process included studying the community context, creating a digital marketing model, developing digital market technology and publicizing digital marketing channels, and organizing training sessions to transfer digital marketing knowledge to the community. It was found that the Mae Sa Noi community enterprise had basic digital technology skills, enhancing their digital marketing through Facebook platforms, ad campaigns, content creation and posting on their page, using LINE Official Account, LINE MyShop, and creating video media. Meanwhile, the Mae Ka Pieng community enterprise lacked digital technology skills, so they started with a Facebook page and video media creation. Training on digital marketing strategies and applying digital market technology showed an average satisfaction at a high level ($\bar{X} = 4.08$, S.D. = 0.52). The knowledge of digital market technology could be adapted and utilized in the handwoven textile community enterprises.

Keywords: Digital Marketing, Online Marketing, Handwoven Textile, Community Enterprise, Ethnic Group

บทนำ

การนำสื่อดิจิทัลมาช่วยในการดำเนินชีวิตจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะทางการตลาดออนไลน์ มีบทบาทกับธุรกิจปัจจุบัน การทำตลาดดิจิทัลโดยใช้ช่องทางอินเทอร์เน็ตเทคโนโลยีและเครือข่ายสังคมออนไลน์ผสมผสานกันกลยุทธ์ทางการตลาด การเปิดช่องทางการตลาดให้กว้างไกลและช่วยประหยัดเวลาและลดต้นทุน การทำตลาดดิจิทัลก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในเศรษฐกิจโลก ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามเทคโนโลยีจะเป็นส่วนสำคัญในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าไทย ทั้งนี้

มีเป้าหมายหลักในการขับเคลื่อนพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าไทยผ่านรูปแบบการค้าใหม่นี้ให้กับธุรกิจขนาดกลาง ขนาดเล็ก และสร้างธุรกิจเกิดใหม่ด้วยการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ให้เกิดประโยชน์กับภาคธุรกิจ ในการปรับเปลี่ยนแนวคิดและกระบวนการทางธุรกิจบนพื้นฐานของเทคโนโลยีดิจิทัลที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนโฉมการค้าเน้นธุรกิจ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2566)

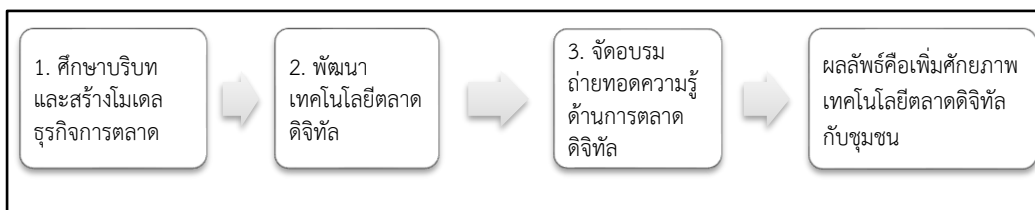
กลุ่มวิสาหกิจชุมชนในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ หลายชุมชนมีการผลิตสินค้าที่มาจากอัตลักษณ์ภูมิปัญญาของชุมชน โดยเฉพาะกลุ่มชาติพันธุ์ได้นำวิถีชีวิตการทอผ้าจากภูมิปัญญาดั้งเดิมมาผลิตผ้าทอมือเป็นรายได้แก่ครอบครัว การจำหน่ายสินค้ายังคงใช้จากวงจำหน่ายทางร้านและการร่วมงานแสดงสินค้าเป็นหลัก (ชัยพร ฌนอมวรกุล, การสื่อสารส่วนบุคคล, 5 พฤศจิกายน 2565) หลายชุมชนยังไม่มีการจำหน่ายสินค้าทางออนไลน์ เนื่องจากขาดทักษะการใช้งานเทคโนโลยีและการตลาดดิจิทัล หากมีการส่งเสริมการนำกระบวนการทางการตลาดดิจิทัลและเทคโนโลยีมาประยุกต์เพื่อส่งเสริมทางการตลาดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เสริมความรู้ความเข้าใจและทักษะการใช้เทคโนโลยีจะเป็นการยกระดับคุณภาพชีวิตของชุมชนก่อให้เกิดรายได้ ในงานวิจัยนี้จะศึกษาองค์ความรู้ผลิตภัณฑ์และการตลาดของชุมชน นำไปสร้างโมเดลธุรกิจตลาดดิจิทัลเป็นแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลด้านการตลาดวิสาหกิจชุมชน เป็นช่องทางโปรโมทผลิตภัณฑ์ชุมชนและถ่ายทอดความรู้ที่ได้และทักษะการใช้เทคโนโลยีด้านการตลาดให้ชุมชนนำไปต่อยอดพัฒนาด้วยตนเอง เพิ่มความแข็งแกร่งทางเศรษฐกิจให้แก่ชุมชน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. สร้างโมเดลธุรกิจทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ผ้าทอของวิสาหกิจชุมชน
2. พัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลและประชาสัมพันธ์ช่องทางการตลาดดิจิทัล
3. ถ่ายทอดความรู้ด้านการตลาดดิจิทัลให้กับวิสาหกิจชุมชน

วิธีการดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

การดำเนินวิจัยจากกรอบแนวคิดในภาพประกอบ 1 โดยเริ่มจากการศึกษาบริบทและการตลาดชุมชน นำข้อมูลมาสร้างโมเดลธุรกิจเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัล เป็นช่องทางประชาสัมพันธ์ในตลาดดิจิทัล และจัดอบรมให้ความรู้ด้านการตลาดดิจิทัลเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดธุรกิจของชุมชนได้

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ขอบเขตงานวิจัยมีดังนี้

1. ขอบเขตด้านพื้นที่ ดำเนินการวิจัยในพื้นที่อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่
2. ประชากร คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ ในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ที่เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ 2 กลุ่ม คือ วิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่สาบน้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ม้งมีจำนวนสมาชิก 20 คน และวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่ก๊ะเปียง ตำบลสะลวง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ปวาเกอญอหรือกระเหรี่ยงมีจำนวนสมาชิก 25 คน และเป็นพื้นที่ตามยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ในการพัฒนาท้องถิ่น

3. กลุ่มตัวอย่าง คือ วิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่สาบน้อย จำนวน 15 คน และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่ก๊ะเปียง จำนวน 10 คน รวมทั้งสิ้น 25 คน โดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจงผู้ที่มีความชำนาญในการทำผ้าทอมือ หรือผู้ที่มีทักษะการใช้เทคโนโลยีทางการตลาดออนไลน์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยใช้แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

1. แบบสัมภาษณ์ เพื่อหาองค์ความรู้ผลิตภัณฑ์ของชุมชนและด้านการตลาด
2. เทคโนโลยีตลาดดิจิทัล เพื่อเป็นช่องทางในการประชาสัมพันธ์สินค้า
3. แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจต่อการอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดความรู้สู่ชุมชน

วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาบริบทชุมชนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ
2. การสร้างโมเดลธุรกิจตลาดของผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ
3. พัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลและประชาสัมพันธ์ช่องทางการตลาดดิจิทัล
4. การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดความรู้การตลาดดิจิทัลและเทคโนโลยีดิจิทัลให้ชุมชน

วิธีการรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม การสัมภาษณ์เชิงลึก การสอบถามความพึงพอใจในการอบรมเชิงปฏิบัติการ
2. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้แก่ ศึกษาจากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้รายงานผลค่าเฉลี่ยและจัดอันดับความพึงพอใจโดยการรับรู้ โดยมีเกณฑ์เปรียบเทียบความพึงพอใจ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) คือ

ระดับความพึงพอใจ	ช่วงคะแนน
มากที่สุด	4.51-5.00
มาก	3.51-4.50
ปานกลาง	2.51-3.50
น้อย	1.51-2.50
น้อยที่สุด	1.00-1.50

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยจำแนกตามกิจกรรม ดังรายละเอียดนี้

1. ผลการศึกษาบริบทชุมชนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ

1.1 บริบทชุมชนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือบ้านแม่सान้อย

บ้านแม่सान้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นหมู่บ้านกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง มีวิถีชีวิตประเพณีและวัฒนธรรมความเป็นอยู่ที่สืบทอดกันมาเป็นเวลายาวนาน มีการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมประเพณีและการท่องเที่ยวเชิงศึกษาเส้นทางธรรมชาติตามวิถีการดำรงชีวิตของชาวม้ง เช่น การตีเงิน การปักผ้า การเขียนผ้าลายซิ่น เป็นต้น (ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่, 2560) จากการสัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชน คือ คุณธัญพร ถนอมวรกุล กล่าวว่า ชุมชนมีงานหัตถกรรม ที่ทำสืบทอดมาตั้งแต่บรรพบุรุษ ซึ่งถือเป็นวิถีชีวิตของชุมชนและเป็นภูมิปัญญาที่ทำสืบทอดกันมา รุ่นต่อรุ่นในด้านเครื่องนุ่งห่มและเครื่องแต่งกาย โดยชุดที่สวมใส่นั้นจะทำมาจากใยกล้วยของชาวม้ง มีความเชื่อว่าเส้นใยกล้วยจะเป็นสื่อที่สามารถติดต่อกับบรรพบุรุษได้ เมื่อสวมใส่ในฤดูร้อนจะทำให้ระบายความร้อนได้ดี และในฤดูหนาวก็จะทำให้ผู้สวมใส่รู้สึกอบอุ่น ในการผลิตผ้าใยกล้วยจะมีหลายขั้นตอน เช่น การปลูกต้นกล้วย การลอกเปลือกเส้นใยกล้วย การต่อเส้น การปั่นเกลียวเส้น การต้มเพื่อนำเปลือกกล้วยออก การชักเส้น รีดเส้น การทอผ้า การย้อมสี การเขียนผ้าลายซิ่น เป็นต้น สมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจมีประมาณ 20 คน สามารถผลิตสินค้าได้ 30-40 ชุดต่อเดือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การออกแบบลวดลายผ้า การจำหน่ายสินค้าจะมีศูนย์จำหน่ายสินค้าในชุมชนซึ่งนักท่องเที่ยวจะเข้ามาแวะชมซื้อสินค้า และจำหน่ายสินค้าในงานแสดงสินค้าต่าง ๆ ซึ่งสามารถเข้าถึงลูกค้าที่มีกำลังซื้อสูงและนิยมเสื้อผ้าพื้นเมืองผ้าใยกล้วย กลุ่มลูกค้ามีทุกช่วงวัยเนื่องจากสินค้ามีหลายประเภท เช่น เสื้อผ้า กระเป๋า หมวก ของที่ระลึก เป็นต้น รายได้ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนจะอยู่กับนักท่องเที่ยวที่มาแวะชมและ

การออกงานแสดงสินค้าต่าง ๆ ปัญหาของการตลาดของชุมชนคือการประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์สินค้าให้เป็นที่รู้จักกว้างขวางขึ้น (ธัญพร ฌอนมวรกุล, การสื่อสารส่วนบุคคล, 5 พฤศจิกายน 2565)



ภาพประกอบ 2 สินค้าของวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่सान้อย

1.2 บริบทชุมชนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือบ้านแม่กะเปียง

บ้านแม่กะเปียง ตำบลสะลวง อำเภอมะริม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นหมู่บ้านชาวเขาที่ประกอบด้วยสองชนเผ่าคือ ชนเผ่าปวาเกอญอ หรือกระเหรี่ยง และชนเผ่าม้ง จากการสัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่กะเปียง คือ คุณจิตติมา สง่าพรทรัพย์กุล ได้กล่าวว่า ชุมชนได้อพยพมาตั้งถิ่นฐานอยู่ในพื้นที่ปัจจุบันประมาณกว่าหกสิบปี ซึ่งส่วนใหญ่จะมาจากอำเภอมะริม จังหวัดแม่ฮ่องสอน เดิมเป็นชุมชนชนเผ่ากระเหรี่ยงตั้งชื่อชุมชนว่า “แม่กะเปียง” ต่อมาเมื่อมีชนเผ่าม้งมาตั้งชุมชนเลยจากชนเผ่ากระเหรี่ยงขึ้นไปประมาณ 2 กิโลเมตร ตั้งชื่อชุมชนว่า “ห้วยเต่ารู” ซึ่งภายหลังได้รวมทั้งสองชุมชนเป็นบ้านแม่กะเปียง หมู่ที่ 8 ตำบลสะลวง ด้านวัฒนธรรมประเพณียังคงอนุรักษ์ไว้ เช่น การแต่งกาย การละเล่นพื้นบ้าน เป็นต้น การแต่งกายจะสวมใส่ผ้าทอมือที่ทำมาจากผ้าฝ้ายและใช้การย้อมสีธรรมชาติ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีผลิตภัณฑ์จากผ้าทอมือที่ทำมาจากผ้าฝ้าย เช่น เสื้อ กระเป๋า ผ้าคลุมโต๊ะ ผ้าพันคอ เป็นต้น สมาชิกในกลุ่มมีประมาณ 25 คน สามารถผลิตสินค้าได้ 40-50 ชิ้นต่อเดือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของสินค้าและตลาดผ้า การผลิตสินค้าจะผลิตตามการสั่งซื้อของลูกค้าและเตรียมนำไปจำหน่ายในงานแสดงสินค้า กลุ่มลูกค้าจะเป็นลูกค้าทั่วไป นักท่องเที่ยว และผู้เข้ามาศึกษาดูงานการทอผ้าและย้อมสีธรรมชาติ ซึ่งวิสาหกิจชุมชนแห่งนี้มีความถนัดในการย้อมสีธรรมชาติ มีนักเรียน นักศึกษาทั้งชาวไทยและต่างชาติเข้ามาศึกษาดูงาน ปัญหาของการตลาดของชุมชนคือยังขาดการประชาสัมพันธ์สินค้าในตลาดออนไลน์หรือสื่อโซเชียลมีเดีย และสมาชิกกลุ่มยังขาดทักษะการใช้เทคโนโลยีเพื่อการตลาดดิจิทัล (จิตติมา สง่าพรทรัพย์กุล, การสื่อสารส่วนบุคคล, 12 พฤศจิกายน 2565)



ภาพประกอบ 3 สินค้าของวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่กะเปียง

2. การสร้างโมเดลธุรกิจตลาดของผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ

การสร้างโมเดลธุรกิจตลาดดิจิทัล โดยใช้เครื่องมือที่ชื่อว่า Business Model Canvas (BMC) ซึ่งเป็นการอธิบายองค์ประกอบของธุรกิจที่สำคัญ 9 ส่วน ให้เห็นภาพรวมของโครงการเพื่อปรับจุดอ่อนหรือเสริมจุดแข็งและนำไปปรับกลยุทธ์ในการดำเนินงาน (Osterwalder and Pigneur, 2010) จากการใช้เครื่องมือ BMC สัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยพบว่า 1) คุณค่าของสินค้าคือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยมือ มีการทำที่ประณีตมีลวดลายปักสืบทอดตั้งแต่บรรพบุรุษ 2) กลุ่มลูกค้าเป็นลูกค้าทั่วไป นักท่องเที่ยว และลูกค้าที่ได้จากงานแสดงสินค้า 3) ช่องทางการเข้าถึงลูกค้า หากเป็นทางออนไลน์จะใช้ช่องทางไลน์และเฟซบุ๊ก 4) ความสัมพันธ์กับลูกค้า โดยความเอาใจใส่ลูกค้าและลดราคา 5) รายได้หลัก ส่วนใหญ่มาจากลูกค้าที่ซื้อเสื้อผ้า 6) ทรัพยากรหลัก มีใช้เครื่องจักรตัดเย็บและการใช้วัสดุจากธรรมชาติ 7) กิจกรรมหลัก ได้ร่วมงานแสดงสินค้าและจัดงานในบูธสินค้าต่าง ๆ 8) พันธมิตร มีหน่วยงานของรัฐที่ช่วยสนับสนุนการจำหน่ายสินค้า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอื่น และนักท่องเที่ยว 9) โครงสร้างต้นทุน มีค่าวัตถุดิบ ค่าแรงงาน และการบริหารจัดการ แสดงดังภาพประกอบ 4

8. พันธมิตร (Key Partners) - หน่วยงานของรัฐ - กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอื่น - กลุ่มผู้รู้จักช่วยแนะนำลูกค้า - นักท่องเที่ยว และบริษัททัวร์	7. กิจกรรมหลัก (Key Activities) - มีการจัดแสดงสินค้า ผลิตภัณฑ์สินค้าหลักคือเสื้อผ้าพื้นเมืองชนเผ่า และสินค้ารองคือ กระเป๋าผ้าพื้นเมืองชนเผ่า 6. ทรัพยากรหลัก (Key Resources) - เครื่องจักรเย็บ - มีแหล่งปักผ้า - มีย้อมสีธรรมชาติ	1. คุณค่าสินค้า (Value Proposition) - เป็นผลิตภัณฑ์ Handmade สามารถออกแบบลายปักที่ไม่ซ้ำกัน - มีองค์ความรู้ในการทอผ้าด้วยมือและลวดลายปักสืบทอดตั้งแต่บรรพบุรุษ	4. ความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer Relationships) - มีฐานข้อมูลลูกค้า - เอาใจลูกค้า ออกแบบไม่ซ้ำ - อธิบายดีกับลูกค้า - ลดราคา 3. ช่องทางเข้าถึงลูกค้า (Channels) - ลูกค้าติดต่อเอง - โทรศัพท์ - ไลน์ เพชบุรี วิดีโอ - ฝากขาย - งานแสดงสินค้า	2. กลุ่มลูกค้า (Customer Segments) - ลูกค้าทั่วไป - กลุ่มนักท่องเที่ยว - ลูกค้าที่ได้ร่วมงานแสดงสินค้าต่าง ๆ
9. โครงสร้างต้นทุน (Cost Structure) - ต้นทุนการผลิตมีวัตถุดิบ/ แรงงาน - การบริหารจัดการ			5. รายได้หลัก (Revenue Streams) - รายได้หลักจากการขายสินค้าประเภทเสื้อผ้า	

ภาพประกอบ 4 โมเดลธุรกิจตลาดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ

3. พัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลและประชาสัมพันธ์ช่องทางการตลาดดิจิทัล

จากภาพประกอบ 4 โมเดลธุรกิจการตลาดพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่सान้อยสามารถใช้เทคโนโลยีและโปรแกรมไลน์ เพชบุรี และวิดีโอ ติดต่อลูกค้าและนำเสนอสินค้าได้ดีกว่ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่ก๊ะเปียงซึ่งสามารถใช้ได้เพียงติดต่อกับลูกค้าเท่านั้น การสร้างสื่อเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลสำหรับชุมชน จึงดำเนินการดังนี้

3.1 สื่อเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่सान้อย

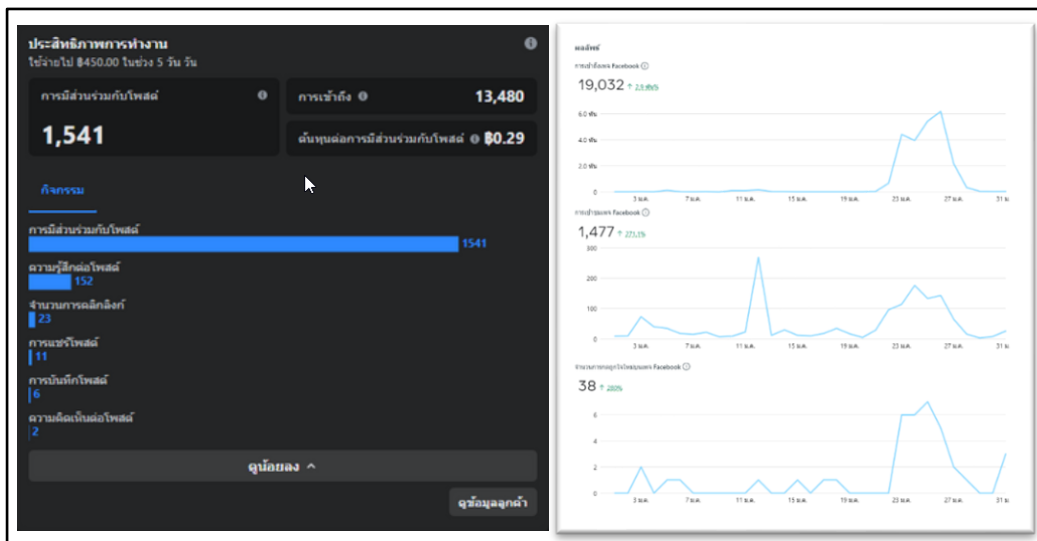
กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่सान้อย มีความสามารถในการใช้งานโปรแกรมเพชบุรี (Facebook) และไลน์ (Line) ในการทำตลาดดิจิทัลอยู่แล้วแต่ยังไม่สามารถใช้ในเชิงลึกได้ จึงเพิ่มความสามารถให้สมาชิกทำการตลาดดิจิทัลดังนี้

