



วารสารวิชาการ
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2567
Vol. 9 No. 2 Jul. - Dec. 2024



Approved by TCI during 2022-2024

Industrial Technology Journal
Surindra Rajabhat University

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ISSN (Print) 3027-6314
ISSN (Online) 3027-6322



industrial-journal.sru.ac.th

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ เป็นวารสารวิชาการระดับชาติที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำขึ้นปีละ 2 ฉบับเพื่อใช้เป็นแหล่งเผยแพร่บทความทางวิชาการและบทความวิจัยซึ่งเกี่ยวข้องกับเพื่อรวบรวม และเผยแพร่ ผลงานทางวิชาการ โดยตีพิมพ์บทความวิจัย และบทความทางวิชาการ ด้านวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรมศึกษานวัตกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ของอาจารย์ นักศึกษา และนักวิชาการ ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ฉบับนี้เป็นปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2567 ประกอบด้วย บทความวิจัยจำนวน 18 บทความ อนึ่งความคิดเห็นจากบทความวิชาการหรือรายงานการวิจัยแต่ละเรื่องที่น่าสนใจในวารสารฉบับนี้เป็นความเห็นจากผู้เขียนหรือผู้วิจัยกองบรรณาธิการมีหน้าที่จัดพิมพ์และเผยแพร่เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิชาการแก่สังคมเท่านั้น กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบุคลากรทั้งในสถานศึกษาและสถานประกอบการตลอดจนผู้สนใจโดยทั่วไปจะได้รับสาระประโยชน์จากวารสารฉบับนี้

กองบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2567

ISSN 3027 – 6314 (Print)

ISSN 3027 – 6322 (Online)

เจ้าของ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ที่ปรึกษา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ และบริหารงานบุคคล
รองคณบดีฝ่ายวางแผน และกิจการนักศึกษา
รองคณบดีฝ่ายวิจัย และบริการวิชาการ

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกานต์ พวงไพบูลย์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทรงศักดิ์ มีสิทธิ์

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร. กรินทร์ กาญจนานนท์

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระราชูปถัมภ์

รองศาสตราจารย์ ดร.วรัทยา ธรรมกิตติภาพ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุมพฏ พงษ์ศักดิ์ศรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วงกต ศรีอุไร

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัครชัย พิมพิมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ มณีวรรณ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

รองศาสตราจารย์ยุพดี สีนมาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

วัตถุประสงค์

เพื่อรวบรวม และเผยแพร่ ผลงานทางวิชาการ โดยตีพิมพ์บทความวิจัย และบทความทางวิชาการ ด้าน วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรมศึกษา นวัตกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ของอาจารย์ นักศึกษา และนักวิชาการ ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน มีกำหนดการตีพิมพ์ปีละ 2 ครั้ง คือ ในรอบเดือนมกราคม – มิถุนายน และรอบเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม

กำหนดการออกวารสาร

ปีละ 2 ฉบับ

ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน

ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม

โดยทุกบทความจะต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรง 3 ท่านต่อหนึ่งบทความ

สารบัญ

บทความวิจัย

การใช้เทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ศุภชัย แก้วจันทร์ สุธมณฑา จีระมะกร ขนิษฐา สี่มา.....	1
การประยุกต์ใช้ระบบตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์และการตรวจรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์พีจีเอสในการพัฒนาโซ่คุณค่าของกลุ่มเครือข่ายเกษตรอินทรีย์จังหวัดอุบลราชธานีพชร วารินสิทธิกุล ปติวรดา ล้อมลาย จริญญา พันธ.....	15
การเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณน้ำตาล สารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงมะละกอที่ผ่านการหมักด้วยลูกแป้งข้าวหมากฐิติกร พรหมบรรจง บัณฑิตา ภูทรัพย์มี โปณะทอง สุวรรณา ผลใหม่ จรินทร์ พุดงาม.....ศิริวรรณ ปานเมือง สิริพงษ์ วงศ์พระประทีป วรวิฑู มีสุขคมสัน นันทสุนทร.....เปรมจิต ร่องสวัสดิ์.....	29
การพัฒนาความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ของนักศึกษาปริญญาตรีเพ็ญนภา คำแพง	42
การพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทยเลยโกเมนทร์ พร้อมจะบก นพรัตน์ พันธวาทย์ เมืองมล แสนเพ็ง.....	55
การพัฒนาเครื่องคัดแยกสีเมล็ดถั่วด้วยการประมวลผลภาพศิวกร แก้วรัตน์ คมยุทธ ไทยวงษ์.....	65
การพัฒนาเครื่องผ่านไขมันชั้นสำหรับเกษตรกรผู้แปรรูปสมุนไพร จังหวัดสุรินทร์นิรติศักดิ์ คงทน สหภัทร ชลาชัย พีรศักดิ์ ผลเจริญ ธาริณี มีเจริญ อุบลวรรณ สุวรรณกุลสิทธิ์	72
การพัฒนาเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านขอธรรมศาสตร์ ไทยเกิด ก่อพงศ์ สิทธิไพศาลวรกุล ธีรรัตน์ ชูโสด เสริมศักดิ์ เกิดวัน.....	85
การพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์และขับเคลื่อนสู่ระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรรายย่อย อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่มัทนา อินไชย สิริศักดิ์ รัชชานันติ เจริญชัย รัชชานันติ.....	97
การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแมวดักด้วยเทคโนโลยีควอเตอร์โค้ดตรีรัตน์ ตระกูลอุดมพร เทียงธรรม สิทธิจันทร์ แสน อัญญา วรรณกายนต์.....	110

สารบัญ

บทความวิจัย (ต่อ)

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมขนาดเล็กความเร็วรอบต่ำ ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ดุสิต อุทิศสุนทร.....	125
การศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรง ชนิดไร้แปรงถ่านของจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลงโชคดี ปัดนา อานนท์ ม่วงวงษา.....	140
การออกแบบและสร้างเครื่องปั่นกล้วยสุกก้องภพ จันทร์แดง กิตติชนม์ เมืองเกตุ ชาติชาย สนเสริม บัญชา พุทธากุล อดิศักดิ์ ไสวอมร.....	153
เครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนในเมล็ดพันธุ์ข้าวทิพลดา ภู่มาลา ทรงเศก บัวปรอท ธงชัย ฉายอรุณ สยามรัฐ เฟิกอาภรณ์ เฉลียว เกตุแก้ว.....	164
เครื่องบีบอัดขยะขนาดเล็ก ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิกอิษฐ์ รานอก ธาดา คำแดง และวิจิตร คำรัตน์.....	173
ชุดรีดวัตถุติดสำหรับการลำเลียงเข้าห้องคัดแยกใบรางจืดพงศ์ไกร วรรณตรง ภาณุเมศวร์ สุขศรีศิริวัชร.....	185
รถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตามมานพ ดอนหมื่น ปริณูวัตร ทินบุตร เจษฎา คำภูมิ ภูริพัส แสนพงษ์ อลิษา เกษทองมาศุภกฤษฎี ช่วยชูหนู ประสิทธิ์ สมจินดา	196
Developing A CCTV-AI System with The Capability to Accurately Detect and Recognize Individuals Who Are Wearing Helmets, Specifically Targeting Riders and Passengers Jetsada Kumphong Nathayu Chawapattanayotha	210

การใช้เทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพ กิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์

ศุภชัย แก้วจันทร์^{1*} สุธมนพา จีระมะกร² ขนิษฐา สีม่า³
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1*}
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{2,3}
อีเมล : supachai_2518@hotmail.co.th^{1*}

วันที่รับบทความ 7 สิงหาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 19 กันยายน 2567

วันที่รับบทความ 4 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

การใช้เทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติเพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ ใช้วิธีวิจัยแบบวิจัยและพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเทคโนโลยีการขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติไปเสริมศักยภาพการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ 2) เพื่อออกแบบกิจกรรมทางเลือกต้นแบบและ 3) เพื่อประเมินกิจกรรมทางเลือกต้นแบบ ผลการวิจัยพบว่า 1) การออกแบบและสร้างต้นแบบเทคโนโลยีการขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ ผลได้จากหลักฉากและใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในการหมุนโครงม้วนเส้นไหมทำให้ความเร็วคงที่สม่ำเสมอต่อเนื่อง นอกจากนี้ พบว่าประสิทธิภาพระบบควบคุมความเร็วที่เหมาะสมในการขึ้นลำมัดย้อมเส้นไหม จำนวนการขึ้นลำ 25 ลำ และใช้ความเร็วรอบของโครงม้วนเส้นไหม ที่ 80 รอบต่อนาที เมื่อประเมินประสิทธิภาพแล้ว พบว่า ความเร็วมอเตอร์เฉลี่ยที่ 164 รอบต่อนาที เวลาที่ใช้ 1.56 นาทีนอกจากนี้ยังสามารถขึ้นลำย้อมเส้นไหมได้ตั้งสม่ำเสมอโดยที่เส้นไหมไม่ขาด มีความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมเหมาะสมกับระบบควบคุมความเร็วเพื่อการขึ้นลำมัดย้อมเส้นไหม. เมื่อนำเวลาก่อนการพัฒนาเปรียบเทียบกับสัดส่วนของเวลาหลังพัฒนา พบว่ามีผลต่างสัดส่วนของเวลาที่ลดลงร้อยละ 87.20 และเมื่อประเมินผลการยอมรับเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องขึ้นลำเส้นไหมฯ พบว่า ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมยอมรับเทคโนโลยีในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 93.60) นอกจากนี้ยังมีการบูรณาการวิจัยร่วมกับการเรียนการสอน ของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต ในรายวิชาโครงการปัญหาพิเศษ โดยให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการผลิตต้นแบบเทคโนโลยี 2) ต้นแบบกิจกรรมเสริมศักยภาพการท่องเที่ยวชุมชนมีการผสมผสานระหว่างฐานเทคโนโลยีและฐานภูมิปัญญา จำนวน 5 ฐานกิจกรรม ได้แก่ 1) ทำผ้าไหมมัดย้อม 2) ทำขนมพื้นบ้านอาหารพื้นถิ่น 3) การแสดงชุดรำกะโน้บตึงตึง 4) เรียนรู้ภาษาเขมรถิ่นไทย และ 5) โฮมสเตย์ชุมชนโพธิ์ทองโดยกิจกรรมดังกล่าวสามารถสร้างรายได้เพิ่มขึ้นให้กับชุมชนได้ และ 3) ผลการประเมินต้นแบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.52$, S.D. = 0.40) และพบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 2 ด้านคือ ด้านชื่อแหล่งท่องเที่ยวและที่ตั้ง ($\bar{x}= 4.67$, S.D. = 0.47) และด้านแนวทางการสร้างความผูกพันหรือความประทับใจ ($\bar{x}= 4.55$, S.D. = 0.35)

คำสำคัญ : เทคโนโลยีเสริมฐานกิจกรรม เครื่องขึ้นลำเส้นไหม



Using automatic thread counting machine technology to enhance potential. Creative Community Tourism Activities :Phokong Village, Chuaplerng Subdistrict, Prasart District, Surin Province.

Suphachai Kaeochan^{1*}, Sumonta Jeeramakorn², Kanittha Seema³
 Faculty of Industrial Technology SurindraRajabhat University^{1*}
 Research and Development Institute SurindraRajabhat University^{2,3}
 E-mail:supachai_2518@hotmail.co.th^{1*}

Received 7 August 2024

Revised 19 September 2024

Accepted 4 October 2024

Abstract

"Using automatic silk thread counting machine technology to enhance the potential of creative community tourism activities in Pho Kong Village, CheuPheling Sub-district, Prasat District, Surin Province. The purpose of this study is to 1) develop automatic thread counting technology to enhance the potential of creative community tourism, 2) design a prototype alternative activity, and 3) evaluate the prototype alternative activity.

The results showed that

1. the design and prototype of the automatic thread counting technology are made of angle steel, with a motor used to power the silk thread winding frame, ensuring a constant and continuous speed. It was also found that the speed control system was appropriate for silk dyeing, handling 25 looms, with the silk thread winding frame rotating at 80 rpm. When evaluating performance, the average motor speed was found to be 164 rpm, with a time taken of 1.56 minutes. Additionally, it was observed that the machine could wind the silk threads tightly without breaking them, maintaining the correct speed and time for the silk tie-dyeing process. When comparing pre-development time with post-development time, the proportion of time decreased by 87.20percent. In terms of evaluating the acceptance of technology, it was found that participants accepted the silk boarding machine technology to a very high extent (93.60%). Moreover, the research was integrated into teaching and learning for students majoring in Manufacturing Technology through the Special Problem Project Course, where students participated in producing technology prototypes.

2. The model for community tourism capacity-building activities combines technology with local wisdom. There are five main activity bases: 1) Silk twist dyeing, 2) Making local sweets and food, 3) Learning Khmer Thai, 4) Pho Kong Community Homestay, and 5) other community-based experiences.

3. The overall evaluation of tourism community model, results were at the highest level ($\bar{x}$ = 4.52, S.D. = 0.40). The two aspects with the highest average values were the names and locations of tourist attractions ($\bar{x}$ = 4.67, S.D. = 0.47) and the approach to creating bonds or impressions ($\bar{x}$ = 4.55, S.D. = 0.35).

Keywords: Activity Base Enhancement Technology, Silk Landing Machine

1. บทนำ

การท่องเที่ยวและเศรษฐกิจสร้างสรรค์ในพื้นที่ที่อยู่ในระเบียบเศรษฐกิจของจังหวัดสุรินทร์ มุ่งเน้นการพัฒนา กำลังคนในพื้นที่ให้มีความรู้ มีทักษะในการเป็นผู้ให้บริการที่มีความสามารถทางเทคโนโลยี พัฒนาสู่ผู้ประกอบการ สร้างสรรค์ โดยการนำองค์ความรู้และเทคโนโลยี ในมหาวิทยาลัยไปพัฒนาชุมชนซึ่งเป็นไปตามพันธกิจของ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ กระบวนการวิจัยจะส่งเสริมให้ชุมชนมีการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนเชิงสร้างสรรค์ คนในชุมชนสามารถนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมไปเสริมศักยภาพด้านการท่องเที่ยว อันจะก่อให้เกิดความยั่งยืน และ เป็นการเพิ่มคุณค่า/สร้างมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์การท่องเที่ยว และกำหนดกลยุทธ์การตลาดที่มีความสามารถในการ แข่งขัน นำมาสร้างให้เกิดความแตกต่างเพื่อหลีกเลี่ยงจากการแข่งขันแบบเดิม ๆ อันจะส่งผลให้เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่จะเป็พลังขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจใหม่ที่เน้นการท่องเที่ยวแบบผสมผสานภูมิปัญญาท้องถิ่นควบคู่กับการใช้ เทคโนโลยี อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ มีเงินทุนเวียนเกิดการสร้างงาน สร้างรายได้ให้มีความต่อเนื่องในท้องถิ่นได้ดียิ่งขึ้น (สุดแดน วิสุทธิลักษณ์. 2558)