3.1.1 เพชบุรี ส่วนของการนำเสนอและโปรโมท

การใช้งานเพชบุรีของกลุ่มมีการตั้งเพจ (Page) ว่า “ดาวมาง งานผ้าใยกล้วยง” และสมาชิกกลุ่มมีการลงข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าและกิจกรรมกลุ่มอย่างต่อเนื่อง แต่ยังขาดการวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมายของลูกค้า การสร้างคอนเทนต์ที่น่าสนใจ จึงให้สมาชิกเพิ่มการใช้เพชบุรีดังนี้

1) การยิงแอดโฆษณาในเฟซบุ๊ก

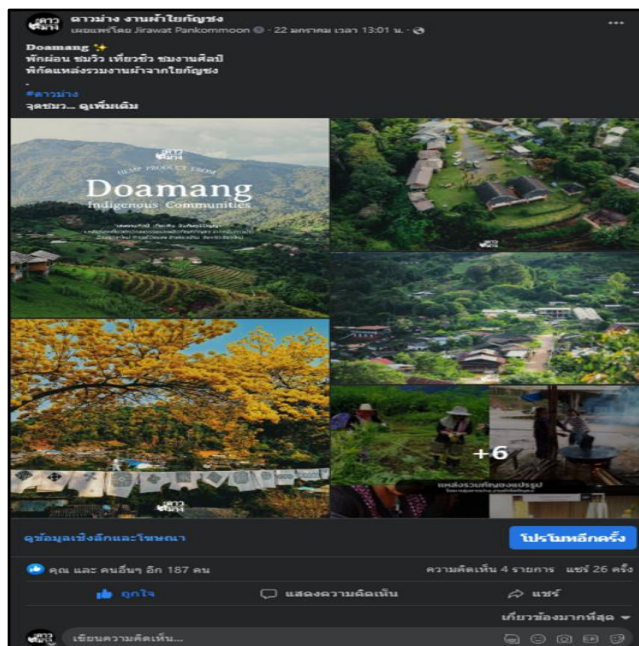
ทำการจัดเลือกสมาชิกในกลุ่มที่มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล มาสอนวิธีการยิงแอดในเฟซบุ๊ก เพื่อเพิ่มการเข้าถึงผู้เข้าชม การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกจากรายงานและกราฟ การนำผลลัพธ์ประยุกต์ใช้งานในการวิเคราะห์กลุ่มลูกค้า ตัวอย่างแสดงดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ข้อมูลการยิงแอดโฆษณาในเฟซบุ๊ก

2) การสร้างคอนเทนต์โพสต์ลงหน้าเพจ

การโพสต์ข้อความและรูปในเพจ “ดาวม่าง งานผ้าใยกล้วยง” ยังขาดเทคนิคในการตกแต่งภาพ การเขียนคอนเทนต์ดึงดูดความสนใจ ซึ่งจากการวิเคราะห์โมเดลทางธุรกิจ ในภาพประกอบ 5 จุดเด่นของสินค้าคือ เป็นสินค้าแบบแฮนด์เมด มีการปักและออกแบบลายได้สวยงาม ประณีต มีการใช้วัตถุดิบและย้อมสีจากธรรมชาติ และมีแหล่งท่องเที่ยวที่นักท่องเที่ยวเข้าไปเยี่ยมชมในพื้นที่ และการทอผ้ายังคงรักษาวินัยดั้งเดิมของชนชาวม้ง จึงนำจุดเด่นนี้มาสร้างคอนเทนต์ในเพจ แสดงดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างการสร้างคอนเทนต์โพสต์ลงหน้าเพจ

3.1.2 โลก ส่วนของการจัดการสินค้า

การใช้โปรแกรมไลน์ทางกลุ่มได้ใช้ในการติดต่อพูดคุยกับกลุ่มลูกค้า ซึ่งจุดเด่นคือเป็นช่องทางในการติดต่อฐานข้อมูลลูกค้าในกลุ่มเป้าหมายได้ ดังนั้นจึงเพิ่มความสามารถในการใช้โปรแกรมไลน์นำเสนอสินค้าให้กับกลุ่มลูกค้า โดยจัดทำดังนี้

1) การใช้งานไลน์ออฟฟิเชียลแอ็กเคานต์ (Line Official Account)

ไลน์ออฟฟิเชียลแอ็กเคานต์ คือ เครื่องมือทางการตลาดดิจิทัลแบบหนึ่งที่ใช้ในการเข้าถึงลูกค้าได้มากขึ้นซึ่งมีหลากหลายรูปแบบ เช่น การbroadcast (Broadcast) โพสต์ (Post) การส่งข้อความอัตโนมัติ เป็นต้น เนื่องจากทางกลุ่ม มีการส่งข้อความรายการสินค้าให้กับลูกค้าเป็นระยะ หากใช้งานไลน์แบบเดิมและฐานข้อมูลลูกค้ามากขึ้นจะบริหารจัดการได้ยาก จึงเพิ่มการใช้งานด้วยไลน์ออฟฟิเชียลแอ็กเคานต์ เพื่อสร้างริชเมสเสจ (Rich Message) คือ การส่งภาพ วิดีโอ ข้อความ และลิงก์ (Link) ไปถึงลูกค้าที่เป็นเพื่อนแอ็กเคานต์ของเรา ด้วยการbroadcast (Broadcast) ทำให้การสื่อสารไปหาลูกค้าได้สะดวกขึ้น ตัวอย่างดังภาพประกอบ 7

รวมเมสเสจ

สามารถดูประวัติการสนทนาได้เป็นรายวัน

0000/0000 - 0000/0000 10:00 10:00

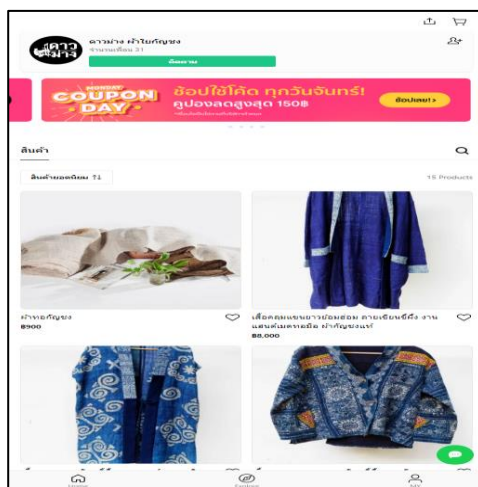
รูป	ชื่อ	ผลิตภัณฑ์	วันที่	
	ข้าวหอมมะลิ	• ข้าวหอมมะลิ 105	05/02/2023 14:31	...
	ข้าวหอมมะลิ	• ข้าวหอมมะลิ 105	05/02/2023 14:20	...
	ข้าวหอมมะลิ	• ข้าวหอมมะลิ 105	05/02/2023 12:51	...

1

ภาพประกอบ 7 แสดงการสร้างริชเมสเสจเพื่อนำไปโปรดแคสต์

2) การใช้งานไลน์มายช็อป (Line MyShop)

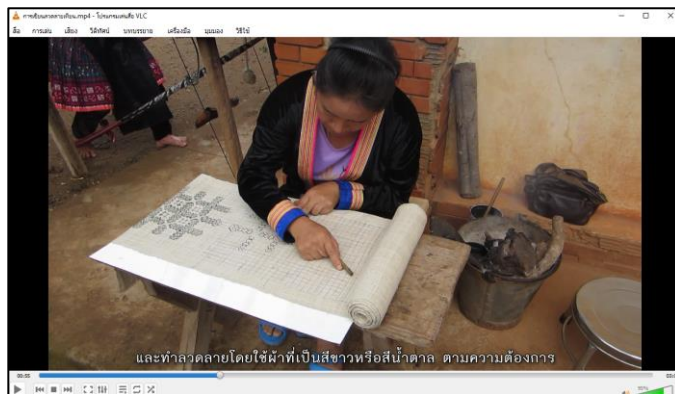
ไลน์มายช็อป คือ เครื่องมือที่ช่วยจัดการร้านค้าออนไลน์ โดยสามารถเก็บข้อมูลสินค้าให้ลูกค้าเลือกซื้อสินค้าได้ จึงให้สมาชิกกลุ่มสร้างไลน์มายช็อป เก็บข้อมูลสินค้า การจัดทำส่วนลด การสร้างคูปอง การชำระเงิน และปิดการขายสินค้า แสดงตัวอย่างดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 แสดงหน้าร้านไลน์มายช็อป ของดาวม่าง งานผ้าใยกล้วยง

3.1.3 การสร้างสื่อวีดิทัศน์ของ “ดาวม่าง งานผ้าใยกล้วยง”

ในการนำเสนอข้อมูลสินค้าในรูปแบบภาพวิดีโอ จึงให้สมาชิกได้สร้างสื่อวีดิทัศน์และแนะนำวิธีการเรียนรู้เกี่ยวกับการวางแผนเนื้อหา การถ่ายภาพ การตัดต่อ การนำเสนอวีดิทัศน์ ดังภาพประกอบ 9



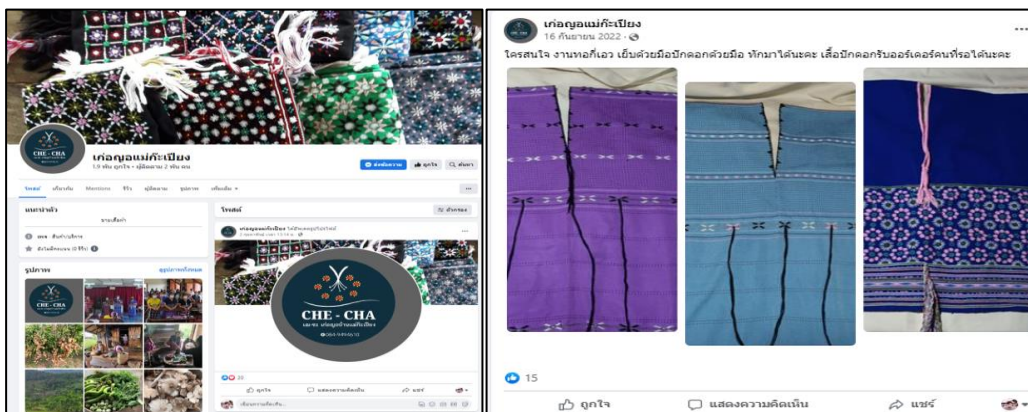
ภาพประกอบ 9 วิดีทัศน์แสดงขั้นตอนการเขียนเทียนขี้ผึ้งในลวดลายผ้าของวิสาหกิจชุมชน บ้านแม่सान้อย

3.2 สื่อเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่ก๊ะเปียง

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่ก๊ะเปียง ยังขาดทักษะการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัล มีประสบการณ์ใช้งานโปรแกรมไลน์เพื่อการติดต่อสื่อสารเท่านั้น ยังไม่เคยมีการโปรโมทสินค้าทางโซเชียลมีเดีย ดังนั้นจึงเริ่มต้นใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อทำการตลาดดิจิทัลจากเฟซบุ๊กและการใช้สื่อวิดีโอ ดังนี้

3.2.1 การสร้างเพจจากเฟซบุ๊ก

แนะนำให้สมาชิกสร้างเพจเฟซบุ๊ก การถ่ายภาพและการปรับแต่ง การสร้างคอนเทนต์ในเพจ โดยได้ตั้งชื่อเพจว่า “เก๋อญอแม่ก๊ะเปียง” แสดงดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แสดงเพจเฟซบุ๊กของวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่ก๊ะเปียง

3.2.2 การสร้างสื่อวีดิทัศน์ของวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่กะเปียง

ในการนำเสนอข้อมูลสินค้าในรูปแบบภาพวิดีโอ แนะนำสมาชิกให้เข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายภาพ การตัดต่อวิดีโอ การนำเสนอภาพด้วยโปรแกรมในอุปกรณ์มือถือ โดยนำเสนอเกี่ยวกับการทอผ้าและย้อมสีธรรมชาติ ดังตัวอย่างภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 แสดงการนำเสนอการทอผ้าและการย้อมสีธรรมชาติ

จากการดำเนินงานพัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลข้างต้น มีสมาชิกวิสาหกิจชุมชนได้เข้ามาร่วมในการดำเนินการพัฒนาฝึกปฏิบัติตามกิจกรรม ซึ่งสามารถนำผลลัพธ์สื่อเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลไปใช้กับงานวิสาหกิจชุมชนของตนเองบริหารจัดการด้วยตนเองได้

4. การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดความรู้การตลาดดิจิทัลและเทคโนโลยีดิจิทัลให้ชุมชน

ในการอบรมถ่ายทอดความรู้ด้านกลยุทธ์ทางการตลาดดิจิทัลและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีตลาดดิจิทัล ได้จัดการอบรมตามการพัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลในแต่ละพื้นที่ คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่สาบน้อย จำนวน 15 คน อบรมเกี่ยวกับการใช้งานเฟซบุ๊ก ไลน์มายซ์ช็อป ไลน์ออฟฟิศ เซียลแอ็กเคานต์ และการสร้างสื่อวิดีโอ ส่วนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่กะเปียง จำนวน 10 คน จะอบรมเกี่ยวกับการใช้งานเฟซบุ๊ก และการสร้างสื่อวิดีโอ ผลลัพธ์ที่ได้สมาชิกที่เข้าร่วมการพัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลตั้งแต่เริ่มต้นและเข้ามาเพิ่มทักษะในการอบรมจะสามารถใช้งานและบริหารจัดการสื่อเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลด้วยตนเองได้ ส่วนสมาชิกผู้สูงวัยที่มีทักษะการใช้เทคโนโลยีน้อยและมีความไม่พร้อมด้านอุปกรณ์มือถือ จึงได้อธิบายเพื่อมีความเข้าใจด้านเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น หลังจากอบรมแล้วได้ประเมินความพึงพอใจในการอบรมจากผู้เข้าอบรมจำนวน 25 คน โดยสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ยรวมของการอบรมเชิงปฏิบัติการในด้านการถ่ายทอดความรู้และการนำไปใช้งาน คือ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.08$, $S.D. = 0.52$) โดยมีรายละเอียดความพึงพอใจในการอบรม ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพและข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจได้ทำการศึกษาเกี่ยวเพศ ช่วงอายุ โดยแสดงรายละเอียดดังนี้

เพศ พบว่า ผู้เข้าอบรมส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 84.00 และเพศชาย จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 16.00

ช่วงอายุ พบว่า ผู้เข้าร่วมที่มีช่วงอายุ 41-50 ปี จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 44.00 และอายุ 51 ปีขึ้นไป จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 36.00 และอายุ 31-40 ปี จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ประเมินโครงการอบรมถ่ายทอดความรู้ด้านกลยุทธ์ทางการตลาดดิจิทัลและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีตลาดดิจิทัล โดยแสดงรายละเอียดดังตาราง 2

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการอบรมถ่ายทอดความรู้ด้านกลยุทธ์ทางการตลาดดิจิทัลและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีตลาดดิจิทัล

หัวข้อที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการถ่ายทอดความรู้และการนำไปใช้งาน			
1. ผู้เข้าอบรมมีความรู้ความเข้าใจ ก่อนการอบรม	3.88	0.52	พึงพอใจมาก
2. ผู้เข้าอบรมได้รับความรู้ความเข้าใจหลังการอบรม	4.24	0.59	พึงพอใจมาก
3. วิทยากรถ่ายทอดความรู้ได้ถูกต้อง มีความชัดเจน และอธิบายเนื้อหาเข้าใจง่าย	4.16	0.55	พึงพอใจมาก
4. วิทยากรตอบคำถามได้ตรงประเด็นชัดเจน	4.12	0.66	พึงพอใจมาก
5. ความเหมาะสมสื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการอบรม	4.04	0.53	พึงพอใจมาก
6. การใช้เวลาในการอบรม	4.04	0.45	พึงพอใจมาก
7. สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ปฏิบัติงานได้	4.16	0.47	พึงพอใจมาก
8. ผู้อบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้	3.92	0.27	พึงพอใจมาก
9. ผู้อบรมได้รับประโยชน์ในการอบรมครั้งนี้	4.08	0.57	พึงพอใจมาก
10. ความพึงพอใจในการจัดโครงการอบรมโดยภาพรวม	4.12	0.43	พึงพอใจมาก
รวม	4.08	0.52	พึงพอใจมาก

จากตารางที่ 1 ด้านการถ่ายทอดความรู้และการนำไปใช้งาน การประเมินความพึงพอใจที่ลำดับค่ามากที่สุดคือ ผู้เข้าอบรมได้รับความรู้ความเข้าใจหลังการอบรม ($\bar{X}$ =4.24, S.D.=0.59) รองลงคือสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้ ($\bar{X}$ =4.16, S.D.=0.47) วิทยากรถ่ายทอดความรู้ได้ถูกต้อง มีความชัดเจน และอธิบายเนื้อหาเข้าใจง่าย ($\bar{X}$ =4.16, S.D.=0.55) วิทยากรตอบคำถามได้ตรงประเด็นชัดเจน ($\bar{X}$ =4.12, S.D.=0.66) ความพึงพอใจในการจัดโครงการอบรมโดยภาพรวม ($\bar{X}$ =4.12, S.D.=0.43) ผู้อบรมได้รับประโยชน์การอบรมครั้งนี้ ($\bar{X}$ =4.08, S.D.=0.57) ความเหมาะสมสื่ออุปกรณ์

ที่ใช้ในการอบรม ($\bar{X}$ =4.04, S.D.=0.53) การใช้เวลาในการอบรม ($\bar{X}$ =4.04, S.D.=0.45) ผู้อบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้ ($\bar{X}$ =3.92, S.D.=0.27) และผู้เข้าอบรมมีความรู้ความเข้าใจ ก่อนการอบรม ($\bar{X}$ =4.88, S.D.=0.52) ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาตามวัตถุประสงค์ คือ 1) สร้างโมเดลธุรกิจทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ผ้าทอของวิสาหกิจชุมชน คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่सान้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่ก๊ะเปียง ตำบลสะลอง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยผลการสร้างโมเดลธุรกิจและวางแผนการตลาดดิจิทัล ทำให้เห็นจุดแข็งจุดอ่อนและโอกาสที่สามารถนำไปปรับปรุงวางแผนการตลาดดิจิทัลในอนาคต โมเดลธุรกิจมีความสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาการตลาดดิจิทัลสำหรับผู้ประกอบการ (รจนาเมืองแสน และอุมาวรรณ วาทกิจ, 2564) และการส่งเสริมการตลาดออนไลน์ของวิสาหกิจชุมชน (รัฐการ บัวศรี และอิสริยาณี ฤทธิมาศ, 2564) ซึ่งนำผลไปใช้พัฒนาตลาดดิจิทัลต่อไป 2) พัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลของผลิตภัณฑ์ผ้าทอของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ ซึ่งจะเป็นการเปิดหน้าร้านออนไลน์และเป็นช่องทางในการประชาสัมพันธ์ สินค้า จากวิเคราะห์โมเดลธุรกิจพบว่า สื่อเทคโนโลยี ตลาดดิจิทัลที่เหมาะสมใช้งานคือ ไลน์ เฟซบุ๊ก และวิดีโอ จึงให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่सान้อยที่มีทักษะการใช้เทคโนโลยีมีการสร้างหน้าเพจเฟซบุ๊ก ไลน์มายช็อป ไลน์ออฟฟิศเชียลแอ็กเคานต์ และสร้างวิดีโอ และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่ก๊ะเปียง ยังขาดทักษะในการใช้เทคโนโลยี จึงสร้างเพียงหน้าเพจเฟซบุ๊กและสร้างวิดีโอ การเลือกใช้เครื่องมือแพลตฟอร์มแบบออนไลน์ มีผลต่อการหาข้อมูลสินค้าและบริการที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจส่วนบุคคล (บุญธิดา กลิ่นมาลัย, 2562) นอกจากนี้จากการวิเคราะห์โมเดลธุรกิจพบว่า กลุ่มลูกค้าจะเป็นนักท่องเที่ยว ผู้ที่มาศึกษาดูงาน และลูกค้าในงานแสดงสินค้า การสร้างคอนเทนต์ที่เกี่ยวกับการท่องเที่ยว การให้ความรู้ และการผลิตแบบแฮนด์เมดมีส่วนช่วยในการดึงดูดลูกค้า การสร้างเนื้อหาในการทำการตลาดดิจิทัลให้เกิดการยอมรับผลิตภัณฑ์ การสร้างเนื้อหาเชิงบวกจะทำให้เกิดผลดีต่อการทำการตลาด (อนันตพร พุทธิสสะ และคณะ, 2565) ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการตระหนักรู้สินค้า การสร้างแบรนด์สินค้าที่ตอบสนองตรงตามลูกค้า (Danar, Marta, & Sampurna, 2020) 3) ถ่ายทอดความรู้ด้านตลาดดิจิทัลและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีตลาดดิจิทัล โดยนำเอาความรู้จากการพัฒนาเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลของชุมชนมาเป็นแนวทางการสอน ผลการประเมินผู้เข้าอบรมพบว่า มีความพึงพอใจในด้านการถ่ายทอดความรู้และการนำไปใช้งาน คือ จัดอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X}$ =4.08, S.D.=0.52) ผู้เข้าอบรมส่วนใหญ่จะเป็นผู้สูงวัยมีความชำนาญในการผลิตผ้าทอมือ แต่ขาดทักษะการใช้เทคโนโลยี มีสมาชิกส่วนเพียงบางส่วนที่สามารถใช้งานเทคโนโลยีได้ หลังจากผ่านการอบรมแล้วผู้วิจัยได้เข้าไปสังเกตการใช้งานเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลพบว่า กลุ่มที่ 1 วิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้าน