ในจังหวัดสุรินทร์ตำบลเชื้อเพลิง มีกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านโพธิ์ทอง หมู่ 3 ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จัดตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ.2549 โดยเปิดเป็นศูนย์กลางเรียนรู้ชุมชน โดยมี นางบุญจันทร์ จำนงเพียรเป็นประธานกลุ่ม และ เป็นผู้ประสานงานระหว่างกลุ่มผู้ปลูกหมอนเลี้ยงไหม และกลุ่มทอผ้าไหม ที่อยู่ในพื้นที่ตำบลเชื้อเพลิง ผ้าไหมบ้าน โพธิ์ทองได้รับยกย่องว่าโดดเด่นสวยงาม จากความกลมกลืนของลวดลายสีสันท มาจากสีย้อมที่มีในธรรมชาติ และ การคงเทคนิคการทอแบบโบราณ ลวดลายตามขวางที่เกิดจากการใช้ไหมควบสองสี ทอให้เด่นอยู่บนสีพื้นผ้านุ่ง เป็น ลักษณะเฉพาะของลายอันลุ่มลึก 1 ใน 6 ลายพื้นฐานที่ชาวบ้านโพธิ์ทอง จ.สุรินทร์ ร่วมกันฟื้นฟูเมื่อกว่า 10 ปีที่แล้ว ไม่เพียงรักษาเทคนิคช่างทอโบราณ แต่ยั้ยังนำลวดลายต่างๆ อย่างอัมปรม ลายสมอ และลายโฮล ต้นแบบลายผ้าของ ชาวเขมรถิ่นไทย มาประยุกต์ลงบนผ้าไหมมัดหมี่ผ้าทอพื้นเมืองที่พื้นฟูมาสู่การพัฒนาอาชีพ จนได้ “รับรางวัลชุมชน ดีเด่นด้านการส่งเสริม และรักษามรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรม โดยกระทรวงวัฒนธรรม” ได้รับ “มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ผ้าไหม OTOP 4 ดาว” ได้รับ “รางวัล DASTA AWARD สาขาการท่องเที่ยวโดยชุมชน ในปี 2019 จัดโดย อพท.” และเป็นหมู่บ้านอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ (Creative Industry Village : CIV) ซึ่งมีการกิจกรรมท่องเที่ยวเชิง สร้างสรรค์ให้นักท่องเที่ยวได้ลงมือทำ ได้แก่ กิจกรรมทำผ้าปิดย้อมจากสีธรรมชาติ กิจกรรมทำอาหารพื้นถิ่น กิจกรรมหลักสูตรภาษาเขมรถิ่นไทย ที่ร่วมวิจัยกับมหาวิทยาลัยมหิดล และได้บรรจุอยู่ในหลักสูตรการเรียนการสอน ของท้องถิ่น กิจกรรมรำกะเน็บตึงตึง หรือรำตึกแดนตาข้าว โดยนักท่องเที่ยวสามารถสวมชุดตึกแดนร่วมแสดงกับ คนในชุมชนได้ และมีบ้านพักโฮมสเตย์ชุมชนโพธิ์ทอง 20 หลัง สามารถรองรับนักท่องเที่ยวไม่น้อยกว่าวันละ 40 คน จากกิจกรรมการท่องเที่ยวทั้ง 4 กิจกรรมที่ทางชุมชนโพธิ์ทองได้ดำเนินการมา ซึ่งมีกิจกรรมที่นักท่องเที่ยวให้ความสนใจ ในกิจกรรมการทำผ้าไหมโดยเฉพาะกิจกรรมทำผ้าปิดย้อมจากสีธรรมชาติ และการออกแบบลายผ้ามัดหมี่ การขึ้นลำเส้นไหมเพื่อจะได้นำมาย้อมเส้นไหมมัดหมี่ แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นกับทางชุมชนคือกระบวนการขึ้นลำเส้นไหม ที่ใช้เครื่องมือแบบภูมิปัญญาชาวบ้านจะใช้เวลานาน จึงจะขึ้นลำเส้นไหมได้ จึงทำให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเกิด ความเมื่อยล้าทำให้ลวดลายไม่คมชัดและไม่สวยงาม หากมีการนำเทคโนโลยีที่สามารถลดเวลาการผลิตและขึ้นลำเส้น ไหมให้ลวดลายที่คมชัดและสวยงามมาช่วยในการทำผ้าไหมและกิจกรรมท่องเที่ยวจะทำให้นักท่องเที่ยวเกิดความ สนใจ และเป็นการเสริมศักยภาพกิจกรรมท่องเที่ยวให้น่าสนใจ ทำให้สร้างความโดดเด่นความแตกต่างในการเพิ่ม ทางเลือกให้แก่การท่องเที่ยวให้มีสีสันพัฒนาการท่องเที่ยวให้ในชุมชนได้ต่อไป

จากปัญหาความจำเป็นที่ต้องการการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย จะเป็นปัจจัยสู่ ความสำเร็จในการพัฒนาระบบการท่องเที่ยวรูปแบบเชิงสร้างสรรค์ ที่มีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบ นับเส้นอัตโนมัติ มาช่วยในกิจกรรมที่เป็นฐานกิจกรรมทางเลือกในการเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิง สร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ ให้เกิดความโดดเด่นและแตกต่างในการ ท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งกิจกรรมที่นักท่องเที่ยวสามารถเลือกทำกิจกรรมได้ทั้ง 2 แบบ



แบบภูมิปัญญาท้องถิ่น และแบบการใช้เทคโนโลยีคู่ขนานที่เหมาะสมต่อการทำกิจกรรมท่องเที่ยวได้อย่างลงตัว และยังส่งเสริมในการยกระดับวิสาหกิจท่องเที่ยวชุมชนให้เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ นวัตกรรมเพื่อใช้สำหรับถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ใหม่ ในอนาคตที่จะส่งผลให้คนในชุมชนเกิดแนวทางการใช้เทคโนโลยีและเป็นการสร้างวิทยาการชุมชนที่มีความรู้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ขยายผลงานวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชุมชนอื่น ๆ สร้างแรงผลักดันในการสร้างเครือข่ายท่องเที่ยวชุมชน เพิ่มโอกาสสร้างอาชีพก่อให้เกิดรายได้พัฒนาเศรษฐกิจชุมชน สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าและบริการ ยกระดับคุณภาพชีวิตของชุมชนด้านการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ที่มี อัตลักษณ์เฉพาะตัวของชุมชนได้อย่างยั่งยืนต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติไปเสริมศักยภาพการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาห์ จังหวัดสุรินทร์

2.2 เพื่อออกแบบกิจกรรมทางเลือกต้นแบบที่ใช้เทคโนโลยีมาขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติเพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาห์ จังหวัดสุรินทร์

2.3 เพื่อประเมินกิจกรรมทางเลือกต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติเพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาห์ จังหวัดสุรินทร์

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่องการใช้เทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาห์ จังหวัดสุรินทร์ คณะผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยและรายละเอียดตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ระยะที่ 1

3.1.1 การศึกษาอัตลักษณ์และคุณค่าทางวัฒนธรรมชุมชน และกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาห์ จังหวัดสุรินทร์ ได้แก่

1) ข้อมูลเกี่ยวกับอัตลักษณ์และคุณค่าทางวัฒนธรรมชุมชนและกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาห์ จังหวัดสุรินทร์ กำหนดผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 43 คน ได้จากการเลือกแบบมีวัตถุประสงค์ ได้แก่ กลุ่มบริการนักท่องเที่ยว จำนวน 5 คน กลุ่มจัดสถานที่ 6 คน กลุ่มอาหารจำนวน 5 คน นักสื่อความหมาย 5 คน กลุ่มฐานผ้าไหม 5 คน กลุ่มฐานวัฒนธรรมการแสดง และนักดนตรี 11 คน กลุ่มภาษาเขมรถิ่นไทย 2 คน เจ้าหน้าที่ประจำร้านขายของที่ระลึก 2 คน ฐานขนมพื้นบ้านอาหารพื้นเมือง 2 คน

2) ข้อมูลฐานกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาห์ จังหวัดสุรินทร์กำหนดผู้ให้ข้อมูลสำคัญเป็นกลุ่มเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นและปราชญ์ชาวบ้าน ซึ่งได้จากการเลือกแบบมีวัตถุประสงค์โดยเป็นบุคคลที่ทราบความเป็นมาและความสำคัญของสถานที่ รวมทั้งกิจกรรมของแหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับการคัดเลือก 7 คน (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544)

3.1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) การสัมภาษณ์เพื่อศึกษาอัตลักษณ์และคุณค่าทางวัฒนธรรมชุมชน บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาห์ จังหวัดสุรินทร์ ด้วยแบบสัมภาษณ์ที่ไม่มีโครงสร้าง ครอบคลุมการศึกษอัตลักษณ์ตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ที่ทำให้ทราบถึงความแตกต่าง 10 กลุ่ม ได้แก่ 1) ระบบการสื่อสารและภาษา 2) ลักษณะท่าทางและการแต่งกาย 3) อาหารและนิสัยการบริโภค 4) เวลาและความสำนึก 5) การตอบแทนและการทักทาย 6) ความสัมพันธ์ 7) ค่านิยมและบรรทัดฐาน 8) ความรู้สึกเป็นตัวของตัวเองและระยะห่าง 9) การพัฒนาด้านจิตใจและการเรียนรู้ 10) ความเชื่อและทัศนคติ

2) การจัดเวทีประชาคมเพื่อออกแบบกิจกรรมทางเลือกที่ใช้ต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติเพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ โดยพิจารณาจากความพร้อมของแหล่งท่องเที่ยว/กิจกรรมการท่องเที่ยว โดยพิจารณาว่ากิจกรรมการท่องเที่ยวสะท้อนอัตลักษณ์และคุณค่าทางวัฒนธรรมชุมชน ในมิติ 1) กิจกรรมทำผ้าปิดย้อมจากสีธรรมชาติ 2) กิจกรรมทำอาหารพื้นถิ่น 3) กิจกรรมหลักสูตรภาษาเขมรถิ่นไทย ที่ร่วมวิจัยกับมหาวิทยาลัยมหิดล และได้บรรจุอยู่ในหลักสูตรการเรียนการสอนของท้องถิ่น 4) กิจกรรมรักษาน้ำบึงดั้งเดิม หรือรำลึกแทนค่าข้าวการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ที่ควรต้องมีให้ครบถ้วนภายในพื้นที่ ได้แก่ 1) จุดท่องเที่ยว (Attraction) 2) กิจกรรม (Activities) 3) การเข้าถึง (Access) 4) สิ่งอำนวยความสะดวก (Amenities และ Accommodation)

3) การสัมภาษณ์รายละเอียดกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ ด้วยแบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง ครอบคลุม 1) ชื่อแหล่งท่องเที่ยว 2) ที่ตั้ง 3) ลักษณะของกิจกรรมการท่องเที่ยว 4) การสะท้อนอัตลักษณ์ 5) โอกาสการมีส่วนร่วมหรือร่วมสร้างของนักท่องเที่ยว และ 6) แนวทางการสร้างความผูกพันหรือความประทับใจ

3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

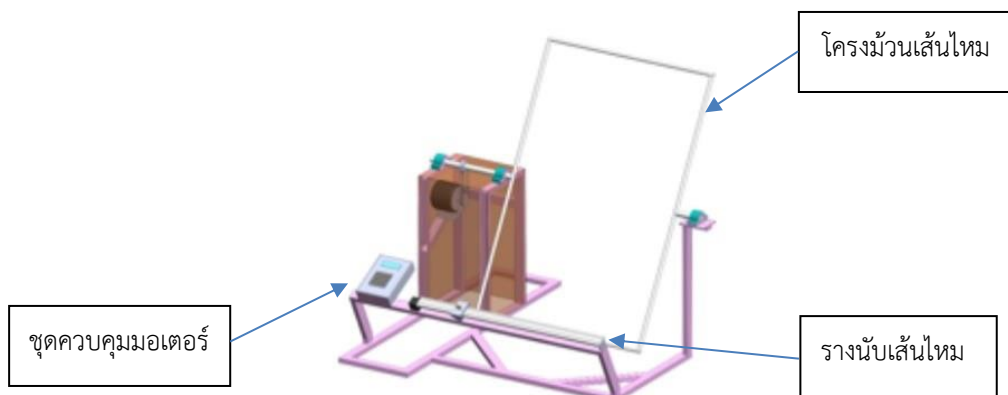
1) การวิเคราะห์ข้อมูลศึกษาอัตลักษณ์และคุณค่าทางวัฒนธรรมชุมชน บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ ใช้การวิเคราะห์อุปนัยและนำเสนอตามวิธีเรียนรู้ที่ทำให้ทราบถึงความแตกต่าง

2) การวิเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมทางเลือกที่ใช้ต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติเพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ ด้วยความถี่

3) การวิเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ ใช้การวิเคราะห์อุปนัยและนำเสนอเป็นความเรียง

3.2 ระยะที่ 2

3.2.1 ออกแบบและสร้างต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ รายละเอียดในการออกแบบมีส่วนประกอบหลักได้แก่ โครงสร้างเครื่องทำจากเหล็กฉาก ขนาด 1.5 นิ้ว หนา 5 มิลลิเมตร กว้าง 100 มิลลิเมตร ยาว 90 มิลลิเมตร สูง 90 มิลลิเมตร มีฐานรองชุดต้นกำลัง ไซมอเตอร์ DC ขนาด 250 W 24 V ความเร็วสูงสุด 1300 รอบ/นาที การกินกระแส ≤ 13.7 A ส่งกำลังไปยังเฟลาขับโครงม้วนเส้นไหม และมีความแม่นยำในการนับจำนวนเส้นไหมเข้าลำเพื่อมัดหมีจำนวนเส้นไหมต่อลำตามลายมัดหมีได้จำนวน 25 ลำ จำนวนรอบไหม 25 รอบ และจำนวนเส้น 100 เส้นต่อลำ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ

3.2.2 การประเมินประสิทธิภาพ วิธีการประเมินประสิทธิภาพต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ มีเป้าหมายเพื่อศึกษาอัตราการการทำงานที่ดีที่สุด ตั้งแต่ความเร็วรอบในการทำงานของมอเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กับเพลาคัปโงและมอเตอร์รางนับรอบเส้นไหม ใช้พลังงานและอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องต้นแบบ โดยใช้ตารางบันทึกผล เป็นเครื่องมือบันทึกผลและเก็บข้อมูลในการใช้ขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติเพื่อมัดหมี่ เพื่อการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการดำเนินงานการเปรียบเทียบของเวลา โดยนำสัดส่วนของเวลาก่อนการพัฒนาเปรียบเทียบกับสัดส่วนของเวลาหลังพัฒนา

3.2.3 การบูรณาการ การใช้เทคโนโลยีต้นแบบเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ ผลงานวิจัยร่วมกับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต ภายใต้รายวิชาโครงการปัญหาพิเศษ ใช้เป็นเทคโนโลยีเพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์กอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์

3.2.4 วิธีการถ่ายทอดต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ

พื้นที่ดำเนินการ ได้เลือกพื้นที่ในถ่ายทอดเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ กลุ่มสตรีผ้าไหมและหมู่บ้านท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์บ้านโพธิ์กอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 50 คน

การบูรณาการทำงานร่วมกับหน่วยงานในพื้นที่ เช่นองค์การบริหารส่วนตำบล นักพัฒนาชุมชน ผู้ใหญ่บ้าน ประธานเครือข่ายประสานกลุ่มอาชีพต่าง ๆ ในชุมชน ร่วมวางแผนประสานงานร่วมกันขอความร่วมมือในพื้นที่จัดประชุมประเมินความรู้ด้านเทคโนโลยีของชาวบ้าน และหารื้อหาแนวทางถ่ายทอดองค์ความรู้กำหนดขั้นตอนและระยะเวลาการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ขั้นตอนการวางแผน ทบทวนหน่วยเรียนรู้และวัตถุประสงค์ ในการจัดทำร่างคู่มือการจัดการความรู้และถ่ายทอดต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ ดังนี้

- จุดมุ่งหมายของการพัฒนาเทคโนโลยี
- ประโยชน์ของการพัฒนาเทคโนโลยี
- ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี
- หลักการการออกแบบต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ
- ส่วนประกอบที่สำคัญของต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ
- ขั้นตอนการใช้งาน/บำรุงรักษา
- ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ

การประเมินผลกรายอมรับเทคโนโลยี

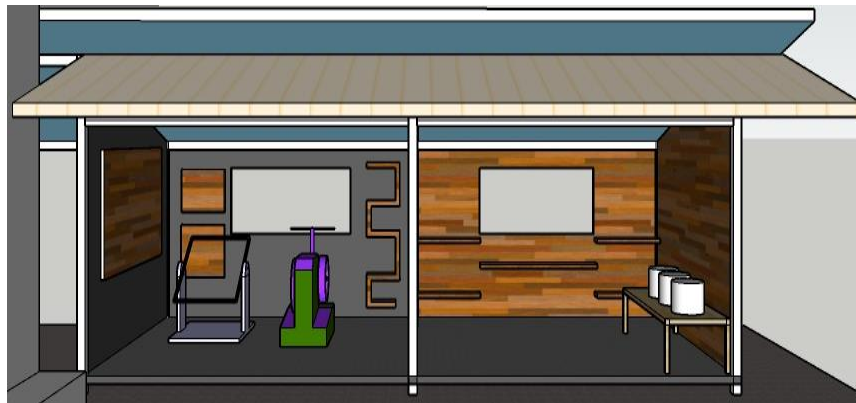
ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ ทำการประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีของกลุ่มสตรีผ้าไหมและหมู่บ้านท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์บ้านโพธิ์กอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ ที่มีต่อต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ ว่ามีความรู้ความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการตอบแบบประเมินความรู้ความเข้าใจ อยู่ในระดับมาก คือ 3.50 ขึ้นไป จะถือว่าการถ่ายทอดการใช้เทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพ โดยวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean : $\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นตามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ใช้วิธีการอิงเกณฑ์

3.3 ระยะที่ 3

การใช้ต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติเสริมศักยภาพฐานกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์กอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์

3.3.1 วิธีดำเนินการ

ประสานงานองค์การบริหารส่วนตำบล นักพัฒนาชุมชน ผู้ใหญ่บ้าน ประธานเครือข่ายประชาชนกลุ่มอาชีพต่าง ๆ ในชุมชน ร่วมวางแผนประสานงานร่วมกันขอความร่วมมือในพื้นที่ หาหรือหาแนวทางในการกำหนดสถานที่เสริมฐานกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ โดยใช้ต้นแบบเทคโนโลยีชิ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ บูรณาการณเพื่อกำหนดรูปแบบฐานกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ ที่จะใช้ในการรับนักท่องเที่ยวในการร่วมทำกิจกรรมท่องเที่ยวที่จะเสริมความแตกต่างและโดดเด่นกิจกรรมการท่องเที่ยวทางเลือกใหม่ที่สามารถเลือกทำกิจกรรมทั้งแบบภูมิปัญญาท้องถิ่นและแบบเทคโนโลยีสร้างสรรค์



ฐานเทคโนโลยี

ฐานภูมิปัญญา

รูปที่ 2 รูปแบบฐานกิจกรรมเสริมศักยภาพการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์

3.4 ระยะที่ 4

การประเมินต้นแบบฐานกิจกรรมเสริมศักยภาพการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์

3.4.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินต้นแบบฐานกิจกรรมเสริมศักยภาพการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ โดยใช้แบบประเมินความรู้และทักษะที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ครอบคลุมมิติของคุณลักษณะกิจกรรมเสริมศักยภาพการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ ประเด็นที่ 1) ชื่อแหล่งท่องเที่ยว 2) ที่ตั้ง 3) ลักษณะของกิจกรรมการท่องเที่ยว 4) การสะท้อนอัตลักษณ์ 5) โอกาสการมีส่วนร่วมของนักท่องเที่ยว และ 6) แนวทางการสร้างความผูกพันหรือความประทับใจ มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการตอบแบบประเมินความรู้ความเข้าใจ อยู่ในระดับมาก คือ 3.50 ขึ้นไป จะถือว่าการถ่ายทอดการใช้เทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพ โดยวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean : $\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นตามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ใช้วิธีการอิงเกณฑ์

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลประเมินต้นแบบฐานกิจกรรมเสริมศักยภาพการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ ในมิติของชื่อแหล่งท่องเที่ยว ที่ตั้ง ลักษณะของกิจกรรมการท่องเที่ยว การสะท้อนอัตลักษณ์ โอกาสการมีส่วนร่วมของนักท่องเที่ยว และ แนวทางการสร้างความผูกพันหรือความประทับใจ ใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2567

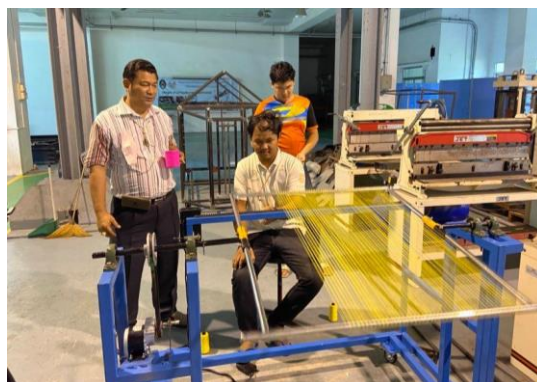


รูปที่ 3 ฐานกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์

4.2 ผลการดำเนินการวิจัย ระยะที่ 2

4.2.1 ผลการออกแบบและสร้างต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ รายละเอียดในการออกแบบมีส่วนประกอบหลักได้แก่ โครงสร้างเครื่องทำจากเหล็กฉาก ขนาด 1.5 นิ้วหนา 5 มิลลิเมตร กว้าง 100 มิลลิเมตร ยาว 90 มิลลิเมตร สูง 90 มิลลิเมตร มีฐานรองชุดต้นกำลังใช้มอเตอร์ DC ขนาด 250 W 24 V ความเร็วสูงสุด 1300 รอบ/นาที การกินกระแส ≤ 13.7 A ส่งกำลังไปยังเฟลาขับโซ่งและมีความแม่นยำในการนับจำนวนเส้นไหมเข้าลำเพื่อมัดหมี่จำนวนเส้นไหมต่อลำตามลายมัดหมี่ได้จำนวน 25 ลำ จำนวนรอบไหม 25 รอบ และจำนวนเส้น 100 เส้นต่อลำ

4.2.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพเทคโนโลยีต้นแบบเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติเพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ พบว่า โครงสร้างเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในการหมุนโครงม้วนเส้นไหมทำให้ความเร็วคงที่สม่ำเสมอและต่อเนื่อง ประสิทธิภาพระบบควบคุมความเร็วที่เหมาะสมในการขึ้นลำมัดย้อมเส้นไหม จำนวนการขึ้นลำ 25 ลำ ใช้ความเร็วรอบของโครงม้วนเส้นไหม ที่ 80 รอบต่อนาที พบว่า ความเร็วมอเตอร์เฉลี่ยที่ 164 รอบต่อนาที เวลาที่ใช้ 1.56 นาที สามารถขึ้นลำย้อมเส้นไหมได้ตั้งสม่ำเสมอโดยที่เส้นไหมไม่ขาด ซึ่งเป็นความเร็วรอบ และเวลาที่เหมาะสมของระบบควบคุมความเร็วเพื่อการขึ้นลำมัดย้อมเส้นไหมเมื่อนำเวลา ก่อนการพัฒนาเปรียบเทียบกับสัดส่วนของเวลาหลังพัฒนา ผลต่างสัดส่วนของเวลาที่ลดลงร้อยละ 87.2



รูปที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพเทคโนโลยีต้นแบบเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ

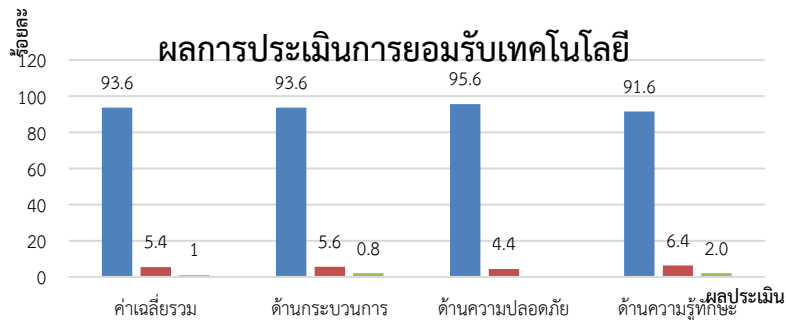
4.2.3 ผลการบูรณาการใช้เทคโนโลยีต้นแบบเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ จากผลงานวิจัยร่วมกับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต ภายใต้รายวิชาโครงการปัญหาพิเศษ เพื่อใช้เป็นเทคโนโลยีเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ และถ่ายทอดเทคโนโลยีต้นแบบเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ เมื่อชุมชนใช้งานได้แล้วดำเนินการส่งมอบให้ใช้ประโยชน์เป็นส่วนหนึ่งของฐานกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ ต่อไป



รูปที่ 5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีต้นแบบเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ

4.2.4 ผลการประเมินผลการยอมรับเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ ทำการประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีของกลุ่มสตรีผ้าไหมและหมู่บ้านท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ ที่มีต่อต้านแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ ว่ามีความรู้ความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จำนวน 50 คน

ผลการประเมินผลการยอมรับเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติพบว่า ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมยอมรับเทคโนโลยี โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 93.6 ลำดับต่อมา อยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 5.4 และลำดับต่อมาอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 1 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาภาพรวมรายด้าน พบว่า (ด้านกระบวนการ ขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยีในการอบรม) มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 93.6 ลำดับต่อมาอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 5.6 ลำดับต่อมาอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 0.8 (ด้านความสะดวกและความปลอดภัย) มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 95.6 ลำดับต่อมาอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 4.4 (ด้านความรู้และทักษะการใช้เทคโนโลยี) มีค่าเฉลี่ยรวม อยู่ในระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 91.6 ลำดับต่อมาอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 6.4 ลำดับต่อมาอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 2.0 ตามลำดับ ซึ่งสามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้



รูปที่ 6 ผลการประเมินการยอมรับเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ

4.3 ผลการดำเนินการวิจัย ระยะที่ 3

ผลการใช้ต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติเสริมศักยภาพฐานกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบางบาล จังหวัดสุรินทร์

ผลสรุปการหารือแนวทางการเสริมฐานกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์และการใช้ต้นแบบเทคโนโลยีขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติเสริมศักยภาพฐานกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบางบาล จังหวัดสุรินทร์ ได้ข้อสรุปในการออกแบบรูปแบบฐานกิจกรรมการท่องเที่ยว ออกแบบเป็นฐานเทคโนโลยี กับ ฐานภูมิปัญญา เพื่อเป็นทางเลือกและเพิ่มฐานกิจกรรมท่องเที่ยวให้กับนักท่องเที่ยว



รูปที่ 7 ทหารเรือแนวทางการเสริมฐานกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์

4.4 ผลการดำเนินการวิจัย ระยะที่ 4

ผลการประเมินต้นแบบฐานกิจกรรมเสริมศักยภาพการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบางบาล จังหวัดสุรินทร์ ผลความคิดเห็นของชุมชน ที่มีต่อ ต้นแบบฐานกิจกรรมเสริมศักยภาพการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ กรณีภาพรวมรายด้าน (N = 50) โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (= 4.52, S.D. = 0.40) เมื่อพิจารณาจำแนกเป็นรายด้าน พบว่า ความคิดเห็นของชุมชนที่มีต่อ ต้นแบบฐานกิจกรรมเสริมศักยภาพการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบางบาล จังหวัดสุรินทร์ อยู่ในระดับมากที่สุด 3 ด้าน และอยู่ในระดับมาก 2 ด้าน โดยเรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 1) ด้านชื่อแหล่งท่องเที่ยวและที่ตั้ง (= 4.67, S.D. = 0.47) 2) ด้านแนวทางการสร้างความผูกพันหรือความประทับใจ (= 4.55, S.D. = 0.35)

3) ด้านลักษณะของกิจกรรมการท่องเที่ยว (= 4.51, S.D. = 0.35) 4) ด้านโอกาสการมีส่วนร่วมของนักท่องเที่ยว (= 4.9, S.D. = 0.32) 5) ด้านการสะท้อนอัตลักษณ์ (= 4.40, S.D. = 0.49)



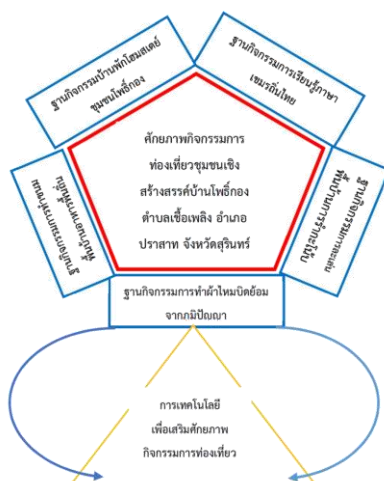
ฐานเทคโนโลยี

ฐานภูมิปัญญา

รูปที่ 8 ต้นแบบฐานกิจกรรมเสริมศักยภาพการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์



รูปที่ 9 ต้นแบบฐานกิจกรรมเสริมศักยภาพการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์



รูปที่ 10 ผลการวิเคราะห์ต้นแบบเทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์

จากรูปที่ 10 ผลการวิเคราะห์ต้นแบบเทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์

ส่วนที่ 1 ห้าเหลี่ยม หมายถึง ศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์

ส่วนที่ 2 สี่เหลี่ยมห้ากรอบ หมายถึง เอกลักษณ์ประจำท้องถิ่นมาเป็นฐานกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ ประกอบไปด้วย 1) ฐานกิจกรรมการทำผ้าไหมบิตย้อมจากภูมิปัญญา 2) ฐานกิจกรรมการทำขนมพื้นบ้านอาหารพื้นถิ่น 3) ฐานกิจกรรมชมและร่วมการเล่นพื้นบ้านการรำกะโน้บตึงตึง 4) ฐานกิจกรรมการเรียนรู้ภาษาเขมรถิ่นไทย และ 5) ฐานกิจกรรมบ้านพักโฮมสเตย์ชุมชนโพธิ์ทอง

ส่วนที่ 3 สามเหลี่ยม หมายถึง ต้นแบบเทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์

5. อภิปรายผลและสรุปผล

การเสริมฐานกิจกรรมการท่องเที่ยวเพื่อเพิ่มความน่าสนใจและเพิ่มช่องทางเลือกให้กับนักท่องเที่ยวให้ชุมชนมีรายได้เพิ่มขึ้นจากกิจกรรมการท่องเที่ยวโดยใช้เทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถสรุปเป็นต้นแบบกิจกรรมการท่องเที่ยวโดยใช้เทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ได้ ส่วนประกอบดังนี้ส่วนที่ 1 ห้าเหลี่ยม หมายถึง ศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ส่วนที่ 2 สี่เหลี่ยมห้ากรอบ หมายถึง เอกลักษณ์ประจำท้องถิ่นมาเป็นฐานกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ ประกอบไปด้วย 1) ฐานกิจกรรมการทำผ้าไหมบิตย้อมจากภูมิปัญญา 2) ฐานกิจกรรมการทำขนมพื้นบ้านอาหารพื้นถิ่น 3) ฐานกิจกรรมชมและร่วมการเล่นพื้นบ้านการรำกะโน้บตึงตึง 4) ฐานกิจกรรมการเรียนรู้ภาษาเขมรถิ่นไทย และ 5) ฐานกิจกรรมบ้านพักโฮมสเตย์ชุมชนโพธิ์ทองส่วนที่ 3 สามเหลี่ยม หมายถึง ต้นแบบเทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตติยา เหนืออำนาจและคณะ (2562) ตัวแบบการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนเชิงสร้างสรรค์ในจังหวัดนครสวรรค์ หมายถึง ความจริงแท้อันเป็นคุณค่าทางการท่องเที่ยวของชุมชน ที่เปิดโอกาสให้นักท่องเที่ยว ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อทำความเข้าใจในคุณค่าทางสังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมของพื้นที่ ท่องเที่ยวอย่างลึกซึ้งโดยผ่านประสบการณ์ตรงร่วมกับเจ้าของพื้นที่หรือเจ้าของวัฒนธรรม อันเป็นการสร้าง คุณค่าและมูลค่าจากการท่องเที่ยวในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ให้มีความยั่งยืน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 แปดเหลี่ยม คือ การจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนเชิงสร้างสรรค์ในจังหวัดนครสวรรค์ มีองค์ประกอบ 8 ด้าน เป็นมรรค 8 อันจะนำไปสู่กระบวนการจัดการท่องเที่ยวที่เป็นรูปธรรม ส่วนที่ 2 ห้าเหลี่ยม คือ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนเชิงสร้างสรรค์ 5 กลุ่มคน ประกอบด้วย 1) ชุมชน คือ เจ้าของบ้าน ผู้จัดการ และผู้ปกป้องทุนของชุมชน มรดกทางธรรมชาติ วิถีชีวิต และ วัฒนธรรมที่การท่องเที่ยวไม่สามารถทำลายได้ 2) เครือข่าย/ผู้ประกอบการ คือ ผู้ส่งเสริมบริการท่องเที่ยวที่บริหารจัดการโดยชุมชนท้องถิ่น และ สรรหาตลาดนักท่องเที่ยวที่เหมาะสมให้กับกิจกรรมท่องเที่ยวชุมชน 3) ภาครัฐ คือ ผู้ส่งเสริม ประสาน และสนับสนุนเพื่อเชื่อมโยงโอกาส และเสริมสร้างศักยภาพ ให้ชุมชนสามารถได้รับประโยชน์จากการท่องเที่ยว 4) นักท่องเที่ยว คือ ผู้อุดหนุนบริการท่องเที่ยวที่บริหารจัดการโดยชุมชนท้องถิ่น 5) สื่อมวลชน คือ ผู้ให้ ข้อมูลเพื่อสร้างความตระหนักรู้ให้แก่สาธารณชนมีความเข้าใจทางเลือกของ การท่องเที่ยวที่เป็นประโยชน์ต่อชุมชนท้องถิ่น

6. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์

1. ควรมีการศึกษารูปแบบการประชาสัมพันธ์กับชุมชนในทุกด้านทุกสื่อช่องทางเพื่อเพิ่มโอกาสการเข้าถึงของนักท่องเที่ยว

2. ควรมีการวิจัยการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนเชิงสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาเป็นชุมชนท่องเที่ยวเสริมฐานโดยใช้เทคโนโลยีมาช่วยเสริมฐานท่องเที่ยวในชุมชนเพื่อให้ทราบถึง ศักยภาพของชุมชน หรือขีดความสามารถในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวโดยชุมชนเชิงสร้างสรรค์

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การใช้เทคโนโลยีเครื่องขึ้นลำเส้นไหมแบบนับเส้นอัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพกิจกรรมการท่องเที่ยวชุมชนเชิงสร้างสรรค์ บ้านโพธิ์ทอง ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดทำสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และความร่วมมือให้คำชี้แนะข้อมูลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านโพธิ์ทอง หมู่ 3 ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ โดยเฉพาะ นางบุญจันทร์ จำนงเพียรเป็นประธานกลุ่ม และแม่บ้านเกษตรกรบ้านโพธิ์ทอง หมู่ 3 ตำบลเชื้อเพลิง อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ทุกท่านที่ให้ความสะดวกในเรื่องสถานที่อบรมและประสานงานกับชุมชนให้เป็นอย่างดี คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2544). *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏพระนคร.