แม่सान้อย มีสมาชิกที่สามารถใช้งานเฟซบุ๊ก ไลน์มายซ์ช็อป และไลน์ออฟฟิศเซียลแอ็กเคานต์ สามารถต่อยอดทำร้านค้าออนไลน์ การสร้างคอนเทนต์ที่ดึงดูดผู้ชม การตกแต่งภาพ การสร้างสื่อมีเดีย การเปิดการสั่งซื้อสินค้าให้กับกลุ่มได้ กลุ่มที่ 2 วิสาหกิจชุมชนผ้าทอมือบ้านแม่กะเปียง มีสมาชิกที่สามารถใช้งานเฟซบุ๊ก การสร้างคอนเทนต์ การตกแต่งภาพและสร้างสื่อมีเดียได้ ซึ่งผลจากการวิจัยนี้วิสาหกิจชุมชนสามารถพัฒนาศักยภาพทางเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลมาใช้ในการตลาดชุมชนของตนได้

ข้อเสนอแนะ

1. กลุ่มชาติพันธุ์จะมีอัตลักษณ์ทางด้านศิลปวัฒนธรรม ประเพณี และความเชื่อ สามารถสร้างคุณค่าทางภูมิปัญญาท้องถิ่น หากได้รวบรวมเล่าเรื่องราวต่าง ๆ (Storytelling) จะนำมาสู่การสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์ชุมชนได้
2. ศึกษาเทคนิคเชื่อมโยงดึงดูดลูกค้ากลุ่มออฟไลน์ให้เข้ามาอยู่ในกลุ่มออนไลน์ เพื่อเพิ่มช่องทางการติดต่อลูกค้าช่วยให้เกิดการรักษาลูกค้าไว้ และศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมเชิงลึกของลูกค้า ให้เข้าถึงกลุ่มลูกค้าเป้าหมายได้
3. แพลตฟอร์มในการตลาดดิจิทัลมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งการตลาดดิจิทัลมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบที่รวดเร็วมาก ควรเริ่มจากแพลตฟอร์มที่ชุมชนพอมือทักษะนั้นก่อนเพื่อสร้างความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง และค่อยเริ่มการใช้แพลตฟอร์มอื่น ๆ
4. การจำหน่ายสินค้าประเภทผ้าทอใยกล้วย ซึ่งคำว่า “กล้วยง” อาจเป็นคำต้องห้ามทำให้การใช้คำนี้ในบางแพลตฟอร์มไม่ได้ ดังนั้นต้องสร้างความเข้าใจทั้งเจ้าของแพลตฟอร์มและกลุ่มลูกค้า

บรรณานุกรม

- ฐิติมา สง่าพรทรัพย์กุล. (12 พฤษภาคม 2565). ผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือบ้านแม่กะเปียง. *สัมภาษณ์*.
- ธัญพร ธนอมวรกุล. (5 พฤศจิกายน 2565). ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ผู้นำรักการทอผ้าใยกล้วยเขียนเทียน. *สัมภาษณ์*.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: บริษัท สุวีริยาสาส์น จำกัด.
- บุญธิดา กลิ่นมาลัย. (2562). *กลยุทธ์ทางการตลาดดิจิทัลของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ประเภทที่อยู่อาศัยทั้งแนวราบและ สูงแนวสูงในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล* (สารนิพนธ์ ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล.

- รจนา เมืองแสน และอุมาวรรณ วาทกิจ. (2564). แนวทางการพัฒนาการตลาดดิจิทัลสำหรับผู้ประกอบการธุรกิจผ้าไหมสำเร็จรูปในกลุ่มนครชัยบุรินทร์. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 9(2), 817-829.
- รัฐการ บัวศรี และอิสริยาณี ฤทธิมาศ. (2564). แนวทางส่งเสริมการตลาดออนไลน์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตร. *วารสารการบริหารการศึกษา มจร.วิทยาเขตร้อยเอ็ด*, 1(3), 22-32.
- ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่. (2560). บริบทชุมชนบ้านแม่สาใหม่ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. สืบค้นจาก https://royal.mju.ac.th/wtms_webpageDetail.aspx?wid=2448
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2566). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570).
- อนันตพร พุทธิสส, ยุพาภรณ์ ชัยเสนา, และฉัตรรัชดา วิโรจน์รัตน์. (2565). การพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาดเชิงสร้างสรรค์ของกลุ่มทอผ้าบ้านกุดหว้า จังหวัดกาฬสินธุ์. *วารสารวิจัยวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*, 6(2), 29-43.
- Daniar, A., Marta, R. F., & Sampurna, A. (2020). Defining brand identity of noesa woven fabric through total branding in online media. *Diakom: Jurnal media dan komunikasi*, 3(1), 77-88.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation*. John Wiley & Sons.

การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการไหว้พระ 9 วัด ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
โดยใช้ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย
Finding the shortest path to the 9 temples in Phra Nakhon Si Ayutthaya
By using the Traveling Salesman Problem model

รุ่งรัตน์ สมานมู

Roongrat Samanmoo

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

Department of Applied Mathematics, Faculty of Science and Technology,

Phra Nakhon Si Ayutthaya Rajabhat University

Email: roongrat_sa@aru.ac.th

Received : February 23, 2024

Revised : June 8, 2024

Accepted : June 13, 2024

บทคัดย่อ

จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นหนึ่งในจังหวัดที่มีจุดเด่นด้านการท่องเที่ยว กิจกรรมหนึ่งที่นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่นิยมเดินทางมาเที่ยวคือการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมไหว้พระ 9 วัด ซึ่งเป็นการท่องเที่ยวแบบไปเช้า-เย็นกลับ (one day trip) นักท่องเที่ยวสามารถหาข้อมูลการเดินทางเบื้องต้นจากเว็บไซต์การท่องเที่ยวซึ่งมีอยู่มากมาย เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการเดินทาง เนื่องจากข้อมูลที่มีในแต่ละเว็บไซต์มีความแตกต่างกัน มีข้อมูลค่อนข้างเฉพาะและจำกัด หลายเว็บไซต์จะแนะนำแค่สถานที่ แต่ไม่ได้บอกลำดับการเดินทางและเวลาที่ใช้ รวมถึงวัดที่แนะนำอาจจะไม่ใช่วัดที่ตรงตามความต้องการของผู้เดินทางทั้งหมด ผู้วิจัยจึงได้ทำการสำรวจและรวบรวมรายชื่อวัดที่ถูกแนะนำสำหรับกิจกรรมไหว้พระ 9 วัดจากเว็บไซต์ต่าง ๆ จำนวน 8 เว็บไซต์ เลือกวัดที่ถูกแนะนำมากที่สุดจำนวน 11 วัด พิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการเลือกวัด 9 วัดจากวัดที่แนะนำข้างต้นซึ่งจะมีทั้งหมด 55 ทางเลือก แต่ละทางเลือกได้ใช้แนวคิดการสร้างตัวแบบ “ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย” หาเส้นทางที่มีระยะทางรวมน้อยที่สุดในการไหว้พระ 9 วัด โดยใช้โปรแกรม excel solver และรวบรวมผลลัพธ์ในทุกทางเลือก ได้แก่ข้อมูลระยะทางรวม เวลารวมที่ใช้ในเส้นทางนั้น ลำดับการเดินทาง และเวลาที่ใช้ในแต่ละช่วงด้วยโปรแกรม excel ประยุกต์ใช้คำสั่ง INDEX และ MATCH ในการเรียกข้อมูลแต่ละทางเลือกขึ้นมาใช้งาน เพื่อนำไปวางแผนการเดินทางอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ระยะทางที่สั้นที่สุด กราฟมีน้ำหนัก

ABSTRACT

Phra Nakhon Si Ayutthaya Province is one of the provinces known for its tourism attractions. One popular activity among tourists is cultural tourism, specifically visiting 9 temples, which is typically a one-day trip. Tourists can find preliminary travel information from various tourism websites to help plan their trips. However, the information available on different websites varies, is often quite specific and limited. Many websites only recommend places without providing the order of travel and the time required. Additionally, the recommended temples may not align perfectly with the preferences of all travelers. Therefore, the researcher conducted a survey and compiled a list of recommended temples for the activity of visiting 9 temples from 8 different websites. From these, the 11 most recommended temples were selected. All possible combinations of choosing 9 temples out of the 11 recommended temples were considered, resulting in 55 different options. Each option was analyzed using the "Traveling Salesman Problem" model to find the route with the shortest total distance for visiting the 9 temples. The Excel Solver program was used to calculate and compile results for each option, including total distance, total time required, order of travel, and time required for each segment using the INDEX and MATCH functions in Excel. This approach aims to enhance the efficiency of travel planning.

Keywords: Traveling Salesman Problem, Shortest Route, Weighted Graph

บทนำ

จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นจังหวัดที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์เป็นอย่างมาก และได้ขึ้นชื่อว่าเป็นเมืองมรดกโลก มีสถานที่สำคัญมากมาย ทั้งโบราณสถาน วัดวาอารามต่าง ๆ ปัจจุบันจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นหนึ่งในจังหวัดที่มีจุดเด่นด้านการท่องเที่ยว โดยในปี พ.ศ. 2565 มีสถิติผู้มาเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ มากเป็นอันดับสองในภาคกลาง รองจากจังหวัดกรุงเทพมหานคร (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2566) เนื่องจากปัจจัยด้านการคมนาคมที่สะดวกและมีสถานที่ท่องเที่ยวที่หลากหลาย กิจกรรมหนึ่งที่นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่นิยมเดินทางมาเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา คือ การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมไหว้พระ 9 วัด ซึ่งเป็นการท่องเที่ยวแบบ ไปเช้า-เย็นกลับ เนื่องจากการทำบุญไหว้พระเป็นความเชื่อของคนไทยมาแต่โบราณ

รวมกับความเชื่อว่าเลข 9 เป็นเลขที่เป็นมงคล การท่องเที่ยวไหว้พระ 9 วัด จึงเป็นที่นิยมของผู้คนในปัจจุบัน ซึ่งการเดินทางแบบไปเช้า-เย็นกลับ มีเวลาค่อนข้างจำกัด ดังนั้นการเดินทางไหว้พระ 9 วัด ในหนึ่งวันจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการเดินทางที่ดี นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่จะเดินทางมาด้วยรถยนต์ส่วนตัว โดยสามารถหาข้อมูลการเดินทางเบื้องต้นจากเว็บไซต์การท่องเที่ยวซึ่งมีอยู่มากมาย เพื่อเป็นแนวทาง ในการวางแผนการเดินทาง แต่เนื่องจากข้อมูลที่มีในแต่ละเว็บไซต์มีความแตกต่างกัน มีข้อมูลค่อนข้างเฉพาะและจำกัด หลายเว็บไซต์จะแนะนำแค่สถานที่แต่ไม่ได้แนะนำลำดับการเดินทางและเวลาที่ใช้ รวมถึงข้อมูลวัดที่แนะนำอาจจะไม่ใช่วัดที่ตรงตามความต้องการของผู้เดินทางทั้งหมด

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างเครื่องมือที่จะช่วยพิจารณาเส้นทางในการเดินทางไหว้พระ 9 วัด ของนักท่องเที่ยวให้มีความหลากหลาย รวมถึงแสดงลำดับการเดินทางที่ทำให้เกิดเส้นทางที่มีระยะทางรวมที่สั้นที่สุด โดยใช้แบบจำลองในทฤษฎีกราฟ ซึ่งกราฟเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์รูปแบบหนึ่งในเรื่องของเส้นทางมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีกราฟ มาช่วยในการพิจารณาปัญหาอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะปัญหาที่ต้องการหาเส้นทางรวมในการเดินทางไปยังจุดที่ต้องการ และมีระยะทางรวมน้อยที่สุด โดยจะให้จุดในกราฟแทนสถานที่ที่สนใจ และเส้นในกราฟแทนเส้นทางระหว่างสองสถานที่ใด ๆ ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขายเป็นขั้นตอนวิธีทางกราฟ ที่นิยมใช้ในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด ในลักษณะดังกล่าว เสกสรรค์ วินยาศักกุล และคณะ (2557) ประยุกต์ใช้ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขายหาเส้นทางที่สั้นที่สุดสำหรับรถรางนำเที่ยวของเทศบาลนครเชียงราย โดยพิจารณาจุดท่องเที่ยวที่ต้องผ่าน 9 จุด และใช้การหาผลลัพธ์ของตัวแบบด้วยการใช้โปรแกรมเชิงเส้นร่วมกับโปรแกรม excel solvers โดยเส้นทางที่ได้จากผลลัพธ์นี้ มีระยะทางที่สั้นกว่าระยะทางของเส้นทางเดิมที่รถรางวิ่ง 550 เมตร นคร ไชยวงศ์ศักดิ์ และคณะ (2558) ได้จัดเส้นทางรถขนส่งน้ำดื่มโดยแบ่งพื้นที่ในการให้บริการเป็นกลุ่มย่อยโดยใช้วิธีเซฟวิงอัลกอริทึม แล้วจึงนำแต่ละกลุ่มย่อย มาจัดลำดับการขนส่งใหม่ โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ซึ่งทำให้ได้เส้นทางที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น วิรัชพัชร สว่างญาติ (2562) เปรียบเทียบสามวิธีในการออกแบบเส้นทางรถท่องเที่ยว กรณีศึกษาจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยสำรวจลำดับความนิยมต่อสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา 8 สถานที่ จากนักท่องเที่ยว 400 คน ได้ข้อมูลตามลำดับความนิยม คือ วัดใหญ่ชัยมงคล วัดมหาธาตุ วัดมงคลบพิตร วัดพนัญเชิง วัดพระศรีสรรเพชญ์ วัดไชยวัฒนาราม พระราชวังบางปะอิน พิพิธภัณฑ์เจ้าสามพระยา วัดนิเวศธรรมประวัติ หมู่บ้านโปรตุเกส แล้วใช้ 3 วิธี ในการวางแผนการท่องเที่ยวแบบไปเช้า-เย็นกลับ คือ 1) เรียงลำดับตาม ความนิยม 2) ใช้ขั้นตอนวิธีละโมบ (Greedy Algorithm) 3) พิจารณาในรูปปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problems) พบว่าการพิจารณาในรูปปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ออกแบบเส้นทางได้ดีที่สุด ได้ระยะทางสั้นสุดคือ 47.15 กิโลเมตรและใช้เวลาในการเดินทาง 97 นาที

ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) (กนกวรรณ สุภักดี, 2556) เป็นปัญหาหนึ่งของการขนส่ง มีรูปแบบเป็นการเดินทางของพนักงานขายคนหนึ่งโดยมีเงื่อนไข คือ พนักงานขายจะต้องเดินทางผ่านให้ครบทุกเมือง ซึ่งเดินทางผ่านในแต่ละเมืองได้เพียงครั้งเดียวและกลับมายังจุดเริ่มต้น โดยให้มี

ระยะทางรวมสั้นที่สุด โดยปัญหา TSP จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้ คือ 1) มีเส้นทางไปกลับแบบสมมาตร และ 2) มีเส้นทางไปกลับไม่สมมาตร

กราฟ $G=(V,A)$ ประกอบด้วยเซตของจุด V ที่ไม่เป็นเซตว่าง และ A เป็นเซตของเส้นที่มีทิศทางซึ่งเป็นคู่อันดับของจุดใน V เส้น uv คือเส้นที่มีทิศทางจากจุด u ไปยังจุด v กราฟถ่วงน้ำหนัก (weighted graph) คือกราฟที่เส้นแต่ละเส้นถูกกำหนดด้วยจำนวนจริงที่ไม่เป็นลบ เราเรียกจำนวนจริงดังกล่าวนี้ว่า น้ำหนักของเส้น ให้ $G=(V,A)$ เป็นกราฟเชื่อมโยงแบบถ่วงน้ำหนักโดยที่จุด $v_i \in V$ ($1 \leq i \leq n$) แทนเมืองแต่ละเมืองที่พนักงานขายต้องเดินทาง และน้ำหนักของเส้น $v_i v_j$ คือระยะทางจากเมือง v_i ไปยังเมือง v_j ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย คือ การหาเส้นทางที่ผ่านจุดทุกจุดในกราฟเพียงครั้งเดียวแล้วกลับมาที่เดิม และมีผลรวมของน้ำหนักของทุกเส้นในเส้นทางน้อยที่สุด สามารถเขียนตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ได้ดังนี้

ดัชนี	i, j	โดยที่	$i, j \in 1, 2, \dots, n$
ตัวแปรที่ทราบค่า	c_{ij}	ระยะทางจากจุดที่ i ไปยังจุดที่ j	
ตัวแปรตัดสินใจ	$x_{ij} \in \{0,1\}$	$x_{ij} = 1$ เมื่อมีการเดินทางจากจุดที่ i ไปยังจุดที่ j $x_{ij} = 0$ กรณีอื่น	
ฟังก์ชันวัตถุประสงค์	Minimization $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$, ($i \neq j$)		
สมการข้อจำกัด	$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \forall j \in 1, \dots, n$ $\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \forall i \in 1, \dots, n$ $\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} x_{ij} \leq S - 1, \forall S \subset V$		

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและรวบรวมรายชื่อวัดที่ถูกแนะนำสำหรับนักท่องเที่ยวในการไหว้พระ 9 วัดจากเว็บไซต์ต่าง ๆ โดยค้นหาในกูเกิล (Google) ใช้คำค้นหาคือ “ไหว้พระ 9 วัดอยุธยา” พิจารณาเว็บไซต์ที่แนะนำตามลำดับ จำนวน 8 เว็บไซต์ ได้แก่ travel.trueid.net, chillpainai.com, sanook.com, travel.kapook.com, palanla.com, mcot.net, ktc.co.th และ shopee.co.th แล้วเลือกวัดที่ถูกแนะนำมากที่สุดจำนวน 11 วัด ได้แก่ 1. วัดพนัญเชิงวรวิหาร 2. วัดใหญ่ชัยมงคล 3. วัดกษัตราธิราชวรวิหาร 4. วัดธรรมิกราช 5. วิหารพระมงคลบพิตร 6. วัดหน้าพระเมรุ 7. วัดท่ากระบัง 8. วัดพระศรีสรรเพชญ์ 9. วัดเชิงท่า 10. วัดมหาธาตุ และ 11. วัดพุทไธสวรรย์ ซึ่งวัดทั้ง 11 วัดนี้ เป็นวัดที่อยู่ภายในเกาะเมืองพระนครศรีอยุธยาและบริเวณใกล้เคียงเกาะเมือง ทำให้การเดินทาง