รัตติยา เหนืออำนาจและคณะ. (2562). *การพัฒนาตัวแบบการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนเชิงสร้างสรรค์*

ในจังหวัดนครสวรรค์. มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.

สุดแดน วิสุทธิลักษณ์. (2558). *องค์ความรู้ว่าด้วยการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์: คู่มือและแนวทาง*

ปฏิบัติ. องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน องค์การมหาชน:

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

การประยุกต์ใช้ระบบตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์และการตรวจรับรองมาตรฐาน เกษตรอินทรีย์พีจีเอสในการพัฒนาโซ่คุณค่าของกลุ่มเครือข่ายเกษตรอินทรีย์ จังหวัดอุบลราชธานี

พชร วารินสิทธิกุล^{1*} ปติวรดา ล้อมลาย² จริญญา พันธ³

คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี^{1,2}

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี³

อีเมล : pachara.w@ubu.ac.th^{1*}

วันที่รับบทความ 16 สิงหาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 15 ตุลาคม 2567

วันตอบรับบทความ 24 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ระบบตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์และการตรวจรับรองมาตรฐานอย่างมีส่วนร่วมของเกษตรกรด้วยระบบคิวอาร์โค้ด (ระบบ QR PGS) ในการพัฒนาโซ่คุณค่าที่เหมาะสมของเกษตรอินทรีย์มาตรฐานพีจีเอส จังหวัดอุบลราชธานี โดยวิธีดำเนินการวิจัยใช้วิธีวิจัยแบบผสมผสาน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยเกษตรกรสมาชิกเครือข่ายเกษตรอินทรีย์มาตรฐานพีจีเอส จำนวน 5 ราย และคณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐาน 5 ราย การเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านวิธีการการสนทนากลุ่มและการสังเกตการณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis) และการวิเคราะห์เนื้อหา ซึ่งงานวิจัยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการของเครือข่ายเกษตรอินทรีย์ 2) อบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบ QR PGS ให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งเกษตรกรและคณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐาน 3) ประยุกต์ใช้ระบบกับการทำงานในการทำงานจริง เช่น การตรวจแปลง และ 4) ประเมินความพึงพอใจต่อการประยุกต์ใช้ระบบ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า เครือข่ายเกษตรอินทรีย์มาตรฐานพีจีเอส ประสบปัญหาการบริหารจัดการที่ขาดประสิทธิภาพและการขาดความเชื่อมั่นของผู้บริโภค การประยุกต์ใช้ระบบ QR PGS ช่วยให้เกษตรกรและคณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐานจัดการข้อมูลจำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้เกษตรกรเข้าถึงข้อมูลความต้องการของผู้บริโภคเพื่อวางแผนการผลิต ลดระยะเวลาในการตรวจประเมินแปลงเกษตรกรเฉลี่ยจาก 1-3 วัน เหลือเพียง 3-6 ชั่วโมง และช่วยลดต้นทุนในการตรวจรับรองมาตรฐาน ซึ่งการที่ระบบสามารถช่วยเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกระดับเป็นการช่วยพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าที่เหมาะสมให้แก่เครือข่ายเกษตรอินทรีย์มาตรฐานพีจีเอส ผลการประยุกต์ใช้ทำให้เกษตรกรและคณะกรรมการตรวจรับรองมีความพึงพอใจต่อระบบในระดับสูง และเห็นวาระระบบนี้สามารถใช้เป็นมาตรฐานการรับรอง PGS ให้แก่เครือข่ายได้ในอนาคต โดยองค์ความรู้และแนวปฏิบัติที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ในการยกระดับระบบ PGS ไปสู่การพัฒนาเกษตรอินทรีย์ที่ยั่งยืนในประเทศไทย

คำสำคัญ : เกษตรอินทรีย์ ระบบการรับรองแบบมีส่วนร่วม ระบบตรวจสอบย้อนกลับ ระบบคิวอาร์โค้ด โซ่คุณค่า



Application of Product Traceability and PGS Organic Standards Auditing System for Developing of Organic Farmers Network Value Chain in Ubon Ratchathani

Pachara Warinsitdhikul^{1*}, Padivarada Lomlai², Jariya Pantha³

Faculty of Management Science, Ubon Ratchathani University^{1*,2}

Faculty of Industrial Technology, Ubonratchathani Rajabhat University³

E – mail : pachara.w@ubu.ac.th^{1*}

Received 16 August 2024

Revised 15 October 2024

Accepted 24 October 2024

Abstract

This research focused on using a product traceability and participatory guarantee system with QR codes (QR PGS system) to enhance the value chain for PGS organic agriculture in Ubon Ratchathani Province. A mixed-methods approach was employed, involving five farmers from the PGS organic agriculture network and five certification committee members. The research followed four main stages: 1) identifying network problems and needs; 2) providing technology transfer training for the QR PGS system; 3) implementing the QR PGS system; and 4) evaluating user satisfaction. Data were collected through focus group discussions and observations, then analyzed using gap analysis and content analysis. The results showed that the PGS organic agriculture network struggled with inefficient management and a lack of consumer confidence. The QR PGS system helped farmers and certification committees manage large amounts of data more efficiently, gave farmers access to consumer demand information for better production planning, reduced inspection time from 1-3 days to just 3-6 hours, and lowered certification costs. The system helped develop a better value chain for the PGS organic agriculture network by connecting stakeholders. Both farmers and committee members were highly satisfied with the system and saw it as a potential future standard for PGS certification. The insights and practices in this research can help promote sustainable development in Thailand's organic agriculture sector.

Keywords: organic agriculture, participatory guarantee system, traceability system, QR code technology, value chain

1. บทนำ

ในปัจจุบันพฤติกรรมของผู้บริโภคให้ความสำคัญกับความปลอดภัยและคุณภาพของอาหารมากขึ้น ควบคู่ไปกับการคำนึงถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน ส่งผลให้เกษตรกรอินทรีย์ได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากเป็นระบบการผลิตที่ให้ความสำคัญกับคุณภาพและความปลอดภัยทางอาหารของทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2564) โดยในประเทศไทยนั้นมีพื้นที่เกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้นร้อยละ 4 จากในปี 2564 ที่มีจำนวน 1,348,155 ไร่ เป็น 1,403,441 ไร่ ในปี 2565 และในส่วนของมูลค่าสินค้าเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้นจาก 7,127.63 ล้านบาทในปีก่อนหน้า เป็น 9,169.29 ล้านบาทนับเป็นการเพิ่มขึ้นร้อยละ 27 (กองนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตร. 2566) อย่างไรก็ตามการผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์ให้ประสบความสำเร็จจำเป็นต้องอาศัยการบริหารจัดการโซ่คุณค่า (Value Chain) ที่ประกอบด้วยชุดของกิจกรรมที่เชื่อมโยงกัน ตั้งแต่การจัดหาปัจจัยการผลิต การผลิต การรวบรวม การแปรรูป ไปจนถึงการขายผลิตภัณฑ์ให้กับผู้บริโภค โดยกิจกรรมเหล่านี้ช่วยสร้างหรือเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์หรือบริการ (IFOAM. 2013) ส่วนการจัดการเพื่อพัฒนาโซ่คุณค่าเกษตรอินทรีย์สามารถดำเนินการได้ในหลายมิติ เช่น ด้านการผลิต ดังการศึกษาของ Hussain Thwalib Sherief et al. (2021) ได้ทำแผนภาพโซ่คุณค่าของกล้วยอินทรีย์ที่ได้รับการรับรองภายใต้ระบบการรับรองแบบมีส่วนร่วม (Participatory Guarantee Systems: PGS) ในรัฐเกรละ ประเทศอินเดีย โดยเน้นการทำความเข้าใจผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และกระบวนการหลักที่เกี่ยวข้อง และในด้านการตลาดมีการพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับห่วงโซ่อุปทานโดยใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน เพื่อปรับปรุงการจัดการสินค้า การแบ่งปันข้อมูล และการตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์ในห่วงโซ่อุปทาน (Wang & Chen. 2022) นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาแพลตฟอร์มการตลาดอัจฉริยะเพื่อเชื่อมโยงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียตลอดห่วงโซ่คุณค่า (WWF. 2016) ที่มีกระบวนการเชื่อมโยงกันทั้งหมดตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การแปรรูป การกระจายสินค้า ไปจนถึงการขายสินค้าให้กับผู้บริโภค ที่แต่ละขั้นตอนในห่วงโซ่คุณค่าจะเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าทำให้มูลค่าของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายสูงกว่ามูลค่ารวมของกิจกรรมทั้งหมด (Hussain Thwalib Sherief et al., 2021; Guanqi & Husnain. 2022)

ในส่วนของประเทศไทยมีกระทรวงเกษตรและสหกรณ์เป็นหน่วยงานหลักในการจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเกษตรอินทรีย์ พ.ศ. 2566-2570 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2564) เพื่อเป็นกรอบในการขับเคลื่อนการพัฒนาเกษตรอินทรีย์ของประเทศ ที่สำคัญคือการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ การรับรองโดยบุคคลที่สามผ่านสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) แต่รูปแบบนี้มีข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่ายที่สูงและขั้นตอนซับซ้อน และอีกรูปแบบคือการรับรองแบบมีส่วนร่วม (Participatory Guarantee Systems: PGS) โดยชุมชนหรือกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งเป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรรายย่อย โดยระบบ PGS เป็นระบบการรับรองเกษตรอินทรีย์โดยชุมชนตามหลักการและมาตรฐานเกษตรอินทรีย์สากล ด้วยการมีส่วนร่วมอย่างเข้มแข็งและต่อเนื่องของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของชุมชน ภายใต้การสร้างพื้นฐานความไว้วางใจซึ่งกันและกัน การเป็นเครือข่ายทางสังคม และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันเป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นและมีค่าใช้จ่ายต่ำอีกด้วย (May et al., 2019; Chaparro-Africano & Páramo. 2022) นอกจากช่วยสร้างการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และองค์กรท้องถิ่น ในการตรวจสอบและกำหนดเกณฑ์ต่าง ๆ ร่วมกัน อันนำไปสู่ความโปร่งใสและความน่าเชื่อถือแล้วยังมีส่วนช่วยส่งเสริมการจ้างงานและการเติบโตทางเศรษฐกิจภายในชุมชน เกิดเศรษฐกิจหมุนเวียน ลดการใช้พลังงานในการขนส่งอาหารและปัจจัยการผลิตอีกด้วย (Hussain Thwalib Sherief et al., 2021; WWF, 2016; Schleifer & Sun. 2019)

โดยรวมแล้วระบบ PGS เน้นการแลกเปลี่ยนความรู้และการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ที่ช่วยให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในด้านการปฏิบัติทางการเกษตรและการสร้างความสามารถ (International Trade Centre (ITC). 2015) อย่างไรก็ตาม การรับรองมาตรฐานที่นอกจากจะเป็นระบบที่สร้างความมั่นใจด้านความปลอดภัยของอาหารจากผลิตภัณฑ์อินทรีย์อยู่แล้ว แต่ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยี QR Code หรือ Quick



Response Code ที่เริ่มแรกถูกคิดค้นและพัฒนาขึ้นในประเทศญี่ปุ่นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการระบุข้อมูลของชิ้นส่วนรถยนต์ในอุตสาหกรรมยานยนต์ (Sukcharoenpong & Thammasiri, 2018) มาประยุกต์ใช้ในการติดตามและตรวจสอบย้อนกลับเพื่อตรวจสอบข้อมูลสินค้าทางการเกษตร แสดงแหล่งที่มาและกระบวนการผลิตต่าง ๆ ให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงข้อมูลและแก้ไขปัญหากรณีสินค้ามีปัญหา (สมพล สุขเจริญพงษ์ และ เดช ธรรมศิริ, 2561; ชัชพล ขาวจันทร์ และคณะ, 2563) เข้ามาใช้ร่วมกับระบบ PGS จึงเป็นการนำเอาจุดแข็งของทั้งสองระบบมารวมกันเพื่อสร้างระบบการรับรองและตรวจสอบย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น จนมีบทบาทสำคัญในการจัดการเพื่อลดความเสี่ยงจากการปนเปื้อน ปลอมปนคุณภาพ และความไม่แน่นอนของผลผลิตตลอดห่วงโซ่คุณค่าผ่านการใช้โปรแกรมที่อิงกับหลักการควบคุมความปลอดภัยอาหารตลอดห่วงโซ่การผลิต (HACCP) และการตรวจสอบย้อนกลับเพื่อระบุและควบคุมความเสี่ยง (Aung & Chang, 2014; Cuéllar-Padilla et al., 2022; Sukcharoenpong & Thammasiri, 2018; Schleifer & Sun, 2019; Sukcharoenpong et al. 2022) สองระบบนี้เมื่อรวมกันเรียกว่า ระบบตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์และการตรวจรับรองมาตรฐานอย่างมีส่วนร่วมของเกษตรกรด้วยระบบคิวอาร์โค้ด (ระบบ QR PGS) ซึ่งเป็นที่ยอมรับในการช่วยแก้ปัญหาและพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าของสินค้าเกษตรทั่วไปและเกษตรกรอินทรีย์ ช่วยให้เกิดความโปร่งใสในกระบวนการผลิตและการสร้างความเชื่อมั่นให้ผู้บริโภค เกษตรกรสามารถบันทึกข้อมูลการผลิตได้อย่างเป็นระบบรวมถึงสามารถเข้าถึงตลาดผู้บริโภคได้มากขึ้น ในส่วนคณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐานก็สามารถตรวจสอบกระบวนการผลิตได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น (Aung & Chang, 2014; Sukcharoenpong & Thammasiri, 2018, 2022; Tarjan et al. 2014) ในภาพรวมของประเทศศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย (2562) มองว่าระบบตรวจสอบย้อนกลับจะมีบทบาทสำคัญในการสร้างความน่าเชื่อถือและช่วยขยายโอกาสทางการตลาดสินค้าออร์แกนิกของไทยภายในระยะ 10 ปีข้างหน้า

จังหวัดอุบลราชธานี เป็นจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีความตื่นตัวในเรื่องเกษตรกรอินทรีย์ และมีการขับเคลื่อนระบบ PGS ภายใต้งานเกษตรอินทรีย์มาตรฐานพีจีเอส เพื่อรับรองผลผลิตเกษตรกรอินทรีย์ของเกษตรกรในจังหวัดให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งจังหวัด โดยมีหลายหน่วยงานทั้งองค์กรของรัฐและองค์กรเอกชนมีเครือข่ายกระจายอยู่ในอำเภอต่าง ๆ รวมทั้งสิ้น 8 พื้นที่และมีเกษตรกรผู้ผลิตพืชผักอินทรีย์ในเครือข่ายได้รับการรับรองมาตรฐาน PGS กว่า 75 ราย เกษตรอินทรีย์มาตรฐานพีจีเอสมีเป้าหมายสำคัญคือ ลดปัญหาการดำเนินงานรับรองมาตรฐานที่ซ้ำซ้อน และลดความสับสนของเกษตรกรอินทรีย์ที่แต่ละกลุ่มมีศักยภาพในระดับที่แตกต่างกันทั้งในมิติของการบริหารจัดการ การผลิต การตลาด และอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจสภาพปัญหาของเครือข่ายกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์มาตรฐานพีจีเอสในจังหวัดอุบลราชธานี พบประเด็นปัญหาการดำเนินการงานของเครือข่ายที่สำคัญคือ 1) ขาดระบบสนับสนุนในเรื่องการบริหารจัดการการผลิตและการดำเนินงานของกลุ่มเกษตรกร 2) ผลผลิตไม่หลากหลาย บางชนิดล้นตลาด บางชนิดผลิตไม่พอต่อความต้องการของตลาดเพราะขาดการวางแผนการผลิตในรูปแบบกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ 3) ขาดระบบการเก็บข้อมูลที่เป็นมาตรฐานเดียวกันที่ไม่ซับซ้อน 4) ขาดระบบการตรวจสอบย้อนกลับสินค้าที่ทำให้ผู้บริโภคมั่นใจในความปลอดภัยของสินค้าและเข้าถึงข้อมูลสินค้าได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังพบประเด็นปัญหาของคณะทำงานตรวจรับรองมาตรฐาน PGS ที่สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาในการดำเนินงานตรวจรับรองที่ใช้เวลานานเนื่องจากไม่มีระบบฐานข้อมูลของเกษตรกรแต่ละราย และขาดระบบที่ช่วยวางแผนการดำเนินงานของคณะทำงานและภาคีเครือข่ายทำให้ห่วงโซ่คุณค่าสินค้าเกษตรอินทรีย์ขาดความสมบูรณ์