ท่องเที่ยวส่วนใหญ่ จะเป็นการเดินทางมายังเกาะเมืองพระนครศรีอยุธยาและกลับออกทางเดิม ซึ่งมีความใกล้เคียงกับปัญหาที่เป็นการเดินทางที่มีจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายเป็นจุดเดียวกัน ผู้วิจัยจึงใช้แนวคิดการสร้างตัวแบบ “ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย” ซึ่งเป็นเส้นทางที่เดินทางผ่านทุกจุดในกราฟและวนกลับมาที่เดิม โดยพิจารณากับทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการเลือกวัด 9 วัดจากวัดที่แนะนำ 11 วัดข้างต้น ซึ่งมีทั้งหมด 55 ทางเลือก และประยุกต์ใช้โปรแกรม excel solver ในการหาเส้นทางที่มีระยะทางรวมน้อยที่สุดในแต่ละทางเลือก โดยข้อมูลระยะทางและเวลาที่ใช้เดินทางระหว่างสองวัดใด ๆ เป็นระยะทางที่สั้นที่สุดและเวลาที่ใช้ในเส้นทางนั้นจากโปรแกรม google maps นำข้อมูลระยะทางในแต่ละทางเลือกไปหาเส้นทางที่สั้นที่สุดโดยใช้โปรแกรม excel solver รวบรวมผลลัพธ์ในทุกทางเลือกได้แก่ข้อมูลระยะทางรวม เวลาที่ใช้ในเส้นทางนั้น ลำดับการเดินทาง และเวลาที่ใช้ในแต่ละช่วงด้วยโปรแกรม excel และประยุกต์ใช้คำสั่ง INDEX และ MATCH ในการเรียกข้อมูลแต่ละทางเลือกขึ้นมาใช้งาน โดยผู้ใช้งานสามารถพิมพ์หมายเลขวัด 9 วัดที่ต้องการเดินทางในช่อง input เพื่อเรียกข้อมูลลำดับการเดินทางในเส้นทางที่มีระยะทางน้อยที่สุดในการไหว้พระ 9 วัด รวมถึงทราบระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้งหมดในเส้นทางนั้น เพื่อนำไปวางแผนการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหาเส้นทางในการเดินทางไหว้พระ 9 วัดที่มีระยะทางรวมน้อยที่สุด สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการเดินทางให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลวัดจากการแนะนำสถานที่ไหว้พระ 9 วัดในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา รวบรวมจากเว็บไซต์ต่าง ๆ จำนวน 8 เว็บไซต์ ได้ข้อมูลแสดงในตารางที่ 1

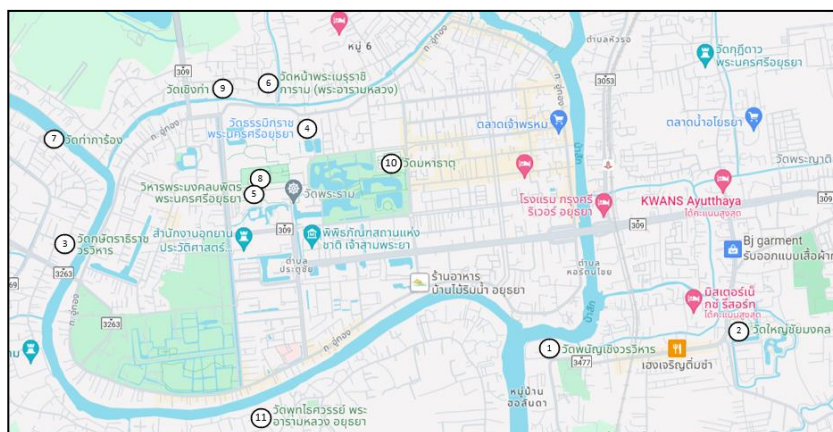
ตารางที่ 1 รายชื่อวัดที่ถูกแนะนำในกิจกรรมไหว้พระ 9 วัดจากแหล่งข้อมูลทางเว็บไซต์

travel.trueid.net	chillpainai.com	Sanook.com	Travel.kapook.com
วัดใหญ่ชัยมงคล	วัดใหญ่ชัยมงคล	วัดใหญ่ชัยมงคล	วัดกลางคลองสระบัว
วัดพนัญเชิงวรวิหาร	วัดพนัญเชิงวรวิหาร	วัดพนัญเชิงวรวิหาร	วัดตะโก
วิหารพระมงคลบพิตร	วิหารพระมงคลบพิตร	วิหารพระมงคลบพิตร	วัดเสนาสนาราม
วัดพระศรีสรรเพชญ์	วัดแม่นางปลื้ม	วัดธรรมิกราช	วัดพนัญเชิงวรวิหาร
วัดธรรมิกราช	วัดธรรมิกราช	วัดหน้าพระเมรุ	วัดหน้าพระเมรุ
วัดหน้าพระเมรุ	วัดหน้าพระเมรุ	วัดท่าการ้อง	วัดสามวิหาร
วัดเชิงท่า	วัดเชิงท่า	วัดกษัตราธิราชวรวิหาร	วัดกษัตราธิราชวรวิหาร
วัดท่าการ้อง	วัดท่าการ้อง	วัดธรรมาราม	วัดธรรมิกราช
วัดกษัตราธิราชวรวิหาร	วัดกษัตราธิราชวรวิหาร	วัดพุทไธสวรรย์	วัดพุทไธสวรรย์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Palanla.com	Mcot.net	Ktc.co.th	Shopee.co.th
วัดใหญ่ชัยมงคล	วัดใหญ่ชัยมงคล	วัดใหญ่ชัยมงคล	วัดพนัญเชิงวรวิหาร
วัดพนัญเชิงวรวิหาร	วัดพนัญเชิงวรวิหาร	วัดพนัญเชิงวรวิหาร	วัดใหญ่ชัยมงคล
วัดมหาธาตุ	วิหารพระมงคลบพิตร	วัดมเหยงคณ์	วัดพุทไธสวรรย์
วัดพระศรีสรรเพชญ์	วัดพระศรีสรรเพชญ์	วัดตะโก	วัดไชยวัฒนาราม
วิหารพระมงคลบพิตร	วัดธรรมิกราช	วิหารพระมงคลบพิตร	วัดพระศรีสรรเพชญ์
วัดธรรมิกราช	วัดหน้าพระเมรุ	วัดกษัตราธิราชวรวิหาร	วัดมหาธาตุ
วัดหน้าพระเมรุ	วัดเชิงท่า	วัดมหาธาตุ	วัดราชบูรณะ
วัดกุหาทอง	วัดท่าการ้อง	วัดพระราม	วัดกษัตราธิราชวรวิหาร
วัดไชยวัฒนาราม	วัดกษัตราธิราชวรวิหาร	วัดกุหาทอง	วัดธรรมิกราช

จากข้อมูลในตารางที่ 1 ผู้วิจัยพิจารณารายชื่อวัดจากทั้ง 8 เว็บไซต์เลือกกรายชื่อวัดที่ถูกแนะนำมากที่สุดมาพิจารณาจำนวน 11 วัด และกำหนดหมายเลขแทนชื่อวัดตามลำดับดังนี้ 1. วัดพนัญเชิงวรวิหาร 2. วัดใหญ่ชัยมงคล 3. วัดกษัตราธิราชวรวิหาร 4. วัดธรรมิกราช 5. วิหารพระมงคลบพิตร 6. วัดหน้าพระเมรุ 7. วัดท่าการ้อง 8. วัดพระศรีสรรเพชญ์ 9. วัดเชิงท่า 10. วัดมหาธาตุ และ 11. วัดพุทไธสวรรย์ ซึ่งมีตำแหน่งที่ตั้งเมื่อพิจารณาจาก google map แสดงดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ตำแหน่งที่ตั้งวัดที่แนะนำทั้ง 11 วัด พิจารณาจาก google map

พิจารณาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดที่ใช้ในการเดินทางระหว่าง 2 วัดใด ๆ จาก google map แสดงข้อมูลในตารางที่ 2 และในเส้นทางดังกล่าวพิจารณาเวลาที่ใช้ในการเดินทางจาก google map

แสดงในตารางที่ 3 (เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลวันธรรมดาในช่วงเวลาปกติ เวลาที่นักท่องเที่ยวใช้เดินทางจริงขึ้นอยู่กับเหตุการณ์การจราจร และสภาพการจราจร ณ เวลานั้น)

ตารางที่ 2 ระยะทางที่สั้นที่สุดในการเดินทางจากวัดในแถวที่ i ไปยังวัดในหลักที่ j

หมายเลข	ชื่อวัด	ระยะทาง (กิโลเมตร)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	วัดพนัญเชิงวรวิหาร	0	5.4	8.5	5.7	5.4	6	9.2	5.1	6.4	4.1	5.3
2	วัดใหญ่ชัยมงคล	1.7	0	8	5.4	5.2	5.8	8.6	4.8	6.1	4	7.8
3	วัดกษัตราธิราชวรวิหาร	9.3	8	0	3.1	2.3	3.1	1.1	2.8	3	3.7	4.4
4	วัดธรรมิกราช	7	5.4	3.5	0	1.7	0.6	4.1	1.8	0.9	2.1	6.8
5	วิหารพระมงคลบพิตร	7.1	5.5	3.6	1.7	0	1.7	4.2	1.3	2	2.2	6.9
6	วัดหน้าพระเมรุ	7.5	5.8	3.3	0.6	1.7	0	4	2.3	0.4	2.6	6.7
7	วัดท่าการ้อง	10.2	9	1.1	4.1	3.2	4	0	3.8	3.9	4.7	5.4
8	วัดพระศรีสรรเพชญ์	6.4	4.8	3.2	2.5	1.1	2.6	3.8	0	2.9	1.5	6.6
9	วัดเชิงท่า	8.3	6.8	3	0.9	1.7	0.4	3.9	2.9	0	3	6.4
10	วัดมหาธาตุ	5.6	4	4.8	1.6	2.2	1.9	5.4	1.3	2.2	0	8.1
11	วัดพุทไธศวรรย์	6.8	8.4	4.4	7.1	6.2	7.1	5.4	6.6	6.9	7.7	0

ตารางที่ 3 เวลาที่ใช้ในการเดินทางในเส้นทางที่สั้นที่สุดจากวัดในแถวที่ i ไปยังวัดในหลักที่ j

หมายเลข	ชื่อวัด	เวลา (นาที)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	วัดพนัญเชิงวรวิหาร	0	4	16	12	10	14	16	10	13	8	10
2	วัดใหญ่ชัยมงคล	4	0	14	10	9	12	15	8	12	9	13
3	วัดกษัตราธิราชวรวิหาร	16	14	0	7	6	7	3	7	6	8	9
4	วัดธรรมิกราช	14	10	7	0	4	2	9	4	2	5	13
5	วิหารพระมงคลบพิตร	14	11	8	4	0	5	9	4	5	5	14
6	วัดหน้าพระเมรุ	15	12	7	2	5	0	8	6	1	7	13
7	วัดท่าการ้อง	18	16	3	9	8	8	0	9	8	10	11
8	วัดพระศรีสรรเพชญ์	12	8	8	5	3	6	9	0	6	3	14
9	วัดเชิงท่า	16	13	6	2	4	1	8	6	0	7	12
10	วัดมหาธาตุ	12	9	10	4	5	5	11	3	5	0	16
11	วัดพุทไธศวรรย์	10	13	9	14	14	15	11	14	14	16	0

และจากวัดที่เป็นทางเลือกทั้งหมด 11 วัด จะพิจารณากรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดสำหรับนักท่องเที่ยวในการเลือกไหว้พระ 9 วัด ซึ่งมีทั้งหมด 55 ทางเลือก แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ทางเลือกทั้งหมดในการเลือกไหว้พระ 9 วัดจากวัดที่แนะนำทั้งหมด 11 วัด

1,2,3,4,5,6,7,8,9	1,2,3,4,5,6,7,9,11	1,2,3,4,6,7,8,10,11	2,3,4,5,6,7,9,10,11	2,3,4,5,7,8,9,10,11
1,2,3,4,5,6,7,8,10	1,2,3,4,5,6,8,9,11	1,2,3,5,6,7,8,10,11	1,2,3,4,5,8,9,10,11	1,2,3,6,7,8,9,10,11
1,2,3,4,5,6,7,9,10	1,2,3,4,5,7,8,9,11	1,2,4,5,6,7,8,10,11	1,2,3,4,6,8,9,10,11	1,2,4,6,7,8,9,10,11
1,2,3,4,5,6,8,9,10	1,2,3,4,6,7,8,9,11	1,3,4,5,6,7,8,10,11	1,2,3,5,6,8,9,10,11	1,3,4,6,7,8,9,10,11
1,2,3,4,5,7,8,9,10	1,2,3,5,6,7,8,9,11	2,3,4,5,6,7,8,10,11	1,2,4,5,6,8,9,10,11	2,3,4,6,7,8,9,10,11
1,2,3,4,6,7,8,9,10	1,2,4,5,6,7,8,9,11	1,2,3,4,5,6,9,10,11	1,3,4,5,6,8,9,10,11	1,2,5,6,7,8,9,10,11
1,2,3,5,6,7,8,9,10	1,3,4,5,6,7,8,9,11	1,2,3,4,5,7,9,10,11	2,3,4,5,6,8,9,10,11	1,2,3,5,6,7,8,9,10,11
1,2,4,5,6,7,8,9,10	2,3,4,5,6,7,8,9,11	1,2,3,4,6,7,9,10,11	1,2,3,4,7,8,9,10,11	1,2,3,5,6,7,8,9,10,11
1,3,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,7,10,11	1,2,3,5,6,7,9,10,11	1,2,3,5,7,8,9,10,11	1,4,5,6,7,8,9,10,11
2,3,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,8,10,11	1,2,4,5,6,7,9,10,11	1,2,4,5,7,8,9,10,11	1,2,4,5,6,7,8,9,10,11
1,2,3,4,5,6,7,8,11	1,2,3,4,5,7,8,10,11	1,3,4,5,6,7,9,10,11	1,3,4,5,7,8,9,10,11	3,4,5,6,7,8,9,10,11

วิเคราะห์ข้อมูลหาเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดด้วยโปรแกรม Excel Solver

นำข้อมูลระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่าง 2 วัดใด ๆ ในตารางที่ 2 ใส่ลงในโปรแกรม excel หาเส้นทางในการไหว้พระ 9 วัดที่สั้นที่สุดในแต่ละทางเลือก เราต้องสร้างตารางย่อยโดยลบแถวและหลักของวัดที่ไม่ได้ถูกเลือกออก เช่นในกรณีแรกเลือกวัดหมายเลข 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 เราจะต้องนำข้อมูลของแถวและหลักที่ 10 และ 11 ออก และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม excel solvers แสดงดังภาพประกอบ 2 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- 1) จะเริ่มจากใส่ลำดับแบบสุ่ม เรียงตามลำดับวัดดังนี้ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
- 2) ลำดับสุดท้ายตำแหน่ง L12 กำหนดให้วนกลับมาที่จุดแรกของลำดับ =C12
- 3) ใช้คำสั่งหาระยะทางที่ใช้ในคู่จุดที่อยู่ติดกันตามลำดับในขั้นที่ 1 ด้วยคำสั่ง =INDEX(\$C\$2:\$K\$10,C12,D12)
- 4) หาผลรวมของระยะทางที่ใช้ทั้งหมดจากลำดับในขั้นที่ 1 ด้วยคำสั่ง =SUM(D13:L13)
- 5) วิเคราะห์หาเส้นทางที่มีระยะทางรวมน้อยที่สุดโดยใช้คำสั่ง solver พิจารณาข้อมูลในกล่องโต้ตอบ ดังนี้

- 5.1) ช่องคำสั่ง Set Objective เลือกองผลรวมของระยะทางทั้งหมดในขั้นตอนที่ 4 (N13)
- 5.2) เลือกเป้าหมายเป็น Min เพื่อให้โปรแกรมคำนวณหาค่าน้อยสุด
- 5.3) ช่องคำสั่ง By Changing Variable cells ให้เลือกข้อมูลที่จะเปลี่ยนค่าในกระบวนการคือ C12:K12

- 5.4) ช่องคำสั่ง Subject to the Constraints ให้เลือกเพิ่มเงื่อนไข กด Add
- 5.5) ช่องคำสั่ง Cell Reference เลือกเซลล์ที่ต้องการพิจารณาเงื่อนไข C12:K12
- 5.6) เลือก diff เพื่อกำหนดให้ลำดับที่เปลี่ยนในข้อ 5.5) ไม่ซ้ำกัน
- 5.7) ช่องคำสั่ง Select a Solving Method ให้เลือก Evolutionary

5.8) เลือกคำสั่ง Solve

5.9) รอกคอมพิวเตอร์ประมวลผลประมาณ 30 วินาที และลำดับแบบสุ่มจะเปลี่ยนไป

INDEX(\$C\$2:\$K\$10,C12,D12)

TEXTJOIN("-",True,C12:L12)

SUM(D13:L13)

ภาพประกอบ 2 การใช้โปรแกรม Excel Solver หาเส้นทางที่สั้นที่สุด

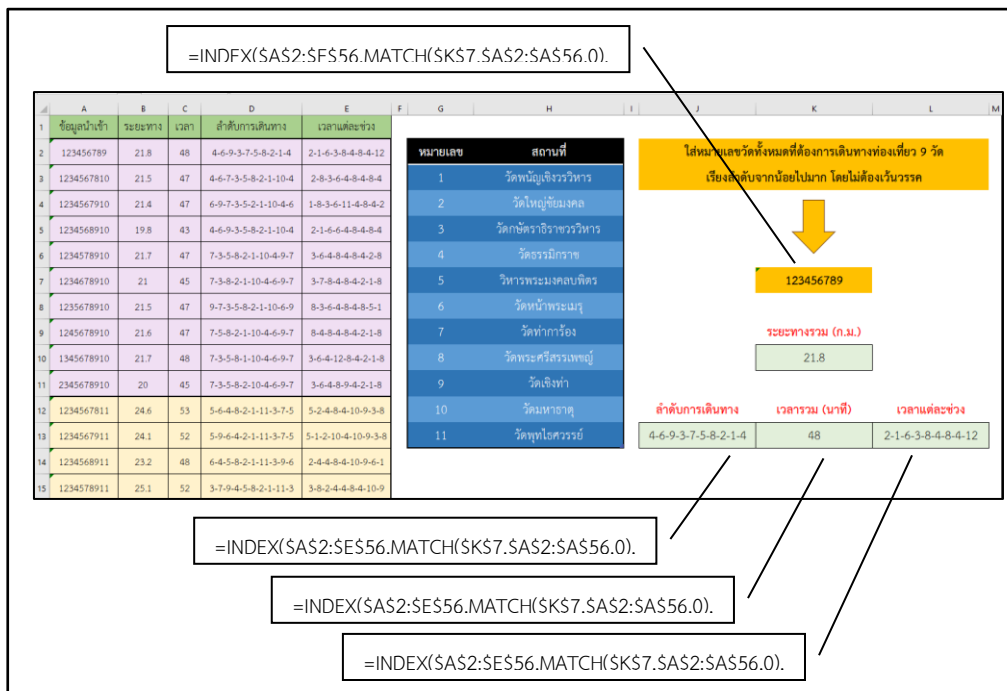
เก็บข้อมูลและการเรียกใช้โดยโปรแกรม Excel

เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับนักท่องเที่ยว ในการเดินทางไหว้พระ 9 วัดจากวัดที่แนะนำมากที่สุด 11 วัด เรานำข้อมูลจากทุกทางเลือกในตารางที่ 4 พิจารณาหาเส้นทางที่มีผลรวมของระยะทางที่น้อยที่สุด เก็บข้อมูลระยะทาง เวลา ลำดับการเดินทางที่มีระยะทางน้อยที่สุด และเวลาที่ใช้ในแต่ละเส้นทางย่อย ลงในโปรแกรม excel แสดงข้อมูลในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเก็บข้อมูลผลลัพธ์ในแต่ละทางเลือกสำหรับกิจกรรมไหว้พระ 9 วัด

ที่	ข้อมูลนำเข้า	ระยะทาง	เวลา	ลำดับการเดินทาง	เวลาแต่ละช่วง
1	123456789	21.8	48	4-6-9-3-7-5-8-2-1-4	2-1-6-3-8-4-8-4-12
2	1234567810	21.5	47	4-6-7-3-5-8-2-1-10-4	2-8-3-6-4-8-4-8-4
3	1234567910	21.4	47	6-9-7-3-5-2-1-10-4-6	1-8-3-6-11-4-8-4-2
4	1234568910	19.8	43	4-6-9-3-5-8-2-1-10-4	2-1-6-6-4-8-4-8-4
5	1234578910	21.7	47	7-3-5-8-2-1-10-4-9-7	3-6-4-8-4-8-4-2-8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
55	14567891011	25.3	50	8-5-4-6-9-7-11-1-10-8	3-4-2-1-8-11-10-8-3

เพิ่มหน้าต่างสำหรับการเรียกข้อมูลในแต่ละเส้นทาง โดยประยุกต์ใช้คำสั่ง INDEX และ MATCH โดยเมื่อต้องการเส้นทางในตัวเลือกสำหรับเดินทางไหว้พระ 9 วัดใด ให้ใส่หมายเลขวัดที่เลือกเรียงตามลำดับจากน้อยไปมากโดยไม่ต้องเว้นวรรค จะได้ข้อมูลสำหรับการวางแผนการเดินทางแสดงดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงหน้าต่างการเรียกใช้งานข้อมูลเส้นทางไหว้พระ 9 วัด

ผลการวิจัย

จากการสำรวจและรวบรวมรายชื่อ วัดที่ถูกแนะนำสำหรับนักท่องเที่ยวในการไหว้พระ 9 วัด จากเว็บไซต์ต่าง ๆ จำนวน 8 เว็บไซต์ วัดที่ถูกแนะนำมากที่สุดจำนวน 11 วัด ได้แก่ 1. วัดพนัญเชิงวรวิหาร 2. วัดใหญ่ชัยมงคล 3. วัดกษัตราธิราชวรวิหาร 4. วัดธรรมิกราช 5. วิหารพระมงคลบพิตร 6. วัดหน้าพระเมรุ 7. วัดท่าการ้อง 8. วัดพระศรีสรรเพชญ์ 9. วัดเชิงท่า 10. วัดมหาธาตุ และ 11. วัดพุทไธสวรรย์ เมื่อพิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการเลือกวัด 9 วัด จากวัดที่แนะนำข้างต้น มีทั้งหมด 55 ทางเลือกแสดงในตารางที่ 4 และในแต่ละทางเลือกจะได้ลำดับการเดินทางไปยังแต่ละวัดที่ทำให้เกิดเส้นทางรวมที่มีระยะทางน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังทราบข้อมูลเวลาที่ต้องใช้ในการเดินทางทั้งหมดโดยประมาณและเวลาที่ใช้ในแต่ละช่วงของทุกกรณี ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้ข้อมูล

โดยพิมพ์หมายเลขวัดทั้ง 9 วัดที่ต้องการเดินทางเรียงลำดับจากน้อยไปมากในหน้าต่างสุดท้ายของโปรแกรม excel เพื่อใช้ข้อมูลลำดับการเดินทาง ระยะทางและเวลาที่ต้องใช้ในการเดินทางทั้งหมด และนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนการเดินทางได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อภิปรายผล

กิจกรรมไหว้พระ 9 วัดใน 1 วัน ผู้เดินทางมีเวลาที่ค่อนข้างจำกัด จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการเดินทางที่ดี ดังนั้นในการสำรวจรายชื่อวัดที่แนะนำให้นักท่องเที่ยวในการไหว้พระ 9 วัดจากเว็บไซต์ส่วนใหญ่จึงเป็นรายชื่อวัดที่มีชื่อเสียงและอยู่ภายในเกาะเมือง หรือบริเวณใกล้เคียงเกาะเมืองเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากแต่ละสถานที่จะอยู่ไม่ไกลกันมากนัก เพื่อให้ผู้เดินทางยังคงสามารถวางแผนใช้เวลาในการเดินทางและวางแผนการใช้เวลาในแต่ละวัดได้อย่างเหมาะสม

จากผลการวิจัย ทำให้เราสามารถหาข้อมูลเส้นทางการเดินทางไหว้พระ 9 วัด ที่มีความหลากหลายมากกว่าการสืบค้นข้อมูลจาก google ซึ่งจะมีทางเลือกที่จำกัดและอาจเป็นวัดที่ไม่ตรงตามความต้องการของผู้เดินทางทั้งหมด ชุดข้อมูลที่ได้จากผลการวิจัยในแต่ละทางเลือกทำให้ผู้เดินทางสามารถวางแผนการเดินทางได้สะดวกและมีประสิทธิภาพ เนื่องจากได้ข้อมูลครบถ้วนในการค้นหาในคราวเดียว ทั้งลำดับเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด หาระยะทางและเวลาที่ใช้ทั้งหมด รวมถึงทราบเวลาที่อยู่ในแต่ละเส้นทางย่อย ทำให้สามารถวางแผนการเดินทางที่มีเวลาจำกัดได้เป็นอย่างดี

การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการไหว้พระ 9 วัดจากวัดที่แนะนำทั้ง 11 วัด ผลลัพธ์จากปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย เส้นทางที่สั้นที่สุดที่แนะนำเป็นลำดับที่มีลักษณะเป็นวัฏจักร ดังนั้นนักท่องเที่ยวสามารถเริ่มเดินทางจากวัดใดในลำดับก่อนก็ได้ และจะเริ่มวนไปในทิศทางไหนก่อนก็ได้เช่นกัน ซึ่งจะยังคงเป็นเส้นทางที่ให้ผลรวมของระยะทางที่เท่ากัน โดยการเริ่มเดินทางในวัดแรกอาจพิจารณาจากวัดที่อยู่ใกล้จุดที่นักท่องเที่ยวเริ่มเดินทางเข้าสู่จังหวัดพระนครศรีอยุธยามากที่สุด และเดินทางตามลำดับส่วนวัดสุดท้ายอาจไม่ต้องเดินทางซ้ำกลับมาที่วัดเดิมตามนิยามของวัฏจักร แต่เป็นการเดินทางกลับมาเพื่อกลับออกจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในจุดที่ใกล้เคียงกับวัดแรกซึ่งใกล้เส้นทางออกมากที่สุด โดยในการเดินทางจริง ผู้เดินทางอาจต้องเพิ่มข้อมูลสถานที่และเวลาที่ใช้สำหรับการแวะรับประทานอาหารกลางวันของตนเองตามความเหมาะสม

ผู้สนใจสามารถประยุกต์ใช้ แนวคิดในการค้นหาระยะทางที่สั้นที่สุดสำหรับการท่องเที่ยวในลักษณะอื่น ๆ ซึ่งถ้าสถานที่ท่องเที่ยวมีระยะทางที่ใกล้เคียงกันอาจลดจำนวนจุดท่องเที่ยวหรือพิจารณากรณีจำนวนจุดท่องเที่ยวจำนวนต่าง ๆ ด้วย แล้วเก็บข้อมูลในลักษณะเดียวกัน เพื่อเรียกใช้งานข้อมูลตามที่ต้องการได้

สรุปผล

เมื่อนักท่องเที่ยวเรียกใช้งานข้อมูล สามารถนำข้อมูลไปวางแผนการเดินทางโดยพิจารณาวัดที่เป็นจุดเริ่มต้น ในการเดินทางเป็นวัดที่ใกล้เคียงเส้นทางที่ตนเองเดินทางเข้าสู่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มากที่สุด คู่มือของแต่ละสถานที่ในเส้นทางที่แนะนำ วางแผนการใช้เวลาในการอยู่แต่ละสถานที่ มาก-น้อย ตามความสนใจ รวมทั้งเวลาที่ใช้ในแต่ละช่วงการเดินทาง กำหนดเวลาที่ควรจะต้องเดินทางกลับ ออกจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาตามความเหมาะสมของนักท่องเที่ยวแต่ละคน ซึ่งจากข้อมูลที่แนะนำ มาข้างต้นเป็นเพียงแนวทางหนึ่งในการเดินทางเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดเท่านั้น นักท่องเที่ยว สามารถปรับเปลี่ยนเส้นทาง เพิ่มจุดแวะพักท่องเที่ยวเพิ่มเติมได้ตามความต้องการโดยการหาข้อมูล เพิ่มเติมจากเว็บไซต์ต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ สุภักดี. (2556). การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางในการซ่อมบำรุงเครื่องมือแพทย์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2566) สถิตินักท่องเที่ยว สถานการณ์การท่องเที่ยวในประเทศไทย รายจังหวัด ปี 2565. จาก www.mots.go.th/news/category/657.
- นคร ไชยวงศ์ศักดิ์, ประเวศ อนันต์เอื้อ, นิเวศ จินะบุญเรือง, เสกสรรค์ วินยาค์กุล, ขวัญเรือน สันณรงค์, ธนากร จักรแก้ว, วุฒิชัย ใจบาล และณัฐวุฒิ ศรีสว่าง. (2558). การจัดเส้นทางขนส่งโดยใช้ เซฟวิ่งอัลกอริทึมและตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย กรณีศึกษาโรงงานน้ำดื่ม. วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน, 3(1), 51–61.
- วิรัชพัชร สว่างญาติ. (2561). การเปรียบเทียบ 3 วิธี ในการออกแบบเส้นทางท่องเที่ยว กรณีศึกษา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วารสารรังสิตบัณฑิตศึกษาในกลุ่มธุรกิจและสังคมศาสตร์, 4(2), 64–77.
- เสกสรรค์ วินยาค์กุล, นิเวศน์ จินะบุญเรือง, ประเวศ อนันต์เอื้อ, นคร ไชยวงศ์ศักดิ์, พรวิไล กันทะวงศ์, ณัฐพล หมวกเครือ และธีระพงศ์ จันทาพูน. (2557). การประยุกต์ตัวแบบปัญหาการเดินทางของ เซลล์แมน กรณีศึกษาการจัดเส้นทางรถรางนำเที่ยวของเทศบาลนครเชียงราย. วารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, 7(2), 85-97.

ระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อส่งเสริมการตลาด
วิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่
Woven fabric product information center system for marketing promote
on Ethnic community enterprises in Mae Rim District,
Chiang Mai Province.

ชนินทร์ มัทธนะชัย และ บุษราภรณ์ มัทธนะชัย*
Chanin Mahatthanachai and Butsaraporn Mahatthanachai*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University
Email: chanin@g.cmru.ac.th

Received : December 1, 2023
Revised : June 16, 2024
Accepted : June 18, 2024

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยเรื่อง ระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อส่งเสริมการตลาดวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. พัฒนาสารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอส่งเสริมการตลาดวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ และ 2. เพื่อรวบรวมฐานข้อมูลสารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อใช้ในการส่งเสริมการตลาดของวิสาหกิจชุมชน โดยมีประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือ ชุมชนที่มีความรู้ด้าน OTOP ในพื้นที่อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 2 ชุมชน ได้แก่ บ้านแม่กะเปียง ตำบลสะลวง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านแม่สาบน้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเฉพาะเจาะจง รวบรวมข้อมูลโดยวิธีสัมภาษณ์ เครื่องมือการวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 1. แบบสอบถามด้านข้อมูลการพัฒนากระบวนสารสนเทศ 2. การพัฒนากระบวนสารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อส่งเสริมการตลาดวิสาหกิจชุมชนโดยใช้วงจรพัฒนาระบบ SDLC 3. แบบประเมินความพึงพอใจการอบรมการให้ความรู้การบริหารระบบและใช้งานระบบศูนย์สารสนเทศ โดยจากการนำแบบสัมภาษณ์มาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้องค์ความรู้ในด้านต่าง ๆ ตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบ ตลอดจนขั้นตอนการผลิต ช่องทางการจัดจำหน่ายของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ในส่วนที่ 1 ได้นำไปใช้ในการพัฒนาระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อส่งเสริมการตลาดวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ในส่วนที่ 2 ที่เป็นเครื่องมือในการวิจัย ข้อมูลในระบบศูนย์สารสนเทศได้นำใช้งาน ทดสอบ ติดตั้งกับกลุ่มตัวอย่าง และได้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดความรู้การบริหารระบบและใช้งานระบบ จัดอบรม

เชิงปฏิบัติการถ่ายทอดความรู้ด้านการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและจัดอบรมถ่ายทอดความรู้ด้านการบริหารฐานข้อมูลสารสนเทศของศูนย์สารสนเทศ ประเมินผลและสรุปผล โดยให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบประเมินความพึงพอใจการอบรมการให้ความรู้การบริหารระบบและใช้งานระบบศูนย์สารสนเทศ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความพึงพอใจการอบรมจัดอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 3.87$, S.D.=0.94)

คำสำคัญ: ระบบศูนย์สารสนเทศ, วิสาหกิจชุมชน, แม่สาบน้อย, แม่กะเปียง, ผลิตภัณฑ์ผ้าทอ

ABSTRACT

The research project titled "Information Center System for Woven Products to Promote the Marketing of Ethnic Community Enterprises in Mae Rim District, Chiang Mai Province" aims to: 1) develop information on woven products to promote the marketing of ethnic community enterprises in Mae Rim District, Chiang Mai Province, and 2) compile a database of woven product information to use in marketing promotion of community enterprises. The population and sample group consisted of communities with knowledge of OTOP in Mae Rim District, Chiang Mai Province, specifically two communities: Ban Mae Ka Pieng in Saluang Subdistrict, and Ban Mae Sa Noi in Pong Yaeng Subdistrict. The sample group was selected purposively. Data was collected through interviews. The research tools were divided into three parts: 1) A questionnaire on information for developing the information center system, 2) The development of the woven product information center system to promote the marketing of community enterprises using the SDLC (System Development Life Cycle), and 3) A satisfaction evaluation form for the training on system management and usage of the information center system. Using the interviews with the sample group, the researcher obtained knowledge in various areas, from raw material preparation to production processes and distribution channels. The information obtained from part 1 of the interviews was used to develop the woven product information center system to promote the marketing of ethnic community enterprises in Mae Rim District in part 2, which is the research tool. The information in the information center system was implemented, tested, and installed with the sample group. Workshops were conducted to transfer knowledge on system management and usage, digital technology application, and database management of the information center. The results were evaluated by having the sample group fill out a satisfaction

evaluation form for the training on system management and usage. The data analysis showed that the satisfaction with the training was at a high level ($X = 3.87$, $S.D. = 0.94$).

Keywords: Information Center System, Community Enterprise, Mae Sa Noi, Mae Ka Pieng, Woven Products

บทนำ

อำเภอแม่อริม จังหวัดเชียงใหม่แบ่งการปกครองออกเป็น 11 ตำบล 92 หมู่บ้าน มีวิสาหกิจชุมชนที่ได้รับการจดทะเบียนแล้วกว่า 109 ราย และมีผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคัดสรรแล้วเป็นจำนวนมาก (สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอแม่อริม, 2565) ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีความโดดเด่นที่ต่างกันในส่วนของตำบลโป่งแยง มีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่ทำจากผ้าใยกล้วยง ความโดดเด่นของผลิตภัณฑ์คือการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นตั้งแต่บรรพบุรุษสู่ลูกหลานในการผลิตเส้นใยผ้าจากพืชกล้วยง การทอผ้า การเขียนเทียนวาดลวดลายบนผ้า และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในการจำหน่ายสินค้าของแต่ละหมู่บ้านได้อาศัยหลายช่องทาง แต่เนื่องจากในภาวะเศรษฐกิจที่ลดลงและผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยมีจำนวนมาก ชุมชนยังขาดช่องทางการตลาด ทักษะเชิงวิเคราะห์ที่จำเป็นสำหรับการออกแบบกลยุทธ์ การจัดการช่องทางการกระจายสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพ สมาชิกชุมชนในหมู่บ้านได้พยายามหาช่องทางการตลาด เช่น จัดจำหน่ายในแหล่งตลาดชุมชน การร่วมในงานแสดงสินค้า แต่การขยายตลาดก็ยังไม่กว้างขวางและยังเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุน หลายหน่วยงานของรัฐได้พยายามผลักดันการจัดจำหน่ายสินค้าในรูปแบบสื่ออินเทอร์เน็ตให้วิสาหกิจชุมชน แต่สื่ออินเทอร์เน็ตที่มีอยู่เดิมเป็นเว็บที่รวมสินค้าทั้งหมดในรูปแบบเดียวกันและมีข้อมูลสินค้าจำนวนมาก ทำให้การนำเสนอสินค้าไม่มีความโดดเด่น ลูกค้าค้นหาข้อมูลยากและชุมชนยังไม่สะดวกในการบริหารจัดการข้อมูลสินค้าด้วยตนเอง ต้องพึ่งพาองค์กรเอกชนภายนอกในการบริหารจัดการสื่อออนไลน์ดังกล่าว ซึ่งต้องมีการใช้จ่ายแบบแฝงเป็นจำนวนมาก (ธัญพร ถนอมวรกุล, การสื่อสารส่วนบุคคล, 5 พฤศจิกายน 2565) ด้วยปัญหาดังกล่าว ในงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอ เพื่อเป็นช่องทางให้สินค้าเป็นที่รู้จักมากขึ้น รวมถึงมีศูนย์กลางรวบรวมข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ ในเรื่องของสินค้าผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ รวบรวมองค์ความรู้อันเป็นประโยชน์เกี่ยวกับภูมิปัญญา การเก็บภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สืบทอดกันมาไม่ให้สูญหาย สร้างช่องทางการส่งเสริมการตลาดด้วยระบบดิจิทัลคอมเมอร์ซ ชุมชนนำไปใช้การประชาสัมพันธ์และช่องทางการตลาดดิจิทัลได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอส่งเสริมการตลาดวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ในอำเภอแม่อริม จังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อเป็นแหล่งรวบรวมฐานข้อมูลสารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อใช้ในการส่งเสริมการตลาดของวิสาหกิจชุมชน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบ้านแม่สาบน้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่อริม จังหวัดเชียงใหม่

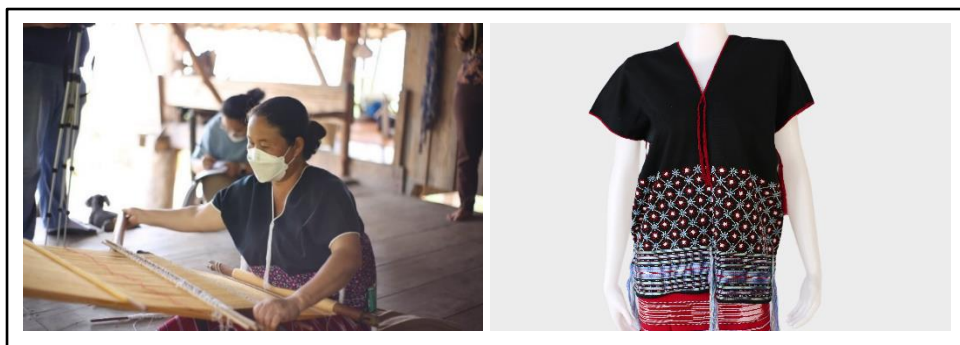
บ้านแม่สาบ ต.โป่งแยง อ.แม่อริม จ.เชียงใหม่ เป็นหมู่บ้านชาวม้งขนาดใหญ่ มีหมู่บ้านในความรับผิดชอบ 4 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านแม่สาบใหม่ บ้านแม่สาบน้อย บ้านม่วงคำ และบ้านกองแหะ ในพื้นที่ของบ้านแม่สาบใหม่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและธรรมชาติสวยงาม วิถีชีวิตและขนบธรรมเนียมประเพณีเป็นแบบดั้งเดิม ผลงานหัตถกรรมผ้าใยกล้วยซึ่งเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดจากบรรพบุรุษ ในด้านเครื่องนุ่งห่มและเครื่องแต่งกายชุดที่สวมใส่นั้นจะทำมาจากใยกล้วย ซึ่งคนในชุมชนเล่าว่าใยกล้วยนั้นมีความผูกพันกับวิถีชีวิตชาวม้งตั้งแต่เกิดจนตาย ซึ่งจะนำพาดิตต่อกับวิญญาณบรรพบุรุษได้ เสื้อผ้าจากใยกล้วยเมื่อสวมใส่ในฤดูร้อนจะมีคุณสมบัติทำให้ระบายความร้อนได้ดี และเมื่อนำมาใส่ในฤดูหนาวก็จะทำให้ผู้สวมใส่รู้สึกอบอุ่น ขั้นตอนในการผลิตผ้าใยกล้วยเริ่มตั้งแต่ การปลูกต้นใยกล้วยและตัดลำต้นของใยกล้วยมาตากแห้ง ฉีกเปลือกออกเป็นเส้น จากนั้นนำเส้นใยที่ได้มาพันเกลียวต่อกันให้เป็นเส้นยาวแล้วนำมาคลี่เพื่อไม่ให้เส้นใยพันกัน จัดเก็บเส้นด้ายม้วนเป็นโหลหรือคลี่ใส่ในตะกร้าเพื่อนำมาทอในการทอจะใช้ก๊ทผ้าออกมาเป็นผืนแล้วนำเข้าเครื่องรีดเพื่อให้ผ้าเรียบ นำผ้าที่ได้มาเขียนเขียนสีพื้นวาดลวดลายตามจินตนาการและความถนัดของแต่ละคน โดยใช้อุปกรณ์ในการเขียนลายและสีพื้นที่จะละลาย จากนั้นจึงนำผ้าไปย้อมสีธรรมชาติ และนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เช่นภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 เส้นใยกล้วยและผลิตภัณฑ์ผ้าทอใยกล้วยของวิสาหกิจชุมชนแม่สาบน้อย