ด้วยเหตุปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยเห็นแนวทางการลดปัญหาดังกล่าวให้แก่เครือข่ายเกษตรกรอินทรีย์มาตรฐานพีจีเอสและช่วยพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าสินค้าที่เหมาะสมให้แก่เกษตรกรมาตรฐานพีจีเอส จังหวัดอุบลราชธานี คือควรรนำระบบ QR Code มาร่วมประยุกต์ใช้กับระบบ PGS รวมเป็นระบบ QR PGS มาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยเฉพาะให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์ไปพร้อมกับการตรวจรับรองมาตรฐานระบบ PGS แก่เกษตรกรในเครือข่าย เนื่องจากผลการศึกษาประโยชน์ของการนำระบบ QR Code มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานขององค์กรพบว่าสามารถช่วยในการลดระยะเวลา ลดต้นทุน ลดความผิดพลาด เพิ่มความสะดวกสบาย

เพิ่มโอกาสด้านการขาย และเพิ่มความน่าเชื่อถือได้ (อภิชล ทองมั่ง กำเนิดว่า และ เสาวลักษณ์ ยกฉวี. 2563) และระบบคิวอาร์โค้ดเองก็ถูกผลักดันโดยสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ในการเชื่อมโยงข้อมูลสินค้าเกษตรตั้งแต่แหล่งผลิตไปยังผู้บริโภค จึงนับว่าการใช้คิวอาร์โค้ดนั้นเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและมีความสะดวกในการใช้งานและการเข้าถึง สำหรับในงานวิจัยนี้ ระบบ QR PGS ทำงานบนแพลตฟอร์มออนไลน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ประกอบกับในปัจจุบันยังขาดงานวิจัยเชิงประจักษ์เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการตรวจสอบย้อนกลับด้วย QR Code กับระบบ PGS สำหรับลดค่าใช้จ่ายและช่วยพัฒนาโซ่คุณค่าของเกษตรกรอินทรีย์ ซึ่งผลการวิจัยการประยุกต์ใช้ระบบ QR GPS สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการขับเคลื่อนและผลักดันการรับรองมาตรฐานระบบ PGS ของเครือข่ายเกษตรกรอินทรีย์มาตรฐานพีจีเอส จังหวัดอุบลราชธานี ให้มีประสิทธิภาพและพัฒนาโซ่คุณค่าที่เหมาะสมตลอดจนการที่ระบบนั้นใช้งานง่ายจะช่วยสร้างความคุ้นเคยระบบในวงกว้างจนเป็นนวัตกรรมชุมชน รวมถึงช่วยสร้างองค์ความรู้และสร้างแนวทางปฏิบัติที่เป็นประโยชน์ในการยกระดับระบบ PGS ของไทยให้มีความมีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นอันจะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนของภาคเกษตรกรอินทรีย์ในประเทศไทยต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

เพื่อประยุกต์ใช้ระบบตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์และการตรวจรับรองมาตรฐานอย่างมีส่วนร่วมของเกษตรกรด้วยระบบคิวอาร์โค้ดในการพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าที่เหมาะสมของเกษตรกรอินทรีย์มาตรฐาน PGS จังหวัดอุบลราชธานี

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 1) การศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการของเครือข่ายเกษตรกรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Guarantee Systems: PGS) ในจังหวัดอุบลราชธานี ด้วยการสนทนากลุ่ม 2) การนำระบบ QR PGS ที่ผ่านการพัฒนาและรับรองประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญมาประยุกต์ใช้กับเครือข่ายเกษตรกรอินทรีย์มาตรฐานพีจีเอส จังหวัดอุบลราชธานี 3) การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการนำระบบ QR PGS ให้เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างทดลองประยุกต์ใช้ 4) การประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้งานระบบ QR PGS ด้วยการสนทนากลุ่ม และ 5) การวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

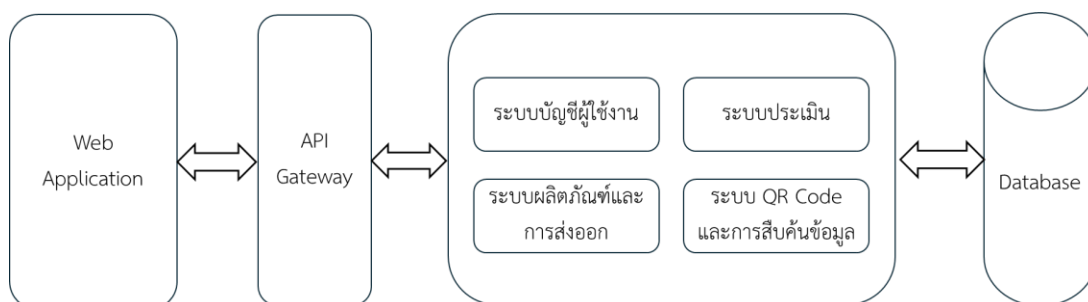
ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายเกษตรกรอินทรีย์มาตรฐานพีจีเอส จังหวัดอุบลราชธานี และคณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐาน PGS จำนวนทั้งสิ้น 120 ราย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายเกษตรกรอินทรีย์มาตรฐาน จำนวน 5 ราย ที่ได้รับการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และตัวแทนคณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐาน PGS 5 ราย โดยกระบวนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง มีการกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือก คือ เป็นเกษตรกรที่สมัครเข้าร่วมโครงการ Young Smart Farmer กับสำนักงานเกษตรจังหวัดอุบลราชธานี มีคุณสมบัติดังนี้ 1) มีอายุระหว่าง 17-45 ปี 2) เป็นเกษตรกรหรือทำเกษตรที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรกับกรมส่งเสริมการเกษตรหรือหน่วยงานของรัฐเรียบร้อยแล้ว เนื่องจากเกษตรกรอินทรีย์พีจีเอสกลุ่มนี้ มีความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นอย่างดี และมีความพร้อมในการประยุกต์ใช้ ระบบ QR PGS ทั้งด้านความรู้และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

3.2 เครื่องมือและคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แนวคำถามสำหรับการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการของเครือข่ายเกษตรกรอินทรีย์มาตรฐาน 2) ระบบ QR PGS ซึ่งทำงานบน

สามฐานข้อมูลหลัก คือ ข้อมูลบันทึกรายละเอียดผู้ตรวจสอบ เกษตรกร และผู้ใช้ ข้อมูลผลการประเมินและการตรวจสอบ และข้อมูลผลิตภัณฑ์และการตรวจสอบ ผ่านเว็บแอปพลิเคชันด้วยบริการของ Application Programming Interface (API) ดังรายละเอียดในรูปที่ 1 ที่ได้รับการพัฒนาโดยคณะผู้วิจัยและผ่านการรับรองประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้วว่าสามารถปฏิบัติงานได้จริง และ 3) แนวคำถามสำหรับการสนทนากลุ่มเพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ประยุกต์ใช้ระบบ QR PGS ที่การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้จากผู้เชี่ยวชาญแล้ว การรับรองประสิทธิภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญแบ่งออกเป็นสองส่วนหลักคือ ส่วนของระบบตรวจสอบย้อนกลับและระบบการตรวจรับรองมาตรฐาน โดยมีรายละเอียดเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพตามมาตรวัดประเมินค่า (Rating Scale) แบบลิเคิร์ตสเกล (Likert Scale) ดังนี้ 1) ความสะดวกในการลงทะเบียนผลิตภัณฑ์(คะแนนประเมิน=4.58) 2) ความถูกต้องในการแสดงข้อมูลผลิตภัณฑ์และฉลากคิวอาร์โค้ด(คะแนนประเมิน=4.73) 3) ความถูกต้องในการแสดงข้อมูลตรวจสอบผลิตภัณฑ์ย้อนกลับ(คะแนนประเมิน=4.67) และส่วนของระบบการตรวจรับรองมาตรฐานมีรายละเอียดเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพดังนี้ 1) การจัดการข้อมูลของเกษตรกร(คะแนนประเมิน=4.55) 2) การตรวจสอบคำขอตรวจรับรองและบันทึกการตรวจรับรองมาตรฐานของคณะกรรมการตรวจรับรอง(คะแนนประเมิน=4.80) 3) การจัดการระบบในภาพรวมของผู้ดูแลระบบ(คะแนนประเมิน=4.51) 4) ความสอดคล้องของกระบวนการตรวจรับรองและฟังก์ชันการใช้งานของระบบ(คะแนนประเมิน=4.88) และมีเกณฑ์ประเมินประสิทธิภาพร่วมกันทั้งสองระบบ ได้แก่ 1) ความเป็นมิตรต่อผู้ใช้งานระบบ(คะแนนประเมินในภาพรวม=4.71) 2) ความสามารถในการขยายขอบเขตฟังก์ชันการใช้งาน(คะแนนประเมิน=4.65) 3) การนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง(คะแนนประเมิน=4.79)



รูปที่ 1 การทำงานของระบบ QR PGS

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการสนทนากลุ่ม โดยเริ่มจากการเก็บข้อมูลสภาพปัญหาและความต้องการของเครือข่ายเกษตรกรอินทรีย์มาตรฐาน จากนั้นทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบ QR PGS ให้เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างทดลองและให้ประยุกต์ใช้เป็นระยะเวลา 3 เดือนและเก็บข้อมูลด้วยการสังเกตและสัมภาษณ์เชิงลึกในขณะประยุกต์ใช้ และเมื่อสิ้นสุดการประยุกต์ใช้ เก็บข้อมูลด้วยการสนทนากลุ่มเพื่อประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างและคณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐาน PGS ทั้งนี้ มีการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ที่เป็นวิธีการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้การตรวจสอบข้อมูลจากหลายแหล่งหรือหลายวิธีการ (Patton, 1999) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ใช้การตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (Methodological Triangulation) ได้แก่ การสนทนากลุ่ม การสังเกต และการสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อยืนยันความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล (Carter et al. 2014)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ภายหลังการรวบรวมข้อมูลแต่ละขั้นตอนวิจัยและตรวจสอบสามเส้า ข้อมูลปัญหาและความต้องการใช้การวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการระบุช่องว่างและความแตกต่างระหว่างสถานการณ์ปัจจุบันขององค์กรและสถานการณ์ที่พึงประสงค์ เพื่อปรับเปลี่ยนสถานการณ์ปัจจุบันให้สอดคล้องความคาดหวังของสังคมมากขึ้นและบรรลุสถานการณ์ที่ต้องการ (Kim & Ji, 2018) ส่วนข้อมูลอื่นทำการแยกกลุ่มเนื้อหาแล้วทำการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) พร้อมสรุปผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

4. ผลการวิจัย

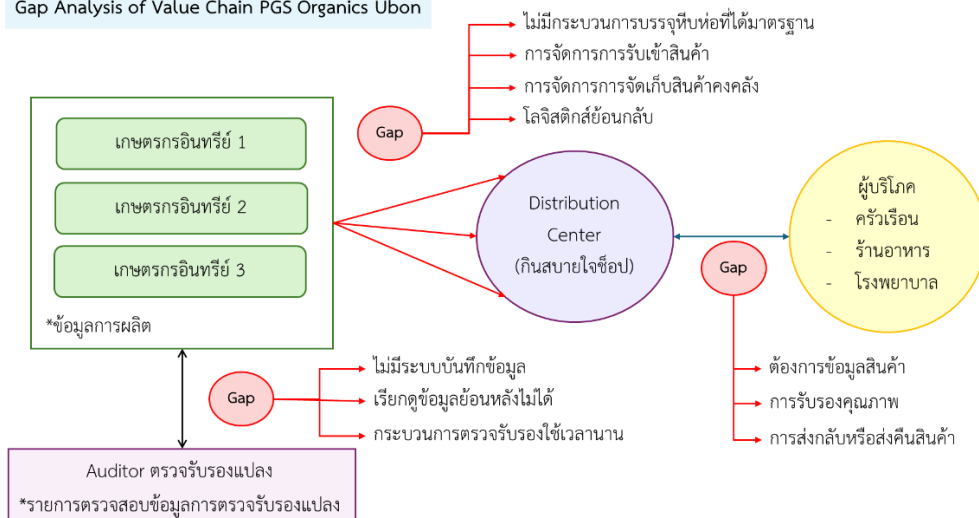
4.1 ปัญหาและความต้องการแก้ไขปัญหของเครือข่าย PGS

ผลจากการทำ GAP analysis พบว่า เครือข่ายเกษตรอินทรีย์มาตรฐานพีจีเอส จังหวัดอุบลราชธานี เผชิญปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าของผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ 2 ประการ ได้แก่ 1) ระบบการบริหารจัดการที่ขาดประสิทธิภาพ คือ มีการผลิตในปริมาณที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด ควบคุมคุณภาพมาตรฐานของผลผลิตไม่ได้ และขาดระบบบันทึกข้อมูลที่เป็นมาตรฐานมีส่วนทำให้กระบวนการรับรองมาตรฐานเป็นไปได้ยาก ใช้เวลานาน และมีต้นทุนสูง 2) ผู้บริโภคขาดความเชื่อมั่นในคุณภาพและความปลอดภัยเนื่องจากไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลสำคัญของผลิตภัณฑ์ได้จนส่งผลกระทบต่อตัดสินใจซื้อ โดย รายละเอียดสภาพปัญหาที่เครือข่ายพบแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งคณะผู้วิจัยเสนอระบบ QR PGS ให้แก่เครือข่ายเกษตรอินทรีย์มาตรฐานนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในกระบวนการรับรองมาตรฐานที่ใช้เวลานาน และมีต้นทุนสูง โดยทำความเข้าใจกับเครือข่ายถึงประโยชน์ของระบบ QR PGS คือ 1) เป็นเครื่องมือให้เกษตรกรรายย่อยบันทึกข้อมูลลงระบบให้ผู้บริโภคสามารถตรวจสอบย้อนกลับ ช่วยลดเวลา ลดต้นทุนการตรวจรับรองมาตรฐาน 2) สร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์แก่ผู้บริโภค และ 3) ช่วยลดความเสี่ยงในด้านการจัดการผลิตพืชผักอินทรีย์ ด้วยประโยชน์ดังกล่าว เครือข่ายเกษตรอินทรีย์มาตรฐานร่วมกันตัดสินใจนำระบบ QR PGS มาประยุกต์ใช้ โดยระยะเริ่มต้นได้ทำการคัดเลือกสมาชิกกลุ่มมาทดลองใช้หากได้ผลดีจะได้ขยายไปสู่สมาชิกเครือข่ายรายอื่น ๆ ให้กว้างขวางต่อไป

4.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบ QR PGS แก่เครือข่าย PGS ก่อนประยุกต์ใช้

ภายหลังการติดตั้งระบบ QR PGS แล้ว คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่กลุ่มตัวอย่างทั้งเกษตรกรและคณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐาน ด้วยการจัดอบรมถ่ายทอดเนื้อหาเกี่ยวกับวิธีการใช้ระบบ QR PGS การนำเข้าข้อมูลผลิตภัณฑ์อินทรีย์ การเชื่อมโยงกับกระบวนการตรวจรับรองมาตรฐาน PGS และให้ร่วมกันฝึกปฏิบัติด้วยการบันทึกและตรวจสอบข้อมูลตามมาตรฐานกำหนด นอกจากนั้นเกษตรกรได้ฝึกการพิมพ์ฉลาก QR code สำหรับติดบนผลิตภัณฑ์ จนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความพร้อมในการประยุกต์ใช้ระบบ

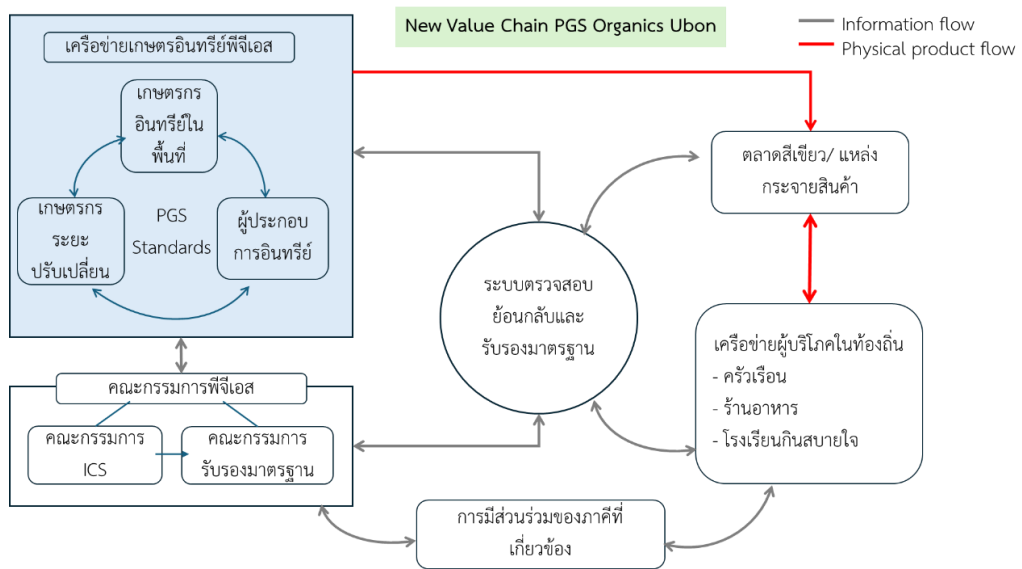
Gap Analysis of Value Chain PGS Organics Ubon