2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบ้านแม่กะเปียง ตำบลสะลวง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

บ้านแม่กะเปียง หมู่ที่ 8 ของตำบลสะลวง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นหมู่บ้านชาวเขาที่ประกอบด้วยสองชนเผ่าคือ ชนเผ่าปากะญอหรือกระเหรี่ยง และชนเผ่าม้ง ซึ่งอพยพมาตั้งถิ่นฐานอยู่ในพื้นที่ปัจจุบันประมาณ 60 ปี ซึ่งส่วนใหญ่จะมาจากอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยอาศัยลำน้ำมาก่อตั้งเป็นชุมชนเล็ก ๆ เดิมเป็นชุมชนชนเผ่ากระเหรี่ยงตั้งชื่อชุมชนว่า “แม่กะเปียง” ต่อมาเมื่อชนเผ่าม้งมาตั้งชุมชนเลยจากชนเผ่ากระเหรี่ยงขึ้นไปประมาณ 2 กิโลเมตร ตั้งชื่อชุมชนว่า “ห้วยเต่าร้าง” ซึ่งภายหลังได้รวมทั้งสองชุมชนเป็นบ้านแม่กะเปียง หมู่ที่ 8 ของตำบลสะลวง การประกอบอาชีพหลักคือ การเกษตร ด้านวัฒนธรรมประเพณียังคงอนุรักษ์ไว้ เช่นการแต่งกาย การละเล่นพื้นบ้าน เป็นต้น ทางชุมชนมีงานหัตถกรรมที่ทำสืบทอดมาตั้งแต่บรรพบุรุษ ซึ่งถือเป็นวิถีชีวิตของชุมชนและเป็นภูมิปัญญาที่ทำสืบทอดกันมารุ่นต่อรุ่นในด้านเครื่องนุ่มห่มและเครื่องแต่งกาย โดยชุดที่สวมใส่นั้นจะเป็นชุดที่ทำการทอด้วยมือ และย้อมสีธรรมชาติ ซึ่งชาวบ้านมีการอนุรักษ์การทอผ้าและการย้อมสีธรรมชาติเอาไว้ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แสดงดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การทอผ้าและผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่กะเปียง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกสรฯ เพชรกระจ่าง และคณะ (2566) ได้วิจัยเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการสินค้าออนไลน์สำหรับผลิตภัณฑ์กลุ่มวิสาหกิจชุมชนจักรสารเตยปาหนัน ตำบลแม่ทอม อำเภอปางงั่ว จังหวัดสงขลา โดยทำการรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ พัฒนาระบบสารสนเทศบริหารจัดการสินค้าออนไลน์โดยใช้วงจรพัฒนาระบบ SDLC และจัดเก็บฐานข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า การสั่งซื้อสินค้า การชำระเงิน และการส่งสินค้า การประเมินความพึงพอใจ ด้านการทำงานของระบบและด้านการใช้งานของระบบพบว่า อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.53$)

พัชรภรณ์ หงส์สืบสอง (2565) ได้วิจัยเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผ้าทอ จังหวัดน่าน โดยศึกษารวบรวมข้อมูลวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผ้าทอจังหวัดน่าน พัฒนา

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผ้าทอ และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบต่อระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูล การพัฒนาระบบสารสนเทศมีหลักการทำงานคือ บริหารจัดการข้อมูล คำนวณต้นทุน จัดการองค์ความรู้เรื่องผ้าทอมือ และรายงานการใช้ระบบสารสนเทศ เมื่อนำระบบประเมินประสิทธิภาพระบบพบว่า ระบบอยู่ในระดับดีมากทุกด้าน ($\bar{X}$ =4.55) และความพึงพอใจของผู้ใช้งานพบว่า มีความพึงพอใจในระดับดีมาก ($\bar{X}$ =4.55) สามารถนำไปงานได้

ภิราภรณ์ บุตรซอ และคณะ (2565) ได้ศึกษาและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อจัดจำหน่ายสินค้าวิสาหกิจชุมชน กรณีศึกษา กลุ่มผลิตหมวกยางพารา อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดยได้พัฒนาระบบสารสนเทศโดยมีรายละเอียดสินค้า การสั่งซื้อสินค้า การชำระเงิน และการจัดส่งสินค้า และการออกรายงาน ผู้เกี่ยวข้องมีระบบมี 2 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ และผู้ใช้งานทั่วไป เมื่อวัดประสิทธิภาพของระบบโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.60)

เอกรินทร์ วาโย (2566) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนงานวิสาหกิจชุมชน โดยศึกษาและวิเคราะห์การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในวิสาหกิจชุมชน การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนงานวิสาหกิจชุมชน และประเมินประสิทธิภาพความพึงพอใจการใช้งานระบบ การพัฒนาระบบสารสนเทศใช้หลักการของวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) โดยการทำงานแบ่งเป็นส่วนของผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งานกลุ่มสมาชิกและกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป หลักการทำงานสามารถจัดการข้อมูลกลุ่มวิสาหกิจชุมชน สินค้าและบริการ รายรับรายจ่าย ค้นหาแสดงข้อมูล และมีการเชื่อมต่อโปรแกรมไลน์ผ่านทาง Line API เมื่อวัดประสิทธิภาพของระบบพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.64)

เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

1. แบบสอบถามศึกษาการดำเนินงานด้านข้อมูลการพัฒนาระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อส่งเสริมการตลาดวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่
2. พัฒนาระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อส่งเสริมการตลาดวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้หลักการวงจรพัฒนาระบบ SDLC เพื่อเป็นช่องทางในการถ่ายทอดความรู้การบริหารและใช้งานระบบสำหรับ Admin และ user และการถ่ายทอดความรู้การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล
3. แบบประเมินความพึงพอใจการอบรมการให้ความรู้การบริหารระบบและใช้งานระบบศูนย์สารสนเทศ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ ข้อมูลบริบทชุมชนและศักยภาพความรู้ด้านการทอผ้าและการทำเส้นใยกัญชง โดยการศึกษาข้อมูลจากการสัมภาษณ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าทอกลุ่มชาติพันธุ์ ในพื้นที่อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 2 ชุมชน

ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ศึกษาจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนศึกษาข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และเอกสารอิเล็กทรอนิกส์จากการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความพึงพอใจต่อการใช้ระบบโดยใช้ค่าสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้รายงานผลค่าเฉลี่ยและจัดอันดับความพึงพอใจของระบบโดยมีเกณฑ์เปรียบเทียบความพึงพอใจ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) คือ

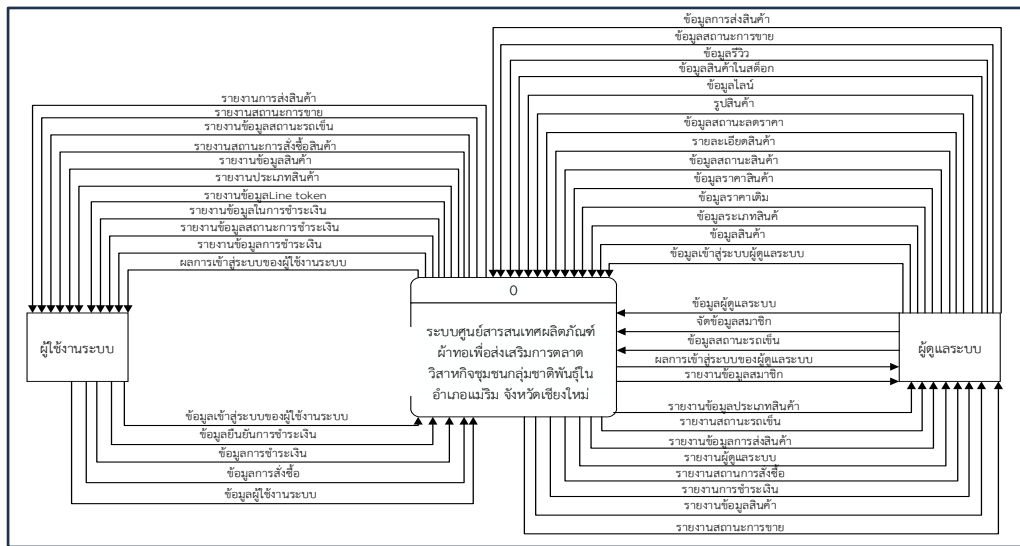
ระดับความพึงพอใจ	ช่วงคะแนน
มากที่สุด	4.51-5.00
มาก	3.51-4.50
ปานกลาง	2.51-3.50
น้อย	1.51-2.50
น้อยที่สุด	1.00-1.50

ผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์การวิจัยข้อ 1 การพัฒนาระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อส่งเสริมการตลาดวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อส่งเสริมการตลาดวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ในอำเภอแม่ริม นั้น จะแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของผู้ใช้งาน คือ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์บ้านแม่สาบน้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ และวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์บ้านแม่ก๊ะเปียง ตำบลสะลวง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนผู้ดูแลระบบคือ ตัวแทนของทั้ง 2 กลุ่ม ที่มีความรู้และความสามารถด้านการดูแลระบบคอมพิวเตอร์ ผลการพัฒนาระบบมีดังนี้

1. การวิเคราะห์งาน

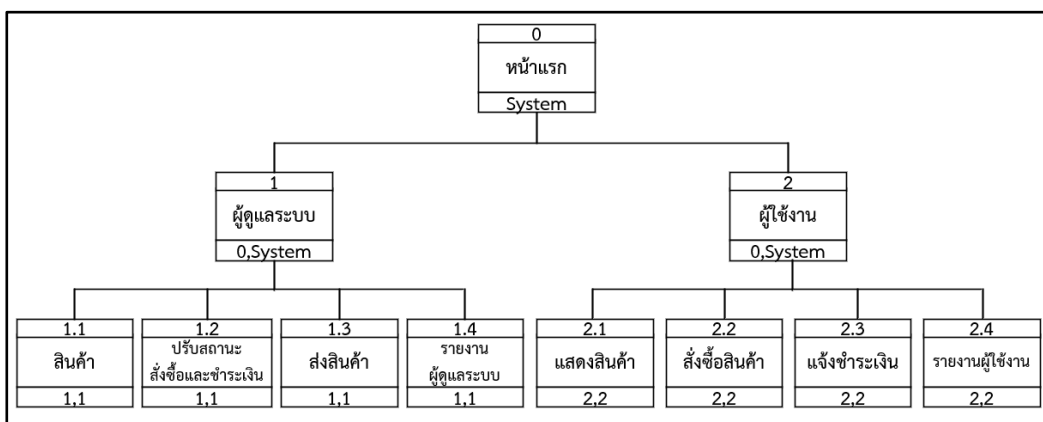
ในระบบงานมีผู้เกี่ยวข้องภายนอกระบบ (External Entity) 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ผู้ดูแลระบบ สามารถจัดการข้อมูลสินค้า ทำรายการปรับสถานะสั่งซื้อสินค้าและการชำระเงิน ส่งข้อมูลการแจ้งส่งสินค้า การรีวิวนสินค้า และแสดงรายงานสำหรับผู้ดูแลระบบ กลุ่มที่ 2 ผู้ใช้งาน สามารถดูรายการสินค้า เพื่อเลือกสินค้า การสั่งซื้อสินค้า แจ้งการชำระเงิน และแสดงรายงานสำหรับผู้ใช้งาน แสดงการวิเคราะห์งานดังแผนภาพบริบท (Context Diagram) ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงแผนผังบริบท (Context Diagram)

2. การพัฒนาระบบ

2.1 การออกแบบและพัฒนาระบบ ได้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของผู้ดูแลระบบ มีหน้าจการทำงานหลักคือ จัดการสินค้า ปรับสถานะการสั่งซื้อและชำระเงิน ส่งสินค้า และรายงานสำหรับผู้ดูแลระบบ ส่วนของผู้ใช้งาน มีหน้าจการทำงานหลักคือ แสดงรายการสินค้า การสั่งซื้อสินค้า การแจ้งชำระเงิน และรายงานสำหรับผู้ใช้งาน แสดงลำดับการเชื่อมโยงจอภาพ (Dialogues Diagram) ดังภาพประกอบ 4



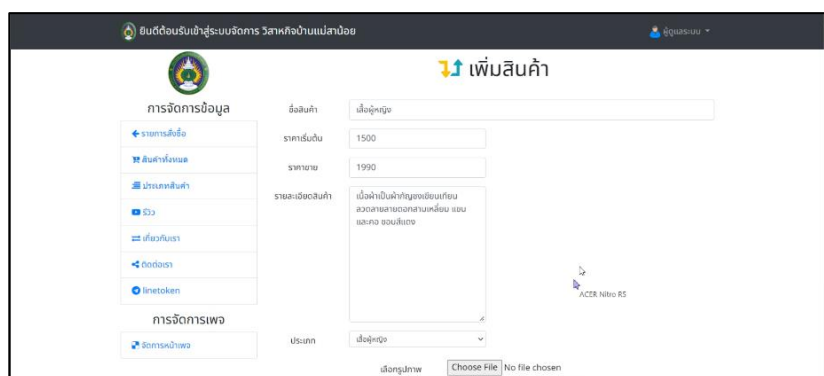
ภาพประกอบ 4 แผนภาพลำดับการเชื่อมโยงจอภาพ (Dialogues Diagram)

2.2 การพัฒนาเว็บไซต์ ได้แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนคือ

2.2.1 ผู้ดูแลระบบ สามารถจัดการกับข้อมูลของระบบศูนย์สารสนเทศได้ เช่น การจัดการข้อมูลรายการสั่งซื้อ การจัดการสินค้าทั้งหมด การจัดการประเภทสินค้า การจัดการรีวิวสินค้าและองค์ความรู้สินค้า การจัดการเกี่ยวกับเรา การจัดการติดต่อเรา และการจัดการสั่งซื้อผ่าน linetoken ตัวอย่างภาพประกอบ 5-6

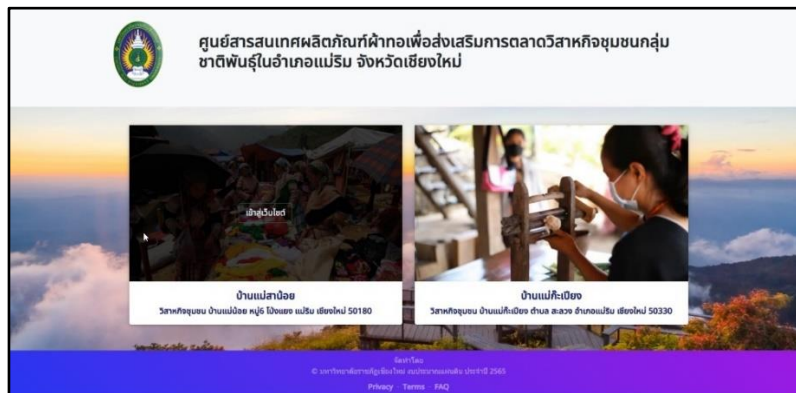


ภาพประกอบ 5 แสดงหน้าแรกของผู้ดูแลระบบ



ภาพประกอบ 6 แสดงหน้าจอการเพิ่มสินค้า

2.2.1 ผู้ใช้งาน จะมีให้เลือกเข้าสู่หน้าเว็บแรกของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์บ้านแม่सान้อย หรือเลือกเข้าเว็บไซต์ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์บ้านแม่ก๊ะเปียง ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แสดงหน้าแรกของผู้ใช้งาน

เมื่อเลือกเข้าสู่หน้าเว็บของวิสาหกิจชุมชนแล้ว จะสามารถจัดการข้อมูลของผู้ใช้งานได้ แสดงตัวอย่างดังภาพประกอบ 8



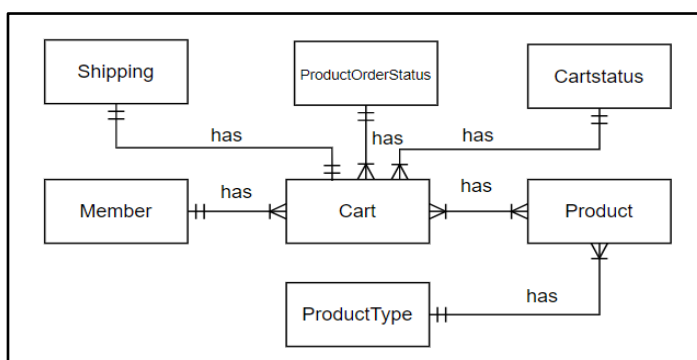
ภาพประกอบ 8 เว็บไซต์ของวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่सान้อย

ในวัตถุประสงค์ข้อ 2 เพื่อรวบรวมฐานข้อมูลสารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อใช้ในการส่งเสริมการตลาดของวิสาหกิจชุมชน ได้การออกแบบฐานข้อมูลระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอแบ่งเป็น 2 ฐานข้อมูล ได้แก่ 1. ฐานข้อมูลของวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่सान้อย 2. ฐานข้อมูลของวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่ก๊ะเปี้ย มีแฟ้มข้อมูลที่สำคัญแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การออกแบบฐานข้อมูล

ชื่อแฟ้มข้อมูลอังกฤษ	ชื่อแฟ้มข้อมูลภาษาไทย	คำอธิบายแฟ้มข้อมูล	ชนิดแฟ้มข้อมูล
Member	แฟ้มข้อมูลสมาชิก	เก็บข้อมูลสมาชิก	Master File
ProductType	แฟ้มประเภทสินค้า	เก็บข้อมูลประเภทสินค้า	Reference File
Product	แฟ้มสินค้า	เก็บข้อมูลสินค้า	Master File
Cart	แฟ้มสั่งซื้อและชำระเงิน	เก็บข้อมูลสั่งซื้อและชำระเงิน	Transaction File
Productorderstatus	แฟ้มสถานะการสั่งซื้อสินค้า	เก็บข้อมูลสถานะการสั่งซื้อสินค้า	Reference File
Cartstatus	แฟ้มสถานะการชำระเงิน	เก็บข้อมูลสถานะการชำระเงิน	Reference File
Shipping	แฟ้มการส่งสินค้า	เก็บข้อมูลการส่งสินค้า	Transaction File

จากแฟ้มข้อมูลในตารางที่ 1 นำมาเขียนแผนภาพแสดงสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Entity Relationship Model) แสดงดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 แผนภาพแสดงสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

จากภาพประกอบ 9 แฟ้มข้อมูลมีความสัมพันธ์กันคือ ประเภทสินค้า (ProductType) 1 ประเภท สามารถมีรายการสินค้า (Product) ได้หลายรายการ สมาชิก (Member) 1 คน สามารถสั่งซื้อสินค้า (Cart) ได้หลายครั้ง การสั่งซื้อสินค้าแต่ละครั้งอาจมีรายการสินค้า (Product) ได้หลายรายการ เมื่อมีการสั่งซื้อ ยกเลิกการสั่งซื้อ หรือการชำระเงิน จะมีการปรับสถานะสั่งซื้อสินค้า (ProductOrderStatus) และสถานะการชำระเงิน (Cartstatus) การสั่งซื้อสินค้าแต่ละครั้งสามารถส่งสินค้า (Shipping) ให้สมาชิกได้

เมื่อพัฒนาระบบแล้วได้มีจัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดความรู้การบริหารระบบและใช้งานระบบให้กับวิสาหกิจชุมชนทั้ง 2 ชุมชน โดยมีผู้เข้าร่วมอบรมจำนวน 15 คน ซึ่งผู้เข้าอบรมได้คัดเลือกจากวิสาหกิจชุมชนทอผ้าใยกล้วยที่บ้านแม่สำน้อยจำนวน 8 ท่าน และ ชุมชนทอผ้าฝ้ายบ้านแม่กะเปียงจำนวน 7 ท่าน ผลการประเมินความพึงพอใจในการอบรมโดยภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 จัดอยู่ในระดับพึงพอใจมาก เมื่อพิจารณาตามหัวข้อ 2 ด้าน คือ 1. ด้านการถ่ายทอดความรู้และการนำไปใช้งาน ความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.73 จัดอยู่ในระดับพึงพอใจมาก โดยลำดับหัวข้อความพึงพอใจจากมากไปน้อย 3 อันดับแรก คือ ผู้อบรมได้รับประโยชน์ในการอบรมครั้งนี้ วิทยากรตอบคำถามได้ตรงประเด็นชัดเจน และความเหมาะสมสื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการอบรม ตามลำดับ 2. ด้านประสิทธิภาพของระบบ ความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 จัดอยู่ในระดับพึงพอใจมาก โดยลำดับหัวข้อความพึงพอใจจากมากไปน้อย 3 อันดับแรก คือ มีความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ มีความเหมาะสมในการออกแบบระบบ และมีความเหมาะสมในการใช้งานง่าย ตามลำดับ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอฯ

หัวข้อที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการถ่ายทอดความรู้และการนำไปใช้งาน			
1. ผู้เข้าอบรมมีความรู้ความเข้าใจ ก่อนการอบรม	2.80	1.32	ปานกลาง
2. ผู้เข้าอบรมได้รับความรู้ความเข้าใจ หลังการอบรม	3.60	0.99	มาก
3. วิทยากรถ่ายทอดความรู้ได้ถูกต้อง มีความชัดเจนและอธิบายเนื้อหาเข้าใจง่าย	3.80	0.86	มาก
4. วิทยากรตอบคำถามได้ตรงประเด็นชัดเจน	4.07	0.70	มาก
5. ความเหมาะสมสื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการอบรม	4.07	0.88	มาก
6. การใช้เวลาในการอบรม	3.60	0.74	มาก
7. สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้	3.47	1.50	ปานกลาง
8. ผู้อบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้	4.07	0.96	มาก
9. ผู้อบรมได้รับประโยชน์ในการอบรมครั้งนี้	4.13	0.92	มาก
10. ความพึงพอใจในการจัดโครงการอบรมโดยภาพรวม	3.67	1.45	มาก
รวม	3.73	1.03	มาก

ตารางที่ 2 (ต่อ)

หัวข้อที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
8. ผู้อบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้	4.07	0.96	มาก
9. ผู้อบรมได้รับประโยชน์ในการอบรมครั้งนี้	4.13	0.92	มาก
10. ความพึงพอใจในการจัดโครงการอบรมโดยภาพรวม	3.67	1.45	มาก
รวม	3.73	1.03	มาก
ด้านประสิทธิภาพของระบบ			
1. มีความเหมาะสมในการออกแบบระบบ	4.27	0.59	มาก
2. มีความเหมาะสมในการทำงานของระบบ	3.80	0.94	มาก
3. มีความเหมาะสมในการใช้งานง่าย	4.20	0.68	มาก
4. มีความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์	4.33	0.82	มาก
5. มีความเหมาะสมในระยะเวลาในการตอบสนองของระบบ	4.07	0.96	มาก
6. มีความพึงพอใจการใช้งาน โดยภาพรวม	4.07	0.88	มาก
รวม	4.12	0.81	มาก
รวมทั้งหมด	3.87	0.94	มาก

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาตามวัตถุประสงค์ คือ 1. เพื่อพัฒนาระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอส่งเสริมการตลาดวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยการพัฒนาแบบได้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของผู้ดูแลระบบ สามารถบริหารจัดการข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสินค้า การปรับปรุงรายการสั่งซื้อ ชำระเงิน ส่งสินค้า การรีวิวนสินค้าและองค์ความรู้ของสินค้า การแสดงรายงาน และส่วนของผู้ใช้งาน สามารถดูรายการสินค้าเพื่อเลือกสินค้าทำการสั่งซื้อสินค้าชำระเงินและแสดงรายงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของภริภรณ์ บุตรขอ และคณะ (2565) ที่พัฒนาระบบการจัดจำหน่ายสินค้าวิสาหกิจชุมชน งานวิจัยของเอกรินทร์ วาโย (2566) ที่พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนงานวิสาหกิจชุมชน โดยได้แบ่งกลุ่มสำหรับผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งานที่เป็นสมาชิกกับบุคคลทั่วไป สามารถจัดการข้อมูลสินค้าและบริการสามารถแสดงผลข้อมูลของวิสาหกิจชุมชนได้ และงานวิจัยของพัชรภรณ์ หงส์สืบสอง (2565) ที่มีการพัฒนาระบบสารสนเทศผ่านเว็บเบราว์เซอร์โดยมีการทำงานหลักบริหาร

จัดการข้อมูลวิสาหกิจชุมชน และแสดงรายงานการใช้ระบบสารสนเทศ 2. เพื่อรวบรวมฐานข้อมูลสารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อใช้ในการส่งเสริมการตลาดของวิสาหกิจชุมชน ได้รวบรวมไฟล์ข้อมูลหลักคือ รายละเอียดสินค้า ข้อมูลสมาชิก การสั่งซื้อสินค้าและชำระเงิน การจัดส่งสินค้า นำไปสร้างระบบสารสนเทศส่งเสริมการตลาด สอดคล้องกับงานวิจัยของเกสรฯ เพชรกระจ่าง และคณะ (2566) มีการจัดการฐานข้อมูลเกี่ยวกับการบริหารจัดการสินค้าออนไลน์ และงานวิจัยของภิราภรณ์ บุตรขอ และคณะ (2565) จัดเก็บฐานข้อมูลบริหารจัดการสั่งซื้อสินค้า เพื่อจัดการจำหน่ายสินค้าของชุมชนเมื่อพัฒนาระบบแล้วได้จัดอบรมถ่ายทอดความรู้ในการบริหารระบบ และการใช้งานระบบให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยประเมินในด้านการถ่ายทอดความรู้การนำไปใช้งานและด้านประสิทธิภาพของระบบพบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.87$) โดยข้อคำถามมีการประเมินออกแบบการใช้งานและประสิทธิภาพของระบบ สอดคล้องกับงานวิจัยที่ประเมินการทำงานและการใช้งานระบบสารสนเทศการบริหารจัดการสินค้าออนไลน์ (เกสรฯ เพชรกระจ่าง และคณะ, 2566) และการจัดการข้อมูลวิสาหกิจชุมชน (พัชรภรณ์ หงส์สืบสอง, 2565) เมื่อนำระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอไปใช้ในงานส่งเสริมการตลาดของวิสาหกิจชุมชน สามารถนำไปช่วยทางการตลาดออนไลน์และเป็นช่องทางในการประชาสัมพันธ์สินค้าให้กว้างขวางขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอของวิสาหกิจชุมชน ผู้ใช้งานสามารถบริหารจัดการข้อมูลเองได้ และหากนำไปใช้งานร่วมกับการตลาดดิจิทัลที่ใช้สื่อออนไลน์หลายช่องทางจะช่วยประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์ของชุมชนได้เพิ่มขึ้น
2. ระบบการสั่งซื้อสินค้าสามารถแจ้งข้อความผ่านทางไลน์ได้ ซึ่งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนี้ใช้สื่อโซเชียลทางไลน์เป็นหลัก ควรได้รับการพัฒนาต่อยอดใช้งานไลน์มายช็อป (Line My Shop) หรือ ไลน์ออฟฟิเชียลแอ็กเคานต์ (Line official Account)

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือกลุ่มชาติพันธุ์ จะมีเรื่องราวกิจกรรมทางวัฒนธรรมและองค์ความรู้ของชุมชนอยู่มากมาย หากมีการประชาสัมพันธ์ในช่องทางสื่ออื่น จะเป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้าและเป็นการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวของชุมชนได้
2. กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ หลายท่านยังขาดทักษะในการใช้เทคโนโลยีและการตลาดดิจิทัล หากได้รับการส่งเสริมเพิ่มทักษะเหล่านี้จะช่วยเพิ่มศักยภาพความสามารถของชุมชน

เอกสารอ้างอิง

- เกสรฯ เพชรกระจ่าง, อันธิกา ทิพย์จำนง, มนต์หนา คงแก้ว และวราภรณ์ เล่าหะสัมพันธพร. (2566). ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการสินค้าออนไลน์สำหรับผลิตภัณฑ์กลุ่มวิสาหกิจชุมชนจักรสารเตยปาหนัน ตำบลแม่ทอม อำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา. *วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 5(2), 165-177.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พัชราภรณ์ หงส์สิบสอง. (2565). ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการข้อมูลวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผ้าทอ จังหวัดน่าน. *Journal of Information and Learning*, 33(2), 98-107.
- ภริภรณ์ บุตรขอ, อรยา อินต๊ะชิล, เนตรดาว โทธรัตน์ และพิมาย วงศ์ทา. (2565). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อจัดจำหน่ายสินค้าวิสาหกิจชุมชน ภูมิศึกษา กลุ่มผลิตหมวกยางพารา อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ*, 2(2), 43-53.
- สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอแม่ริม. (2565). การประชุมคัดสรรสุดยอดหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ไทย. *การประชุมคัดสรรสุดยอดหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ไทย ปี พ.ศ. 2565 จังหวัดเชียงใหม่*. เชียงใหม่: ศาลากลางจังหวัดเชียงใหม่.
- เอกรินทร์ วาโย. (2566). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนงานวิสาหกิจชุมชน. *วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 9(1), 42-59.

การนำดินร่วนปนดินเหนียวมาใช้ประโยชน์ ในการทำอิฐมวลเบาเพื่อส่งเสริมอาชีพในท้องถิ่น
Utilization of Clay Loam for Making Light Weight Brick
for Promote local Careers

อดิสรณ์ พงษ์สุวรรณ* นีรัตน์ แยมโหษฐ์ และ ฐิติวัฒน์ ตริวงศ์
Adisorn Pongsuwan*, Nirat Yamoat, and Tiitiwat Triwong
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
Department of Civil and Environmental Engineering Technology,
College of Industrial Technology,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Email: adisorn.p@cit.kmutnb.ac.th

Received : November 7, 2023
Revised : June 13, 2024
Accepted : June 18, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการนำดินลุ่มแม่น้ำไปใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยการทำอิฐมวลเบาเพื่อหากระบวนการที่เหมาะสมให้มีความเป็นไปได้ทั้งทางด้านวิศวกรรมและสามารถประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างในท้องถิ่นเพื่อสร้างรายได้ให้กับชุมชนได้ การวิจัยนี้ นำ ดิน ร่วนปนดินเหนียวมาเป็นวัสดุผสมในอิฐมวลเบา และใช้วัสดุพลาสติกพีวีซีเหลือใช้มาผสมเพิ่ม เพื่อลด น้ำหนัก ผลการศึกษาพบว่าอิฐมวลเบาในการวิจัยนี้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานบล็อกคอนกรีตเชิงต้นไม่รับ น้ำหนัก (มอก. 2895-2561) โดยมีอัตราส่วนที่เหมาะสมในการวิจัยนี้คือปูนซีเมนต์ต่อดินร่วนปนดิน เหนียวต่อพลาสติกพีวีซีรีไซเคิล (1 : 1.4 : 0.6) โดยน้ำหนัก ผลทดสอบมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1622 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่ากำลังอัดเท่ากับ 42 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร การวิจัยนี้สามารถ นำดินร่วนปนดินเหนียวมาใช้ทำอิฐมวลเบาได้จริง อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการวิจัยครั้งต่อไปเพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพขึ้นเพื่อส่งเสริมอาชีพในท้องถิ่นได้

คำสำคัญ: ปูนซีเมนต์ ดินร่วนปนดินเหนียว พลาสติกพีวีซีรีไซเคิล อิฐมวลเบา กำลังอัด

ABSTRACT

This research aims to explore the use of alluvial soil from river basins in the construction industry by producing lightweight bricks, seeking an appropriate process feasible both in engineering terms and for local construction industries to generate income for communities. The study utilizes a mixture of loamy and clayey soil (clay loam) combined with recycled PVC plastic to reduce weight. Findings indicate that the lightweight bricks produced in this research meet the standard criteria of non-load-bearing concrete blocks (TIS 2895-2561). The optimal ratio identified in this study is cement to loamy-clayey soil to recycled PVC (1:1.4:0.6) by weight. Test results show a density of 1622 kilograms per cubic meter and a compressive strength of 42 kilograms per square centimeter. This research confirms the viability of using loamy-clayey soil for lightweight brick production and suggests avenues for further research to enhance local careers effectively.

Keywords: Cement, Clay Loam, Recycled PVC Plastic, Light Weight Brick, Compressive Strength

บทนำ

ในปัจจุบัน ได้มีแนวความคิดผลิตอิฐมวลเบามาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างมากขึ้น และมีอิฐมวลเบาที่ผลิตจากดินเป็นส่วนผสมอย่างแพร่หลาย และยังมีการนำวัสดุอื่นมาเป็นส่วนผสมเพิ่มเพื่อผลิตอิฐมวลเบาให้ได้คุณสมบัติที่แตกต่างกันไป (Ardeshir and Ahmadi, 2006; Nkayem *et al.*, 2016; พุฒิพัทธ์ ราชคา และคณะ, 2559; สุทัศน์ จันบัวลา และคณะ, 2560) การวิจัยนี้จะนำดินร่วนปนดินเหนียวของกลุ่มแม่น้ำ มาใช้ประโยชน์ในการทำอิฐมวลเบาเพื่อส่งเสริมอาชีพในท้องถิ่น งานนี้จะทำให้ชาวบ้านภายในชุมชนสามารถทำอิฐมวลเบาใช้เองในชุมชนได้ โดยไม่ต้องผ่านเครื่องทำอิฐมวลเบาที่มีราคาต่อเครื่องค่อนข้างแพง อีกทั้งชาวบ้านภายในชุมชนยังสามารถหารายได้เข้าชุมชนได้อีกทางหนึ่งโดยการนำดินลุ่มแม่น้ำมาทำอิฐมวลเบาขายได้ การวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาแนวทางการนำดินลุ่มแม่น้ำไปใช้ในการทำอิฐมวลเบา และหาวัสดุมวลเบาผสมเพิ่มเพื่อลดน้ำหนัก โดยที่วัสดุมวลเบาที่ใช้ในการวิจัยนี้ จะใช้วัสดุพลาสติกเหลือใช้นำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งการใช้วัสดุพลาสติกเหลือใช้มาเป็นส่วนผสมของอิฐมวลเบา ปัจจุบันมีการใช้ในการวิจัยเพื่อพัฒนาในการช่วยลดน้ำหนักของอิฐมากขึ้น (นวรตัน นิธิสุวรรณรักษา, 2016; ประชุม คำพุด, 2559; สมบูรณ์ คงสมศักดิ์ศิริ และคณะ, 2548) การวิจัยนี้ จะผลิตตัวอย่างตามมาตรฐาน บล็อกคอนกรีตเชิงตันไม่รับน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2561) เพื่อเป็นการควบคุมคุณสมบัติทางกลให้เป็นเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งการวิจัยดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมก่อสร้างท้องถิ่นเพื่อเป็นการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน และยังเป็นการช่วยกำจัดขยะพลาสติกเหลือใช้ได้เพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาการนำดินร่วนปนดินเหนียวจากลุ่มแม่น้ำท่าจีน ตำบลวังห้ว อำเภอสรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี มาเป็นวัสดุผสมในอิฐมวลเบา และใช้วัสดุพลาสติกพีวีซีเหลือใช้มาผสมเพิ่มเพื่อลดน้ำหนักของอิฐมวลเบา

2. ศึกษาการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของอิฐมวลเบา ด้านความหนาแน่นและกำลังอัดในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ โดยใช้มาตรฐาน บล็อกคอนกรีตเชิงตันไม่รับน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2561) เป็นตัวกำหนด

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่โดยการนำดินร่วนปนดินเหนียวและพลาสติก พีวีซีเหลือใช้มาทำอิฐมวลเบา โดยทดสอบหาค่าความหนาแน่นและกำลังอัดตามมาตรฐาน บล็อกคอนกรีตเชิงตันไม่รับน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2561) โดยมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัยดังนี้

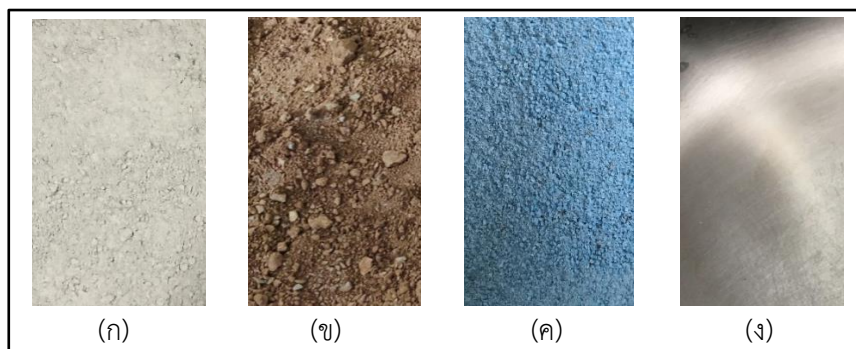
1. วัสดุที่ใช้

(ก) ปูนซีเมนต์ ประเภทที่ 1 ตาม มอก.15 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2562) มีความหนาแน่นเท่ากับ 3150 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(ข) ดินร่วนปนดินเหนียวใช้ตัวอย่างดินลึกลงจากผิวดิน 0.50 - 1.00 เมตร จากตำบลวังห้ว อำเภอสรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี นำมาบดละเอียดเพื่อเป็นมวลรวมละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (ASTM standard, 2001) ซึ่งมีความหนาแน่นเท่ากับ 2640 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอเท่ากับ 4.33 และมีค่าสัมประสิทธิ์ความโค้งเท่ากับ 0.92 ซึ่งตัวอย่างดินนี้มีลักษณะความละเอียด

(ค) พลาสติกพีวีซีที่เหลือจากท่อประปาเหลือใช้ นำมาบดละเอียดเพื่อเป็นมวลรวมละเอียด ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (ASTM standard, 2001) มีความหนาแน่นเท่ากับ 1380 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(ง) น้ำสะอาดใช้น้ำประปา มีความหนาแน่นเท่ากับ 1000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



ภาพประกอบ 1 วัสดุส่วนผสมที่ใช้ (ก) ปูนซีเมนต์ (ข) ดินร่วนปนดินเหนียว (ค) พลาสติกฟิวซีซีไคเซล (ง) น้ำสะอาด

2. อัตราส่วนผสมการทดสอบ

การวิจัยนี้ใช้ตัวแปรสำหรับการกำหนดอัตราส่วนในการวิจัย ซึ่งใช้สัญลักษณ์ดังนี้

สัญลักษณ์	C	หมายถึง	ปูนซีเมนต์
สัญลักษณ์	CL	หมายถึง	ดินร่วนปนดินเหนียว
สัญลักษณ์	PVC	หมายถึง	พลาสติกฟิวซีซีไคเซล
สัญลักษณ์	WS	หมายถึง	น้ำในดิน
สัญลักษณ์	W	หมายถึง	น้ำสะอาด