รูปที่ 2 การวิเคราะห์ช่องว่างของห่วงโซ่คุณค่ากลุ่มเครือข่ายเกษตรกรอินทรีย์ PGS จังหวัดอุบลราชธานี

4.3 ผลการประยุกต์ใช้ระบบ QR PGS กับการพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าที่เหมาะสม

ผลการสังเกตการประยุกต์ใช้ระบบ QR PGS พบว่า เกษตรกรสามารถจัดการข้อมูลด้วยการบันทึกลงระบบและติด QR Code บนผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็วทันต่อการนำออกจำหน่ายช่วยให้การเข้าถึงความต้องการของผู้บริโภคและเชื่อมั่นในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ช่วยให้วางแผนการผลิตเกี่ยวกับชนิดและปริมาณของผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ส่วนคณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐานสามารถจัดการข้อมูลจำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดระยะเวลาในการตรวจประเมินแปลงเกษตรกรที่ยื่นขอการรับรองมาตรฐานจากเดิมที่ใช้เวลา 1-3 วัน เหลือ 3-6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่แปลง และจำนวนของประเภทผลผลิตที่ขอการรับรอง และช่วยลดต้นทุนในการดำเนินงาน ส่วนผลการสนทนากลุ่มกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มซึ่งมีฐานะเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียระดับต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ พบว่า การนำระบบ QR PGS มาประยุกต์ใช้กับเครือข่าย PGS ส่งผลให้เกิดการพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าของการเกษตรอินทรีย์อย่างครบวงจร คือ ครอบคลุมขั้นตอนต่าง ๆ คือ คณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐานสามารถจัดการการแจ้งเตือนการตรวจสอบ ที่เป็นการพัฒนาและปรับปรุงขั้นตอนที่ก่อนหน้านี้ใช้เวลาค่อนข้างนาน ช่วยทำให้ การบริหารจัดการการผลิต การตรวจสอบคุณภาพสินค้า การตรวจสอบการปฏิบัติตามมาตรฐาน และการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภคอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้มีส่วนได้เสียทุกฝ่ายทั้งต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ มีข้อมูลที่ชัดเจนและสามารถใช้ในการตัดสินใจและปรับปรุงกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังรายละเอียดรูปที่ 3 ที่แสดงให้เห็นว่าระบบ QR PGS ช่วยพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าของการเกษตรอินทรีย์มาตรฐานพีจีเอส จังหวัดอุบลราชธานีให้มีความเหมาะสมและยั่งยืนมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 3 โชคคุณค่าใหม่ของการพัฒนาเกษตรกรอินทรีย์ในระบบพีจีเอสของจังหวัดอุบลราชธานี

4.4 ความพึงพอใจของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างต่อการประยุกต์ใช้ระบบ QR PGS

ผลการวิจัยพบว่าเกษตรกรมีความพึงพอใจต่อระบบในระดับสูง โดยเกษตรกรสามารถบันทึกข้อมูลและใช้งานฟังก์ชันต่าง ๆ ของระบบได้อย่างราบรื่น ไม่พบปัญหาหรืออุปสรรคในการใช้งาน ทั้งนี้เป็นเพราะระบบมีประสิทธิภาพในการตอบสนองความต้องการและแก้ไขปัญหาที่เกษตรกรประสบอยู่ได้อย่างตรงจุด จึงได้รับประโยชน์อย่างมากจากการใช้ระบบ QR PGS และต้องการใช้ระบบนี้อย่างต่อเนื่อง ในส่วนคณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐาน พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นตรงตามวัตถุประสงค์ มีการออกแบบที่ใช้งานง่าย เมนูไม่ซับซ้อน มีความถูกต้องและแม่นยำของระบบ รวมถึงมีความเป็นปัจจุบันของข้อมูล รูปแบบและกระบวนการทำงานของระบบมีความสะดวก เหมาะสม และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง โดยรวมแล้ว คณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐานมีความพึงพอใจในการใช้งานระบบในระดับมาก นับว่าการประยุกต์ใช้ระบบประสมนี้ช่วยสร้างความพึงพอใจแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ และเห็นว่าการสำเร็จของการประยุกต์ใช้นี้มีส่วนช่วยให้เกษตรกรในเครือข่ายสนใจนำระบบ QR PGS ไปใช้และกำหนดเป็นมาตรฐานรับรองมาตรฐานของเครือข่ายซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาห่วงโซ่มูลค่าของการเกษตรอินทรีย์มาตรฐานพีจีเอส จังหวัดอุบลราชธานีให้มีความเหมาะสมและยั่งยืน

5. อภิปรายผลและสรุปผล

5.1 ปัญหาและความต้องการแก้ไขปัญหาของเครือข่าย PGS

ผลการวิจัยพบปัญหาของเครือข่ายเกษตรกรอินทรีย์มาตรฐานที่ต้องการได้รับการแก้ไข คือ การบริหารจัดการการผลิต การทำให้ผู้บริโภคมีความเชื่อมั่นในคุณภาพสินค้าของเครือข่าย และการตรวจรับรองมาตรฐานที่ใช้เวลานานและมีค่าใช้จ่ายต่ำ และเห็นว่าการนำระบบ QR PGS มาใช้จะช่วยแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ เพราะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและการจัดจำหน่าย ที่ผู้บริโภคสามารถตรวจสอบย้อนกลับสินค้าทำให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์ที่ซื้อนั้นปลอดภัย ได้มาตรฐาน และมีคุณภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Aung & Chang (2014) ที่ระบุว่าระบบการตรวจสอบย้อนกลับเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบความปลอดภัยและคุณภาพของอาหาร และช่วยเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้บริโภค ในขณะเดียวกันเกษตรกรเองก็ตระหนักถึงความสำคัญของระบบ



ตรวจสอบย้อนกลับเช่นกัน ดังพบในการวิจัยของ Sukcharoenpong et al. (2022) ที่พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกผักปลอดภัยต้องการใช้ระบบตรวจสอบย้อนกลับเพื่อให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องแก่ผู้บริโภคผ่านคิวอาร์โค้ด เพื่อเพิ่มความมั่นใจในการซื้อ จึงกล่าวได้ว่าระบบการตรวจสอบย้อนกลับมีบทบาทสำคัญในการสร้างความโปร่งใสในห่วงโซ่อุปทานอาหาร ช่วยให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงข้อมูลที่จำเป็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ซึ่งนำไปสู่ความมั่นใจในคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์และส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อในที่สุด จึงเป็นการช่วยยกระดับคุณภาพและความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับในตลาด แต่ถ้าหากใช้ระบบตรวจสอบย้อนกลับร่วมกับระบบ PGS นั้นยังช่วยทำให้ลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการรับรองมาตรฐานสินค้าอีกด้วย (May et al., 2019; Aung & Chang, 2014)

5.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบ QR PGS แก่เกษตรกรก่อนประยุกต์ใช้

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า เกษตรกรและคณะกรรมการตรวจรับรองได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบ QR PGS ผ่านการอบรมและฝึกปฏิบัติให้เข้าใจขั้นตอนการทำงานทั้งในระดับแปลงและระดับระบบจัดการข้อมูลสำหรับใช้ในระบบ และสามารถทำงานประสานกับคณะกรรมการตรวจรับรองที่เป็นประโยชน์ทั้งเกษตรกรคณะกรรมการตรวจรับรองส่วนผู้บริโภครู้ผ่าน QR code ที่เกษตรกรนำติดบนผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการสแกน เป็นการทำความเข้าใจในการปฏิบัติงานที่จะนำไปสู่การปฏิบัติจริง ดังนั้นการฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับระบบ QR PGS เป็นขั้นตอนสำคัญในการประยุกต์ใช้และสร้างความเข้าใจแก่ผู้ใช้งานทั้งเกษตรกรและคณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐาน ที่ครอบคลุมทั้งวิธีการใช้ การนำเข้าข้อมูล และการเชื่อมโยงกับกระบวนการตรวจรับรองมาตรฐาน (Sukcharoenpong & Thammasiri, 2018; May et al., 2019; Sukcharoenpong et al., 2022) นอกจากนี้ การฝึกอบรมยังช่วยสร้างความตระหนักรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์ของระบบ QR PGS ในการพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าให้กับเกษตรกรและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ (Kos & Kloppenburg, 2019) ความตระหนักรู้และความเข้าใจนี้มีส่วนช่วยส่งเสริมให้เกิดการยอมรับและการนำระบบไปใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น ถ้าหากมีการสนับสนุนและการติดตามผลอย่างต่อเนื่องประโยชน์สูงสุดก็จะเกิดขึ้นกับห่วงโซ่คุณค่าของผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ (May et al. 2019)

5.3 ผลการประยุกต์ใช้ระบบ QR PGS กับการพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าที่เหมาะสม

ผลการวิจัยพบว่า การประยุกต์ใช้ระบบ QR PGS แสดงให้เห็นประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลและกระบวนการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ เกษตรกรสามารถบริหารจัดการผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้นกว่าเดิมอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่คณะกรรมการตรวจรับรองลดระยะเวลาและต้นทุนการดำเนินงานได้ดีขึ้นกว่าเดิมอย่างมาก รวมทั้งพบว่า ระบบนี้ส่งเสริมการพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าเกษตรอินทรีย์แบบองค์รวม โดยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต การตรวจสอบคุณภาพ และการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกระดับ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนของระบบมาตรฐาน PGS ในจังหวัดอุบลราชธานี ที่แสดงว่าระบบ QR PGS ช่วยพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการและการพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าของผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ กล่าวคือ ระบบที่นำมาประยุกต์ใช้นี้เกิดประโยชน์สำคัญ 3 ประการ คือ ช่วยให้สามารถจัดเก็บและจัดการข้อมูลการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ สะดวกต่อการตรวจสอบย้อนกลับ และลดระยะเวลาในการตรวจรับรองมาตรฐาน (Sukcharoenpong & Thammasiri, 2018). ช่วยลดต้นทุนการดำเนินงานของคณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐานได้อย่างมีนัยสำคัญ (Sukcharoenpong et al. 2022) ช่วยเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกระดับในห่วงโซ่คุณค่า ตั้งแต่เกษตรกร ผู้ประกอบการ ไปจนถึงผู้บริโภค (Kos & Kloppenburg, 2019) การเชื่อมโยงข้อมูลนี้ช่วยให้เกิดความโปร่งใสและความร่วมมือกันในทุกขั้นตอนของห่วงโซ่คุณค่า ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนของระบบมาตรฐาน PGS (May et al. 2019) และช่วยให้ผู้บริโภคสามารถตรวจสอบย้อนกลับที่มาของผลิตภัณฑ์ได้ที่เป็นการสร้างความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือ การเพิ่มความมั่นใจให้กับผลิตภัณฑ์ (Aung & Chang, 2014) นอกจากนี้ QR code ยังสามารถใช้เป็นช่องทางในการสื่อสารข้อมูลที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ให้กับผู้บริโภคได้อีกด้วย (Tarjan et al. 2014) ในส่วนของผลกระทบของการนำระบบ QR PGS มาใช้ต่อเกษตรกรอินทรีย์ฟิสิกส์และเครือข่ายเกษตรอินทรีย์ฟิสิกส์ คือ การลดเวลา lead time การดำเนินงานของทั้งเกษตรกรเองในเรื่องของการจัดการข้อมูลการผลิตในแปลงปลูก

การสร้างข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่มีความน่าเชื่อถือ สร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภค ส่งผลต่อการกลับมาซื้อซ้ำของผู้บริโภค นำไปสู่การเพิ่มยอดขายของเกษตรกรเอง นอกจากนี้ในส่วนของการดำเนินงานของคณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐาน ผลที่เกิดขึ้นที่สำคัญคือเกิดฐานข้อมูลกลางในการรับรองมาตรฐาน และลดเวลาในการพิจารณารับรองมาตรฐานของเกษตรกรแต่ละราย ซึ่งสามารถนำกระบวนการใหม่นี้ไปใช้วางแผนกลยุทธ์และสร้างเป็นมาตรฐานใหม่ในการดำเนินงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้

5.4 ความพึงพอใจของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างต่อการประยุกต์ใช้ระบบ QR PGS

ผลการวิจัยพบว่าเกษตรกรและคณะกรรมการตรวจรับรองมีความพึงพอใจต่อระบบ QR PGS ในระดับสูง เนื่องจากระบบใช้งานง่าย มีประสิทธิภาพ ถูกต้องแม่นยำ และตอบสนองความต้องการได้ดี ช่วยเพิ่มความสะดวกและลดเวลาในกระบวนการตรวจรับรองมาตรฐาน ส่งผลให้เกิดการพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าที่เหมาะสมและยั่งยืน สอดคล้องกับ Sukcharoenpong & Thammasiri (2022) ที่พบว่าระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับผักปลอดภัยสามารถช่วยเกษตรกรในการจัดการข้อมูลและแสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้กับผู้บริโภคผ่าน QR code และในส่วนผลการทดสอบประยุกต์ใช้ระบบโดยเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างที่ตอบสนองความต้องการและแก้ไขปัญหาที่เกษตรกรประสบอยู่ได้อย่างตรงจุด สอดคล้องกับ Guanqi & Husnain (2022) ที่พบว่าระบบตรวจสอบย้อนกลับที่นำไปใช้นั้นสามารถเพิ่มความไว้วางใจและความพึงพอใจของผู้บริโภคได้ และสอดคล้องกับ Kaufmann et al.(2023) ที่เน้นย้ำถึงความสำคัญของการฝึกอบรมและการเรียนรู้ร่วมกันในการรับรอง PGS ประสิทธิภาพของระบบที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้และใช้งานง่ายนั้น เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้ใช้และความยั่งยืนของระบบ และในส่วนผลการประเมินความพึงพอใจของคณะกรรมการตรวจรับรองมาตรฐาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sukcharoenpong & Thammasiri (2018) ที่ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อระบบตรวจสอบย้อนกลับพบว่าผู้มีความพึงพอใจในระดับสูงในทุกด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการทำงานตามฟังก์ชันของระบบ ความง่ายในการใช้งาน และความปลอดภัยของข้อมูล อย่างไรก็ตามการที่ระบบ QR PGS สามารถตอบสนองความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย สร้างความโปร่งใส ตรวจสอบย้อนกลับได้ และช่วยลดต้นทุนการดำเนินงานนั้นเป็นการพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าของการเกษตรอินทรีย์ให้มีความเหมาะสมและยั่งยืน (Sukcharoenpong and Thammasiri. 2018) ที่สมควรสนับสนุนและผลักดันให้เครือข่ายเกษตรอินทรีย์มาตรฐานได้นำมาใช้

6. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะดังนี้

6.1 ควรมีการศึกษาผลกระทบของการประยุกต์ใช้ระบบ QR PGS ในระยะยาวต่อประสิทธิภาพการผลิตคุณภาพของผลผลิต และรายได้ของเกษตรกร รวมถึงความยั่งยืนของห่วงโซ่คุณค่าเกษตรอินทรีย์ในภาพรวม เพื่อให้เห็นถึงประโยชน์ที่แท้จริงของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาภาคเกษตรอินทรีย์

6.2 ควรขยายขอบเขตการวิจัยไปสู่การศึกษาการบูรณาการระบบ QR PGS เข้ากับเทคโนโลยีดิจิทัลอื่นๆ เช่น ปัญญาประดิษฐ์ และข้อมูลขนาดใหญ่ เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการตรวจสอบย้อนกลับและการตรวจรับรองมาตรฐานให้มีความแม่นยำ โปร่งใส และน่าเชื่อถือมากขึ้น อันจะส่งผลต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าเกษตรอินทรีย์และรายได้เปรียบทางการแข่งขันในตลาด

6.3 ควรมีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียตลอดห่วงโซ่คุณค่า ตั้งแต่เกษตรกร ผู้แปรรูป ผู้จัดจำหน่าย ไปจนถึงผู้บริโภค เพื่อระบุปัญหาและอุปสรรคในการประยุกต์ใช้ระบบ QR PGS ในแต่ละขั้นตอนของห่วงโซ่ รวมถึงแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนา ระบบให้สอดคล้องกับความต้องการและบริบทที่แท้จริงของผู้ใช้งาน ซึ่งจะนำไปสู่การยกระดับประสิทธิภาพการดำเนินงานและสร้างคุณค่าให้กับทุกภาคส่วนในห่วงโซ่อย่างเป็นองค์รวม

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเครือข่ายเกษตรกรอินทรีย์พีจีเอส กินสบายใจ อุบลราชธานี ตลอดจนบรรดาลูกข่ายเกษตรกรอินทรีย์จากทุกพื้นที่ รวมถึงหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กองนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตร. (2566). “ สศก. เผย ปัจจุบัน ไทยมีพื้นที่เกษตรอินทรีย์ 1.403 ล้านไร่ คิดเป็นมูลค่า 9 พันล้านบาท พร้อมลงพื้นที่ตลาดกลางเกษตรอินทรีย์ ท้ายเกาะ ตลาดกลางเกษตรอินทรีย์แห่งแรกในไทย. ส่วนประชาสัมพันธ์ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.oae.go.th/view/1/รายละเอียดข่าว/ข่าว%20สศก/41672/TH-TH>. สืบค้น 20 มีนาคม 2567.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2564). “แผนปฏิบัติการของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ระยะ 5 ปี (พ.ศ.2566 -2570)”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://anyflip.com/ccrlb/grqg/basic>. สืบค้น 19 มีนาคม 2567.
- ชัยพล ขาวจันทร์, ภาคิน รุ่งหล่ม, และขวัญฤพา ศรีสว่าง. (2563). “ระบบตรวจสอบย้อนกลับในการซื้อผักสดด้วยเทคโนโลยี QR code ร้านภาคินผักสด จ.นครปฐม”. งานประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 12 (มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม) ระหว่างวันที่ 9 – 10 กรกฎาคม 2563. ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม, ประเทศไทย.
- ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2562). “ระบบตรวจสอบย้อนกลับและติดตามผลพืช (Traceability) ขยายโอกาสตลาดสินค้าออร์แกนิกไทย”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.kasikornresearch.com/th/analysis/k-econ/business/Pages/z3045.aspx>. สืบค้น 19 มีนาคม 2567.
- สมพล สุขเจริญพงษ์, และ เดช ธรรมศิริ. (2561). “การพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับโดยเทคโนโลยีรหัสคิวอาร์และบรรจุภัณฑ์การค้าปลีกสำหรับส้มโอในจังหวัดนครปฐม”. วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม. 5(1) : 67-79.
- อภิชาล ทองมั่ง กำเนิดว่า และ เสาวลักษณ์ ยกฉวี. (2563). “ระบบคิวอาร์โค้ดและการประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในองค์กร”. วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.. 14(2) : 24-37.
- Aung, M. M., & Chang, Y. S. (2014). Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food Control*. 39 : 172–184.
- Carter, N., Bryant-Lukosius, D., DiCenso, A., Blythe, J., & Neville, A. J. (2014). “The use of triangulation in qualitative research”. *Oncology Nursing Forum*. 41(5) : 545-547.
- Chaparro-Africano, A.-M., & Naranjo, S. E. (2020). “Participatory system of guarantees – PSG of the Red de Mercados Agroecológicos de Bogotá Región RMABR. A contribution to the sustainability of agroecological producers and markets”. *International Journal of Agricultural Sustainability*. 18(6) : 456–472.
- Cuéllar-Padilla, M., Calle, A., Osório-Cano, J. A., & Cuéllar, G. (2022). “Participatory guarantee systems: When people want to take part”. *Sustainability*. 14(6) : 3325.
- Guanqi, Z., & Husnain, M. (2022). “Assessing the role of organic food supply chain traceability on food safety and consumer wellbeing: A mediated-moderation investigation”. *Frontiers in Psychology* 13 : 1073376.

- Hruschka, N., Kaufmann, S., & Vogl, C. R. (2023). "The benefits and challenges of participating in participatory guarantee systems (PGS) initiatives following institutional formalization in Chile". **International Journal of Agricultural Sustainability**. 20(7) : 1307-1321.
- Hussain Thwalib Sherief, K. M., Moghana Lavanya, S., & Prahadeeswaran, M. (2021). "Value chain mapping of organic banana certified under the participatory guarantee systems in Kerala state". **The Pharma Innovation Journal**. 10(10) : 2274-2281.
- IFOAM - Organics International. (2013). "Best practice guideline for agriculture & value chains (Version 1.0)". [Online]. Available : https://www.ifoam.bio/sites/default/files/2020-03/best_practice_guideline_v1.0.pdf. Retrieved May, 2024.
- International Trade Centre (ITC). (2015). "Traceability in food and agricultural products (Vol. 91)". [Online]. Available : <https://intracen.org/file/eqm-bulletin-91-2015traceabilityfinal-14oct15webpdf>. Retrieved May, 2024.
- Kaufmann, S., Hruschka, N., & Vogl, R. C. (2023). "Participatory Guarantee Systems, a more inclusive organic certification alternative? Unboxing certification costs and farm inspections in PGS based on a case study approach". *Front. Sustain. Food Syst.* 7:1176057. doi: 10.3389/fsufs.2023.1176057
- Kim, S., & Ji, Y. (2018). Gap analysis. In R. L. Heath & W. Johansen (Eds.). **The International Encyclopedia of Strategic Communication**. (pp. 1-6). John Wiley & Sons, Inc.
- Kos, D., & Kloppenburg, S. (2019). "Digital technologies, hyper-transparency and smallholder farmer inclusion in global value chains". **Current Opinion in Environmental Sustainability**. 41. 56-63.
- May, C., Kirchner, C., Moura, F., Castro, & Varini, F. (2019). "Participatory Guarantee Systems (PGS): Guidelines. IFOAM - Organics International". [Online]. Available : https://www.ifoam.bio/sites/default/files/pgs_guidelines_en.pdf. Retrieved May, 2024.
- Patton, M. Q. (1999). "Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis". **Health Services Research**. 34(5 Pt 2) : 1189-1208.
- Schleifer, P., & Sun, Y. (2019). "Reviewing the impact of sustainability certification on food security in developing countries". **Global Food Security**. 23 : 100337.
- Sukcharoenpong, S., & Thammasiri, D. (2018). "The development of traceability system using QR code technology and retail packaging of pomelos in Nakhon Pathom province". **Journal of Management Science Nakhon Pathom Rajabhat University**. 5(1) : 67-78.
- Sukcharoenpong, S., Thammasiri, D., & Chanasuk, K. (2022). "Developing a traceability system for safe vegetables of smart farmers in Nakhon Pathom province". **Interdisciplinary Research Review**. 17(2) : 31-36.
- Tarjan, L., Šenk, I., Tegeltija, S., Stankovski, S., & Ostojic, G. (2014). "A readability analysis for QR code application". **Computers and Electronics in Agriculture**. 107 : 30-37.
- Wang, R., & Chen, X. (2022). "Research on agricultural product traceability technology (economic value) based on information supervision and cloud computing". **Computational Intelligence and Neuroscience**. 2022 : 4687639.

WWF Thailand. (2021). “Journey of sustainable consumption and production: A localized approach”.
[Online]. Available : https://sgs.tu.ac.th/wp-content/uploads/2023/05/wwf_scp_report_final.pdf. Retrieved May, 2024.

คุณค่าทางวิชาการ (Academic Value)

การวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้นวัตกรรมระบบคิวอาร์โค้ดสำหรับตรวจสอบย้อนกลับและรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (ระบบ QR PGS) เพื่อแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการที่ขาดประสิทธิภาพและการขาดความเชื่อมั่นของผู้บริโภคในเครือข่ายเกษตรอินทรีย์มาตรฐานในจังหวัดอุบลราชธานี ที่ส่งผลกระทบต่อพัฒนาโซ่คุณค่าของผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ในพื้นที่ ผลการวิจัยพบว่าระบบ QR PGS สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการ ลดต้นทุน และสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภค เกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลความต้องการของผู้บริโภคได้และเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการผลิต ส่วนการทำงานของคณะกรรมการตรวจสอบรับรองมาตรฐานทำการตรวจสอบได้ง่าย รวดเร็วและประหยัด นำไปสู่ความยั่งยืนในการประกอบอาชีพของเกษตรกรและการพัฒนาโซ่คุณค่าของเกษตรอินทรีย์อย่างเป็นรูปธรรม งานวิจัยนี้ช่วยสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาและพัฒนากระบวนการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วมของเครือข่ายอื่น ที่มีบริบทใกล้เคียงกัน อีกทั้งจะช่วยยกระดับการพัฒนาเกษตรอินทรีย์ในวงกว้างให้มีประสิทธิภาพและความยั่งยืนมากยิ่งขึ้น

การเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณน้ำตาล สารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของผงมะละกอที่ผ่านการหมักด้วยลูกแบ่งข้าวหมาก

ฐิติกร พรหมบรรจง¹ บัณฑิตา ภูทรัพย์มี โปณะทอง² สุวรรณา ผลใหม่³ จรินทร์ พุดงาม⁴ ศิริวรรณ ปานเมือง⁵
สิริพงษ์ วงศ์พรประทีป⁶ วรวิฑู มีสุข⁷ คมสัน นันทสุนทร⁸ เปรมจิต รongสวัสดิ์^{9*}
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย^{1 2 3 4 5 7 8 9*}
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย⁶
E – mail: premjit.r@rmutsv.ac.th^{9*}

วันที่รับบทความ 1 สิงหาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 6 พฤศจิกายน 2567

วันที่ตอบรับบทความ 11 พฤศจิกายน 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสี พีเอช ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงมะละกอหมักที่ผ่านการหมักด้วยลูกแบ่งที่เวลาต่าง ๆ (0, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง) ผลการทดสอบพบว่า การหมักมะละกอที่เวลา 24 ชั่วโมง มีความแตกต่างจากระยะเวลาหมักอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 95 โดยมีค่าสีในระบบ $L^*a^*b^*$ เท่ากับ 64.22 ± 0.04 (มีความสว่างสูงสุด) 16.10 ± 0.08 (ค่าความเป็นสีแดงต่ำสุด) และ 27.14 ± 0.02 (ค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุด) ตามลำดับ มีพีเอชเมื่อละลายน้ำเท่ากับ 4.59 ± 0.02 (มีค่าต่ำที่สุด) มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 0.63 ± 0.10 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง (มีค่าสูงที่สุด) ส่วนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมากที่สุดที่ระยะเวลาหมัก 18 ชั่วโมง โดยมีค่าเท่ากับ 252.80 ± 65.03 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักสด และน้ำตาลรีดิวซ์มีปริมาณต่ำสุดที่ระยะเวลาหมัก 12 ชั่วโมง โดยมีค่าเท่ากับ 28.26 ± 3.24 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักสด ส่วนฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อหมักที่ระยะเวลาต่าง ๆ โดยมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 1.25 ± 0.40 - $1.52 \pm 1.52 \pm 0.33$ มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง (IC_{50} ของ BHT เท่ากับ 2.65 ± 0.00 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นวิธีการแปรรูปมะละกอด้วยการหมักแบบดั้งเดิม เพื่อประโยชน์สูงสุดจากการหมักยังควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านองค์ประกอบเคมี เช่น การเปลี่ยนแปลงของพรีไบโอติก และผลต่อสุขภาพของอาหารหมักนี้

คำสำคัญ : ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สี ผงมะละกอ สารประกอบฟีนอลิก น้ำตาล การหมัก

The Changes of Color, Sugar and Phenolic Contents and Antioxidant Activity of Papaya Fruit Powder Produced by Fermented by Look-Pang Khao-Mak

Thitikorn Prombanchong¹, Banthita Poosabmee Ponatong², Suwanna Pholmai³,
Jarin Poodngam⁴, Siriwan Panmuang⁵, Siripong Wongponprateep⁶, Worawitoo Meesook⁷
Komsun Nuntasontorn⁸, Premjit Rongsawat^{9*}

Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya^{1,2,3,4,5,7,8,9*}

Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya⁶

E – mail: premjit.r@rmutav.ac.th^{9*}

Received 1 August 2024

Revised 6 November 2024

Accepted 11 November 2024

Abstract

The objectives of this research were to study the changes (color, pH, sugar and phenolic contents and antioxidant activity) of papaya powder fermented by Look-Pang Khao-Mak at different times. (0, 6, 12, 18 and 24 h). The color pH and phenolic content of papaya powder derived for 24 hours fermentation showed the highest significant difference compared to various times of fermentation with 95% confidence interval. The color in L*a*b* value was 64.22±0.04 (the highest of lightness), 16.10±0.08 (the lowest redness) and 27.14±0.02 (the highest of yellowness), respectively. The pH value and phenolic content were 4.59±0.02 (the lowest pH) and 0.63±0.10 mg/g dry weight (the highest phenolic content), respectively. Total sugar content was the highest at 18 hours after fermentation with the value of 252.80±65.03 mg/g fresh weight, whereas reducing sugar content was the lowest at 12 hours after fermentation with the value of 28.26±3.24 mg/g fresh weight. The antioxidant activity of papaya powder fermented at different time presented non-significant results. The IC₅₀ value in rang of 1.25±0.40-1.52±1.52±0.33 mg/g dry weight (IC₅₀ of BHT was 2.65±0.00 µg/ml). This research showed the papaya process by fermentation which is a traditional method. For maximum benefit of fermentation, further studies should be carried out in terms of chemical composition, such as changing in prebiotic content and this fermented food to health.

Keywords: Antioxidant activity, Color, Papaya fruit powder, Phenolic compounds Sugar, Fermentation

1. บทนำ

การหมักเป็นวิธีการหนึ่งในการถนอมอาหารให้มีอายุในการเก็บยาวขึ้นโดยอาศัยการทำงานของรา เช่น *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp., *Mucor* spp. ยีสต์ เช่น *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida* spp. หรือแบคทีเรีย โดยเฉพาะแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างกรดแลคติก เช่น *Bacillus* spp., *Lactobacillus* spp. เป็นต้น (Inatsu, 2020; Melini et al. 2019; Wongsu. 2018) อาหารหมักบางชนิดใช้จุลินทรีย์เพียงชนิดเดียว เช่น ไวน์และน้ำส้มสายชูที่หมักด้วยยีสต์ และเมี่ยง (ชาเขียวแบบดั้งเดิมที่หมักด้วยแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างกรดแลคติก) โดยกระบวนการทางชีวเคมีของจุลินทรีย์ที่สร้างเอนไซม์เร่งปฏิกิริยา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของอาหารได้ผลิตภัณฑ์ทั้งสารเมแทบอไลต์ปฐมภูมิ และทุติยภูมิ เช่น *Lactobacillus brevis* เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกในการสร้างพลังงานผ่านกระบวนการไกลโคไลซิสของหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้สิ่งแวดล้อมมีสถานะเป็นกรดเหมาะกับการดำรงชีวิตของเซลล์ และยังสร้างกลูตาเมตดีคาร์บอกซิเลส ที่เป็นสารตั้งต้นของสารสื่อประสาทกรดอะมิโนบิวทิริก (GABA) (Leeuwendaal et al. 2022; Pakdeeto et al. 2022) กระบวนการหมักอาจสร้างกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดอะซิติก กรดซิตริก กรดมาลิก ขึ้นกับชนิดของแบคทีเรียที่นำมาใช้ ทำให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้มีความเป็นกรด เช่น ไวน์ ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 3.6-4.5 (Jia. 2019) เป็นสถานะที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรค (Showpanish et al. 2022) นอกจากนี้การหมักยังสามารถเปลี่ยนแปลงรสชาติอาหารจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี โดยการเพิ่มหรือลดองค์ประกอบชีวเคมีที่มีอยู่ในอาหารผ่านกระบวนการย่อยโดยเอนไซม์ของจุลินทรีย์ เช่น ลดปริมาณแทนนิน (Samtiya. 2020) ลดความขมของสารประกอบฟีนอลิก (Dimidi et al. 2019) ลดปริมาณโอเลิโกแซ็กคาไรด์ (Samtiya. 2022) เพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลิก เพิ่มปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ เพิ่มกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ (Dajanta et al. 2013) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลต่อร่างกายมนุษย์ (Dajanta et al. 2013; Phromraksa et al. 2008) จุลินทรีย์ที่สำคัญในการหมักเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นโพรไบโอติกที่มีประโยชน์ในทางเดินอาหารของมนุษย์ (Sivamaruthi. 2022)