การวิจัยนี้ใช้อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ต่อดินร่วนปนดินเหนียว (ใช้สัญลักษณ์ C : CL) เท่ากับ 1 : 1, 1 : 2 และ 1 : 3 โดยน้ำหนัก กำหนดร้อยละพลาสติกฟิวซีซีไคเซลแทนที่ดินร่วนปนดินเหนียว (ใช้สัญลักษณ์ C : CL : PVC) ตั้งแต่ร้อยละ 0, ร้อยละ 10, ร้อยละ 20 และร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก และทุกอัตราส่วนจะใช้ปริมาณน้ำต่อปูนซีเมนต์ (ใช้สัญลักษณ์ W/C) = 0.75 โดยน้ำหนัก ส่วนตัวอย่างดินร่วนปนดินเหนียวมีความชื้นร้อยละ 6.9 ซึ่งในการวิจัยจะต้องมีการทดแทนปริมาณน้ำในดิน

การยกตัวอย่างสัญลักษณ์ เช่น C1 : CL1 : PVC0 หมายถึง มีอัตราส่วนปูนซีเมนต์เท่ากับ 1 ส่วนต่อดินร่วนปนดินเหนียวเท่ากับ 1 ส่วน และพลาสติกฟิวซีซีไคเซลแทนที่ดินร่วนปนดินเหนียวเท่ากับ 0 ส่วนโดยน้ำหนัก โดยมีรายละเอียดอัตราส่วนและส่วนผสม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กลุ่มอัตราส่วนผสม 1 : 1 (C1 : CL1), 1 : 2 (C1 : CL2) และ 1 : 3 (C1 : CL3) โดยใช้ W/C = 0.75 ทุกอัตราส่วน ดังนั้นควบคุมปริมาณน้ำเท่ากับ 750 กรัม (น้ำหนักวัสดุในการวิจัย เทียบอัตราส่วนจากปริมาณซีเมนต์ = 1000 กรัม)

อัตราส่วน C : CL : PVC (ร้อยละ PVC แทนที่ CL)	C (กรัม)	CL (กรัม)	PVC (กรัม)	WS (กรัม)	W (กรัม)
กลุ่มอัตราส่วนผสม 1 : 1 (C1 : CL1)					
C1 : CL1 : PVC0 (ร้อยละ 0)	1000	1000	0	69	681
C1 : CL0.9 : PVC0.1 (ร้อยละ 10)	1000	900	100	62	688
C1 : CL0.8 : PVC0.2 (ร้อยละ 20)	1000	800	200	55	695
C1 : CL0.7 : PVC0.3 (ร้อยละ 30)	1000	700	300	48	702
กลุ่มอัตราส่วนผสม 1 : 2 (C1 : CL2)					
C1 : CL2 : PVC0 (ร้อยละ 0)	1000	2000	0	138	612
C1 : CL1.8 : PVC0.2 (ร้อยละ 10)	1000	1800	200	124	626
C1 : CL1.6 : PVC0.4 (ร้อยละ 20)	1000	1600	400	110	640
C1 : CL1.4 : PVC0.6 (ร้อยละ 30)	1000	1400	600	97	653
กลุ่มอัตราส่วนผสม 1 : 3 (C1 : CL3)					
C1 : CL3 : PVC0 (ร้อยละ 0)	1000	3000	0	207	543
C1 : CL2.7 : PVC0.3 (ร้อยละ 10)	1000	2700	300	186	564
C1 : CL2.4 : PVC0.6 (ร้อยละ 20)	1000	2400	600	166	584
C1 : CL2.1 : PVC0.9 (ร้อยละ 30)	1000	2100	900	145	605

3. วิธีการทดสอบ

การวิจัยนี้ทำการทดสอบอิฐมวลเบา ที่มีตัวอย่างขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) เท่ากับ 7 x 19 x 19 เซนติเมตร ดังภาพประกอบ 2 เมื่อหล่อเสร็จจะใช้วิธีบ่มในน้ำหลังจากบ่มน้ำถึงอายุ 28 วัน จะนำตัวอย่างไปทดสอบความหนาแน่น โดยคำนวณความหนาแน่นได้จากสมการดังนี้

$$D = M/V$$

เมื่อ D คือ ความหนาแน่นมีหน่วยเท่ากับ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กก/ลบ.ม)

M คือ น้ำหนักของตัวอย่างมีหน่วยเท่ากับ กิโลกรัม (กก)

V คือ ปริมาตรของตัวอย่างมีหน่วยเท่ากับ ลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม)



ภาพประกอบ 2 อิฐมวลเบาขนาด 7 x 19 x 19 เซนติเมตร

จากนั้นทำการทดสอบกำลังอัดที่เครื่องทดสอบ ดังภาพประกอบ 3 โดยคำนวณกำลังอัดได้จากสมการดังนี้

$$F = P/A$$

เมื่อ F คือ กำลังอัดมีหน่วยเท่ากับ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (กก/ตร.ซม)

P คือ แรงกดทดสอบของตัวอย่างมีหน่วยเท่ากับ กิโลกรัม (กก)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างมีหน่วยเท่ากับ ตารางเซนติเมตร (ตร.ซม)

โดยที่การทดสอบความหนาแน่นและกำลังอัดดังกล่าวจะอธิบายได้ว่าการวิจัยนี้มีค่าผ่านเกณฑ์ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2561) หรือไม่



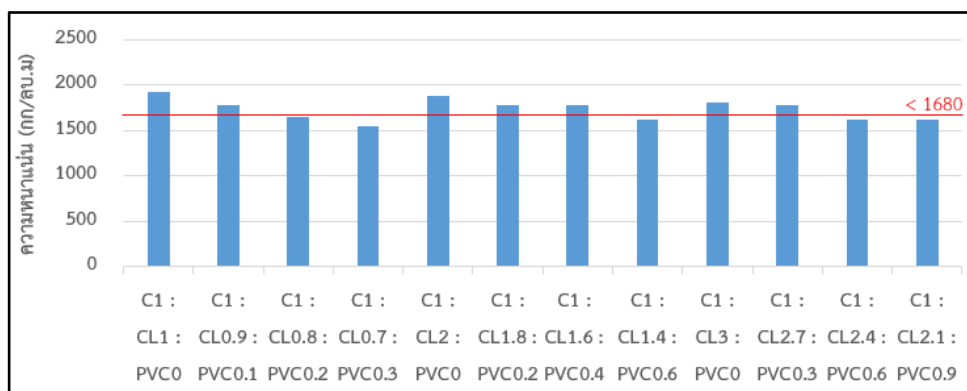
ภาพประกอบ 3 การทดสอบกำลังอัดของอิฐมวลเบา

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้ ได้ทำการทดสอบความหนาแน่นและกำลังอัดของอิฐมวลเบา ที่มีตัวอย่างขนาด 7 x 19 x 19 เซนติเมตร อายุบ่ม 28 วัน โดยมีผลการทดสอบดังนี้

1. ผลการทดสอบความหนาแน่นของอิฐมวลเบาในแต่ละอัตราส่วน

การทดสอบความหนาแน่นของอิฐมวลเบาหลังจากบ่มน้ำถึงอายุ 28 วัน ในแต่ละอัตราส่วนมีรายละเอียดดังภาพประกอบ 4

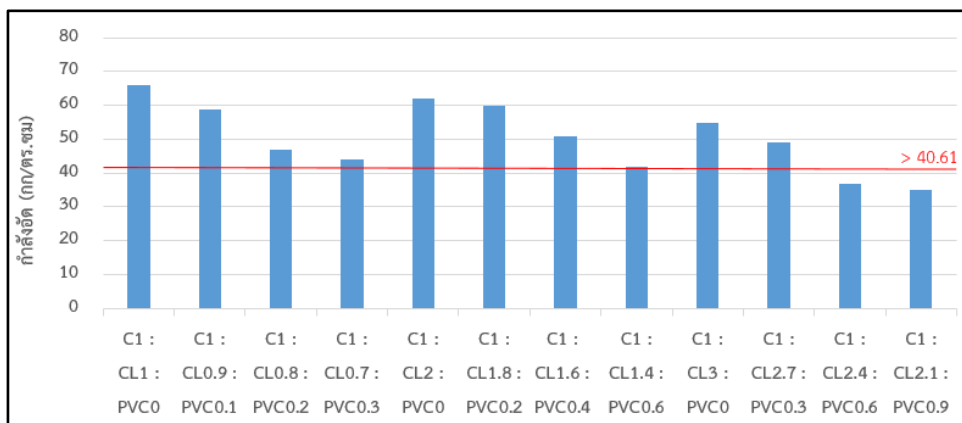


ภาพประกอบ 4 ผลการทดสอบความหนาแน่นของอิฐมวลเบา

จากภาพประกอบ 4 พบว่าความหนาแน่นของอิฐมวลเบา มีแนวโน้มค่าลดลงตามปริมาณพลาสติกพีวีซีที่ใช้เคลแทนที่ดินร่วนปนดินเหนียว อาจจะกล่าวได้ว่าการใช้พลาสติกพีวีซีเคลแทนที่ทำให้อิฐมวลเบา มีน้ำหนักเบาลง เพราะความหนาแน่นของพลาสติกพีวีซีมีจำนวนน้อยกว่า โดยที่มาตรฐาน บล็อกคอนกรีตเชิงตันไม่รับน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2561) ได้กำหนดไว้สำหรับประเภทน้ำหนักเบา ต้องมีค่าความหนาแน่นน้อยกว่า 1680 กก/ลบ.ม ดังแสดงในภาพประกอบ 4 โดยมีผลการทดสอบความหนาแน่นที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด 5 อัตราส่วน คือ อัตราส่วน C1 : CL0.8 : PVC0.2, C1 : CL0.7 : PVC0.3, C1 : CL1.4 : PVC0.6, C1 : CL2.4 : PVC0.6 และ C1 : CL2.1 : PVC0.9 โดยมีอัตราส่วน C1 : CL0.7 : PVC0.3 มีค่าความหนาแน่นเบาที่สุดเท่ากับ 1552 กก/ลบ.ม

2. ผลการทดสอบกำลังอัดของอิฐมวลเบาในแต่ละอัตราส่วน

การทดสอบกำลังอัดของอิฐมวลเบาหลังจากบ่มน้ำถึงอายุ 28 วัน ในแต่ละอัตราส่วนมีรายละเอียดดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ผลการทดสอบกําลังอัดของอิฐมวลเบา

จากภาพประกอบ 5 พบว่ากําลังอัดของอิฐมวลเบา มีแนวโน้มค่าลดลงตามปริมาณพลาสติกพีวีซีรีไซเคิลแทนที่ดินร่วนปนดินเหนียว อาจจะกล่าวได้ว่าการใช้พลาสติกพีวีซีรีไซเคิลแทนที่ทำให้อิฐมวลเบา มีค่ากําลังอัดลดลง อาจจะเป็นเพราะพลาสติกพีวีซีรีไซเคิลมีรูปร่างลักษณะผิวเรียบการยึดเกาะกับปูนซีเมนต์จะไม่ดีเท่ากับวัสดุผสมทั่วไป โดยที่มาตรฐาน บล็อกคอนกรีตเชิงต้นไม่รับน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2561) ได้กำหนดไว้กําลังอัดต้องมีค่ามากกว่า 40.61 กก/ตร.ซม ดังแสดงในภาพประกอบ 5 โดยมีผลการทดสอบกําลังอัดที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด 10 อัตราส่วน คือ อัตราส่วน C1 : CL1 : PVC0, C1 : CL0.9 : PVC0.1, C1 : CL0.8 : PVC0.2, C1 : CL0.7 : PVC0.3, C1 : CL2 : PVC0, C1 : CL1.8 : PVC0.2, C1 : CL1.6 : PVC0.4, C1 : CL1.4 : PVC0.6, C1 : CL3 : PVC0 และ C1 : CL2.7 : PVC0.3 โดยมีอัตราส่วน C1 : CL1 : PVC0 มีค่ากําลังอัดมากที่สุดเท่ากับ 66 กก/ตร.ซม

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้ ทดสอบคุณสมบัติของอิฐมวลเบา ด้านความหนาแน่นและกําลังอัด ในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบความหนาแน่นและกําลังอัดของอิฐมวลเบา มีแนวโน้มจำนวนลดลงตามปริมาณพลาสติกพีวีซีรีไซเคิลแทนที่ดินร่วนปนดินเหนียว อาจจะกล่าวได้ว่าการใช้พลาสติกพีวีซีรีไซเคิลแทนที่ทำให้อิฐมวลเบา มีน้ำหนักเบาลง เพราะความหนาแน่นของพลาสติกพีวีซีรีไซเคิลมีจำนวนน้อยกว่า ส่วนกําลังอัดที่มีค่าลดลง อาจจะเป็นเพราะพลาสติกพีวีซีรีไซเคิลมีรูปร่างลักษณะผิวเรียบการยึดเกาะกับปูนซีเมนต์จะไม่ดีเท่ากับวัสดุผสมทั่วไป โดยเกณฑ์วัดคุณสมบัติเชิงกล ของอิฐมวลเบาจะใช้มาตรฐาน บล็อกคอนกรีตเชิงต้นไม่รับน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

, 2561) เป็นตัวชี้วัด โดยมาตรฐานดังกล่าว ได้กำหนดไว้สำหรับประเภทน้ำหนักเบา ต้องมีความหนาแน่นน้อยกว่า 1680 กก/ลบ.ม และกำลังอัดต้องมีค่ามากกว่า 40.61 กก/ตร.ซม ดังนั้นเกณฑ์การเลือกอัตราส่วนในการวิจัยนี้ จะพิจารณาจากอิฐมวลเบาที่มีค่าความหนาแน่นและ กำลังอัดผ่านมาตรฐาน อีกทั้งต้องใช้ดินร่วนปนดินเหนียวให้มากที่สุด เพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ จากผลการวิจัยนี้มีอัตราส่วนที่ผ่านมาตรฐานดังกล่าว 3 อัตราส่วนได้แก่ C1 : CL0.8 : PVC0.2, C1 : CL0.7 : PVC0.3 และ C1 : CL1.4 : PVC0.6 ดังนั้นจึงได้เลือกอัตราส่วน C1 : CL1.4 : PVC0.6 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการวิจัยนี้ ซึ่งมีค่าทดสอบผ่านมาตรฐานดังกล่าว โดยที่มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1622 กก/ลบ.ม และมีค่ากำลังอัดเท่ากับ 42 กก/ตร.ซม และเป็นอัตราส่วนที่ใช้ปริมาณดินร่วนปนดินเหนียวมากที่สุด จาก 3 อัตราส่วนที่ผ่านมาตรฐาน โดยแสดงรายละเอียดค่าความหนาแน่นและกำลังอัด ดังภาพประกอบ 4 และ 5 และแสดงรายละเอียดปริมาณดินร่วนปนดินเหนียว ดังตารางที่ 1

ข้อเสนอแนะ

อิฐมวลเบาจากการวิจัยนี้มีคุณสมบัติผ่านตามาตรฐาน บล็อกคอนกรีตเชิงตันไม่รับน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2561) ได้จริง แต่ยังมีข้อเสียการวิจัยนี้ใช้จำนวนดินร่วนปนดินเหนียวไม่มากเพราะเป็นวัสดุผสมที่ถูกกว่าปูนซีเมนต์ อีกทั้งพลาสติกพีวีซีรีไซเคิลอาจจะไม่เพียงพอถ้าต้องผลิตอิฐมวลเบาในจำนวนมาก ดังนั้นต้องมีการวิจัยต่อไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพขึ้นโดยการหาวัสดุผสมเพิ่มในการลดต้นทุนผลิต เพื่อส่งเสริมอาชีพในท้องถิ่นได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตามสัญญาเลขที่ Res-CIT0608/2021

เอกสารอ้างอิง

- นวรรตน์ นิธิสุวรรณรักษา. (2016). ผลของอัตราส่วนพลาสติกพอลิโพรไพลีนในอิฐมวลเบตอ ความแข็งแรงอัดและสภาพนำความร้อน. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*, 6(1), 174-187.
- ประชุม คำพุฒ. (2559). การพัฒนาผลิตภัณฑ์บล็อกประสานมวลเบาจากเศษพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง. *วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย*, 30(3), 57-64.
- พุดพิพัทธ์ ราชคา และธีรวัฒน์ สิ้นศิริ. (2559). การศึกษาคุณสมบัติของอิฐดินเหนียวมวลเบา

- ผสมเถ้าลอยและแคลเซียมไฮดรอกไซด์. วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัย
อุบลราชธานี, 9(1), 70-82.
- สุทัศน์ จันบัวลา และธนกร วาสนาเพียรพงศ์. (2560). การพัฒนาอิฐดินเผามวลเบาโดยใช้
เถ้าขาน้อยเป็นส่วนผสม. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, 10(1), 13-30.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2561). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บล็อกคอนกรีต
เชิงตันไม่รับน้ำหนัก มอก. 2895-2561. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2562). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ปอร์ต
แลนด์ มอก. 15-2562. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวง
อุตสาหกรรม.
- สมบุรณ์ คงสมศักดิ์ศิริ และจำรูญ หฤทัยพันธ. (2548). การใช้เศษโฟมเก่าในคอนกรีตบล็อกประดับ.
วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, 1(1), 20-25.
- Ardeshir, A. and Ahmadi, P.F. (2016). A synopsis about production of brick from
lightweight and waste material-A Review. *Computations and materials in civil
engineering*, 1(3), 143-163.
- ASTM standard. (2001). *Standard specification for concrete aggregates ASTM C33*,
Philadelphia: ASTM International. 04.02: 10-17.
- Nkayem, D.E.N, Mbey, J.A., Diffo, B.B.K. & Njopwouo, D. (2016). Preliminary study on the
use of corn cob as pore forming agent in lightweight clay bricks: Physical and
mechanical features, *Journal of building engineering*, 5, 254–259.

สารบัญ

- การประเมินความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อม บริเวณชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี
ในช่วงสถานการณ์โควิด-19.....1
เอมอร ประจวบมอญ รติวรรณ สุวัฒนมาลา กฤตกร อินทรฉาย
นันทิวรรณ เขตต์วัฒน์ และ ศุภวรรณ วรโชติธนฐร
- การทำจัดสัญญาณรบกวนแบบการบวกและแบบการคูณออกจากภาพ
โดยใช้วิธีการสปริทเบรกกแมน.....15
ริวรรณ จันทรแก่น และ โสภิตา สุขญาณกิจ
- นวัตกรรมจักรวาลนฤมิต ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดบุรีรัมย์
เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในยุค New Normal.....29
จิรวดี โยธรัมย์ อนงค์ ทองเรือง รุ่งรัตน์ หัตถกรรม และ กมลรัตน์ สมใจ
- ผลของเพคตินจากเปลือกกาแฟต่อคุณภาพของแยมลูกหม่อน.....41
ธัญนันท์ ฤทธิมนี นภารัตน์ จิวาลักษณ์ และ ศรอนจิต วรรณวงศ์
- การเพิ่มศักยภาพทางเทคโนโลยีตลาดดิจิทัลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือ
ในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่.....53
บุษราภรณ์ มหัทธนะชัย และ ชนินทร์ มหัทธนะชัย
- การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการไหว้พระ 9 วัด ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
โดยใช้ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย.....71
รุ่งรัตน์ สมานหมู่
- ระบบศูนย์สารสนเทศผลิตภัณฑ์ผ้าทอเพื่อส่งเสริมการตลาดวิสาหกิจชุมชน
กลุ่มชาติพันธุ์ในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่.....83
ชนินทร์ มหัทธนะชัย และ บุษราภรณ์ มหัทธนะชัย
- การนำดินร่วนปนดินเหนียวมาใช้ประโยชน์ ในการทำอิฐมวลเบา
เพื่อส่งเสริมอาชีพในท้องถิ่น.....99
อดิสรณ์ พงษ์สุวรรณ นิรัตน์ แยมโอษฐ์ และ ชุตติวัฒน์ ตรีวงศ์

Journal of Science and Technology Buriram Rajabhat University

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน 2567

JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BURIRAM RAJABHAT UNIVERSITY Vol.8 No.1 January - June 2024

มหาวิทยาลัย
ราชภัฏบุรีรัมย์

คณะวิทยาศาสตร์
Faculty of
Science

ปีที่ 8
ฉบับที่ 1

เดือน มกราคม - มิถุนายน 2567

ISSN 2774-0838 (Print)
ISSN 2774-0757 (Online)