มะละกอ (*Carica papaya*) ปลูกได้ดีในประเทศเขตร้อน ในปี 2562 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะละกอทั้งสิ้น 57,524 ไร่ มีผลผลิต 86,722 ตัน (ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. 2563) ผลมะละกอมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ เช่น วิตามิน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และสารเมแทบอไลต์ทุติยภูมิ (Lopez-Martinez et al. 2015) นิยมบริโภคมะละกอในรูปผลสด โดยแปรรูปผลดิบเป็นอาหารชนิดต่าง ๆ เช่น แกงเลียง ส้มตำ แกงส้ม เป็นต้น ส่วนผลสุกนิยมนำมาบริโภคสด แม้มะละกอจะมีคุณค่าทางโภชนาการมากแต่ยังมีการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าน้อย และผลสุกมีอายุในการเก็บรักษาสั้น นักวิจัยจึงศึกษาการแปรรูปมะละกอสุกโดยใช้การหมักด้วยลูกแป้งข้าวหมาก นำมาอบแห้งเป็นผงมะละกอหมัก และศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการหมักที่เวลาต่าง ๆ (0, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง) ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของสี ค่าความเป็นกรด-เบส ปริมาณน้ำตาล ปริมาณสารฟีนอลิก และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระโดยใช้ 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical (DPPH[•]) เพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะละกอสุกโดยยังคงคุณค่าทางโภชนาการ และสามารถต่อยอดการใช้ผงมะละกอสุกในอุตสาหกรรมอาหารรูปแบบต่าง ๆ เช่น เป็นสารเพิ่มเนื้อในผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นผลิตภัณฑ์ผงมะละกอสำหรับผู้บริโภคช่วงอายุต่าง ๆ เช่น เด็ก ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยพักฟื้น และผู้รับประทานผลไม้สดได้ยาก

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าสี ค่าความเป็นกรด-เบส ปริมาณน้ำตาล ปริมาณสารฟีนอลิก และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของผงมะละกอที่ได้จากการหมัก

3. วิธีการวิจัย

3.1 การเตรียมตัวอย่าง การหมัก และการเตรียมผงมะละกอ

มะละกอสุกพันธุ์เรดเลดี้ (C. papaya) โดยเลือกซื้อผลที่มีเปลือกสีเขียวปนเหลืองจากตลาดสดอำเภอทุ่งสง ช่วงเดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2564 นำไปล้างทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่น จากนั้นปอกเปลือกและผ่ามะละกอเป็นชิ้น หั่นส่วนที่มีเมล็ดที่เป็นเยื่อสีขาวด้านในออก แล้วหั่นเนื้อมะละกอเป็นชิ้น ๆ ชูดเนื้อมะละกอให้ละเอียด จากนั้นแบ่งเป็น 5 ส่วนให้มีน้ำหนักเท่ากัน ส่วนละ 500 กรัม ส่วนที่ 1 เก็บในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 °C (ชุดควบคุม) ส่วนที่ 2-5 นำไปหมักโดยผสมลูกแป้งข้าวหมากส่วนละ 2.5 กรัม หมักเป็นเวลา 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง เมื่อครบแต่ละช่วงเวลา ทำการเก็บตัวอย่างปริมาณ 25 กรัมของแต่ละการทดลองเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 °C เพื่อรอการทดสอบปริมาณน้ำตาลรวมและน้ำตาลรีดิวซ์ จากนั้นตัวอย่างที่เหลือเติมมอลโทเด็กซ์ทรินความเข้มข้น 5% โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก ลงในตัวอย่างที่เหลือ ผสมให้เข้ากัน นำส่วนผสมไปอบแห้งด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 5 วัน บันทึกน้ำหนักแห้งและเปอร์เซ็นต์ผลผลิตโดยใช้สมการดังนี้

ร้อยละผลได้ (% yield) = (ปริมาณน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง (กรัม) / น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบแห้ง (กรัม)) × 100

มะละกอหมักที่แห้งแล้วนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่น Otto ที่ความเร็ว 12,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเก็บผงมะละกอหมักไว้ในถุงซิปล็อคที่อุณหภูมิ 8°C เพื่อการวิเคราะห์ขั้นต่อไป

3.2 การวิเคราะห์สี

การวิเคราะห์สีทำโดยใช้ผงมะละกอหมักที่เวลาต่าง ๆ บรรจุในจานเพาะเลี้ยงแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ความสูง 1.5 เซนติเมตร จากนั้นวัดค่าสีโดยใช้เครื่อง คัลเลอร์มิเตอร์ รายงานผลรูปค่า $L^*a^*b^*$ value

3.3 การวิเคราะห์ฟิโอส ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

3.3.1 การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์

นำผงมะละกอหมักที่เวลาต่าง ๆ 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายให้เข้ากัน จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงเพื่อแยกตะกอนที่ไม่ละลายออกด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง ที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที เก็บสารละลายส่วนใสที่ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 °C เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

3.3.2 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-เบส

นำตัวอย่างสารละลายผงมะละกอในข้อ 3.3.1 วัดค่าความเป็นกรด-เบสโดยใช้เครื่องวัดฟิโอส รุ่น SI analysis model lab 855

3.3.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

การวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิกดำเนินการโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu ซึ่งดัดแปลงจาก Singleton and Rossi (1965) ปฏิกริยาประกอบด้วยสารละลายตัวอย่างในข้อ 3.3.1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมสารละลาย Folin-Ciocalteu (เจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:10 ปริมาตรโดยปริมาตร) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มในที่มืดนาน 7 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 10% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วบ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที นำสารละลายผสมที่ได้วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตร ค่าที่ได้นำมาคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก (GAE) ช่วงความเข้มข้น 0-30 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร รายงานผลในหน่วย แกลลิกแอซิดอิกควาเลนต์ (GAE)/กรัม น้ำหนักแห้ง

3.3.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical (DPPH)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยใช้อนุมูลอิสระ 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) โดยดัดแปลงเล็กน้อยจากวิธีการของ Blois (1985) ปฏิกริยาประกอบด้วยสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ ที่ละลายใน 99% เมทานอล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลายตัวอย่างปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (ใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายตัวอย่างเพื่อเป็นชุดควบคุม) จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที วัดค่าการ

ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร โดยใช้เมทานอลเป็นสารละลายแบลนด์ คำนวณค่าร้อยละการต้านอนุมูลอิสระดังสมการ

$$\%DPPH \text{ radical scavenging activity} = \{(A_0 - A_1) / A_0\} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ A_0 คือค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม

A_1 คือค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง หรือ สารละลายมาตรฐาน

จากนั้นนำค่าร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระและความเข้มข้นต่างๆ ของสารตัวอย่าง มาสร้างกราฟ แล้วคำนวณหาความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (The half-maximal inhibitory concentration (IC_{50}))ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่วิเคราะห์ใช้ตัวควบคุมเชิงบวกเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ Butylated Hydroxytoluene (BHT)

3.4 การทดสอบปริมาณน้ำตาลรวมและน้ำตาลรีดิวซ์

3.4.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรวม

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรวมใช้วิธีฟินอล-ซัลฟิวริก (Dubois et al., 1956) ปฏิบัติการประกอบด้วย สารละลายตัวอย่าง สารละลายมาตรฐาน หรือน้ำกลั่น (ตัวควบคุม) ปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร และสารละลายฟินอล ความเข้มข้น 5% โดยน้ำหนัก/ปริมาตร ปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร และสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1.25 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มสารละลายผสมที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 30 นาที จากนั้นนำสารละลายผสมวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 485 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ปริมาณน้ำตาลรวมคำนวณโดยการเทียบค่าการดูดกลืนแสงที่ได้กับกราฟมาตรฐานของกลูโคส ช่วงความเข้มข้น 0-100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

3.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ใช้วิธีกรดไดไนโตรซาลิไซลิก (Dinitrosalicylic acid (DNS)) (Garriga et al. 2017) ปฏิบัติการประกอบด้วยสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร หรือสารละลายน้ำตาลกลูโคสมาตรฐาน ปริมาตร 1 มิลลิลิตรในซีเตรทบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ พีเอช 4.8 และสารละลาย DNS ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปต้มอุณหภูมิ 100 °C นาน 5 นาที จากนั้นเติมน้ำกลั่น 8 มิลลิลิตร แล้วนำสารละลายที่ได้วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยใช้ปฏิกิริยาที่ใช้ น้ำกลั่นแทนสารตัวอย่างเป็นสารละลายแบลนด์ คำนวณปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยนำค่าที่ได้เทียบกับกราฟมาตรฐานกลูโคสช่วงความเข้มข้น 0-100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

3.5 การวิเคราะห์ Escherichia coli และปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มรวมจากผงมะละกอ

วิเคราะห์การปนเปื้อนเชื้อในผงมะละกอมักในช่วงเวลาที่แตกต่างกันโดยตรวจหาปริมาณโคลิฟอร์มรวม และ E. coli ตามวิธีการวิเคราะห์มาตรฐาน AOAC 2019 วิธีที่ 991.14

3.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลจากการทดสอบในแต่ละขั้นตอนได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ โดยรายงานผลในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ S.D. ที่และวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้ one-way ANOVA และ Duncan's multiple range-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. ผลการวิจัย

4.1 ร้อยละผลได้ของผงมะละกอหมัก ค่าสีของผงมะละกอหมักที่เวลาต่าง ๆ และค่า พีเอช

ร้อยละผลได้ของผงมะละกอหมักที่ระยะเวลา 0 และ 6 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีค่าร้อยละ 4.09 ± 0.05 และ 4.10 ± 0.07 ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาหมักเป็น 12 ชั่วโมง มีร้อยละผลได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าร้อยละผลได้เท่ากับ 5.22 ± 0.15 และลดลงเล็กน้อยที่ระยะเวลาหมัก 18 ชั่วโมง โดยมีค่าเท่ากับ 4.55 ± 0.13 และเพิ่มขึ้นมากที่สุดที่ระยะเวลาหมัก 24 ชั่วโมง โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 6.00 ± 0.04 (ตารางที่ 1) โดยลักษณะผงมะละกอที่หมักในระยะเวลาต่าง ๆ แสดงในรูปที่ 1

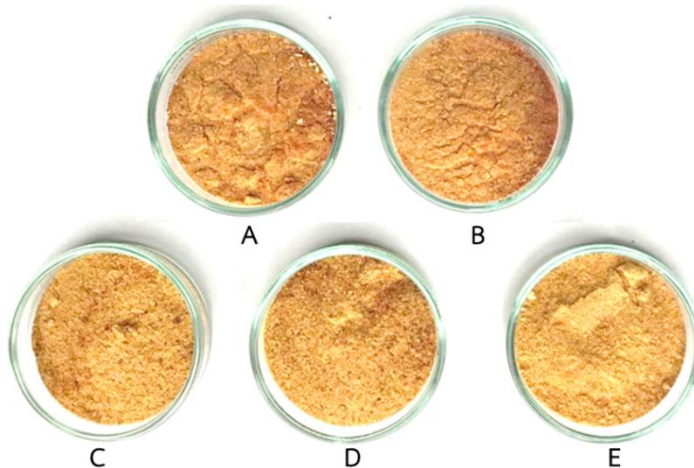
ค่าสีผงมะละกอหมักแสดงเป็นค่า $L^*a^*b^*$ ดังตารางที่ 1 โดยค่าความสว่าง (L^*) ของผงมะละกอหมักที่เวลา 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยค่าความสว่างสูงที่สุดที่ระยะเวลาหมัก 24 ชั่วโมง ค่า a^* ซึ่งแสดงความเป็นสีเขียว-แดง มีค่าอยู่ในช่วง 16.10 ± 0.08 - 22.22 ± 0.18 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผงมะละกอหมักมีสีช่วงสีแดง โดยการหมักที่ระยะเวลามากขึ้นแสดงให้เห็นความเป็นสีแดงลดลง และมีความเป็นสีแดงต่ำสุดที่ระยะเวลาหมัก 24 ชั่วโมง ส่วนค่า b^* ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีเหลืองของวัตถุ ในผงมะละกอหมักมีค่าอยู่ในช่วง 24.49 ± 0.13 - 27.14 ± 0.02 ซึ่งความเป็นสีเหลืองนี้มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาหมักเพิ่มขึ้น โดยมีค่ามากที่สุดที่ระยะเวลาหมัก 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 27.14 ± 0.02

ค่าความเป็นกรด - ด่างของสารละลายผงมะละกอหมักที่เวลา 6 - 24 ชั่วโมงอยู่ในช่วง 4.59 ± 0.02 - 4.98 ± 0.08 โดยพีเอชของผงมะละกอที่มีการหมักด้วยลูกแป้งมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับชุดควบคุม (5.38 ± 0.14) ตัวอย่างที่มีความเป็นกรดสูงที่สุดคือสารละลายผงมะละกอหมักที่เวลา 24 ชั่วโมง (4.59 ± 0.02) (ตารางที่ 1) สารละลายผงมะละกอหมักในระยะเวลาต่าง ๆ แสดงสีสัมผัสที่แตกต่างกัน (รูปที่ 2) โดยสารละลายผงมะละกอหมักที่เวลา 6 ชั่วโมง มีสีสัมผัสมากที่สุด ตามด้วย 12 18 24 ชั่วโมง และชุดควบคุม ตามลำดับ

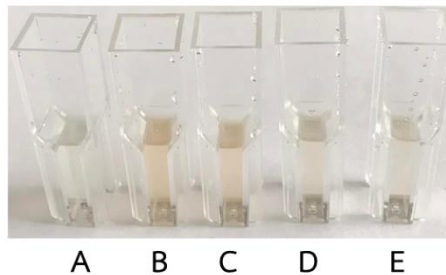
ตารางที่ 1 ร้อยละผลได้ สี และพีเอช ของผงมะละกอหมักด้วยลูกแป้งข้าวหมากที่เวลา 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง

ระยะเวลาหมัก (ชั่วโมง)	ร้อยละผลได้	ค่าสี			พีเอช (pH)
		L^*	a^*	b^*	
0	4.09±0.05 ^a	59.38±0.47 ^a	22.22±0.18 ^c	24.49±0.13 ^a	5.38±0.14 ^c
6	4.10±0.07 ^a	63.77±0.13 ^c	18.01±0.14 ^b	26.55±0.04 ^b	4.98±0.08 ^b
12	5.22±0.15 ^c	61.34±0.04 ^b	18.13±0.04 ^b	26.74±0.17 ^b	4.97±0.01 ^b
18	4.55±0.13 ^b	61.03±0.28 ^b	18.29±0.10 ^b	26.70±0.12 ^b	4.68±0.01 ^a
24	6.00±0.04 ^d	64.22±0.04 ^c	16.10±0.08 ^a	27.14±0.02 ^c	4.59±0.02 ^a

L^* คือ ค่าความสว่าง (lightness) มีค่า 0-100 (0 หมายถึงวัตถุมีสีดำ, 100 หมายถึงวัตถุมีสีขาว) a^* แสดงค่า สีเขียว-แดง (+a หมายถึงวัตถุมีความเป็นสีแดง -a หมายถึงวัตถุมีความเป็นสีเขียว) b^* คือ สีน้ำเงิน-เหลือง (+b หมายถึงวัตถุมีความเป็นสีเหลือง, -b หมายถึงวัตถุมีความเป็นสีน้ำเงิน) อักษรพิมพ์เล็กภาษาอังกฤษในตารางในคอลัมน์เดียวกันที่แสดงถึงค่าที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 1 พงมะละกอหมักที่ระยะเวลาหมักต่าง ๆ โดยที่ อักษร A- E คือ พงมะละกอหมักที่ระยะเวลาหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ



รูปที่ 2 สารละลายพงมะละกอหมักที่ระยะเวลาต่าง ๆ ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร โดยอักษรที่กำกับได้รูป A-E คือ สารละลายพงมะละกอที่ระยะเวลาหมัก 0 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ

4.2 ปริมาณน้ำตาลรวม น้ำตาลรีดิวซ์ สารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของมะละกอหมักที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ปริมาณน้ำตาลรวมของตัวอย่างมะละกอหมักมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่เวลาหมัก 18 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 252.80 ± 65.03 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด ในขณะที่ตัวควบคุมมีปริมาณน้ำตาลรวม 113.87 ± 5.21 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักสด ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีปริมาณต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญที่ระยะเวลาหมัก 12 ชั่วโมง โดยมีค่าเท่ากับ 28.26 ± 3.24 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด และเพิ่มขึ้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระยะเวลาหมัก 24 ชั่วโมง โดยมีค่าเท่ากับ 53.36 ± 0.44 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำตาลรวม น้ำตาลรีดิวซ์ สารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของมะละกอหมักที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลาหมัก (ชั่วโมง)	น้ำตาลรวม (มก./กรัม น้ำหนักสด)	น้ำตาลรีดิวซ์ (มก./กรัม น้ำหนักสด)	สารประกอบ ฟีนอลิก (มก. GAE/กรัม น้ำหนักแห้ง)	IC ₅₀ DPPH (มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง)
0	113.87±5.21 ^a	44.88±9.17 ^{b,c}	0.51±0.01 ^a	1.31±0.20 ^a
6	117.60±14.22 ^a	45.13±10.12 ^{b,c}	0.58±0.02 ^{a,b}	1.40±0.26 ^a
12	152.00±34.61 ^a	28.26±3.24 ^a	0.60±0.01 ^{a,b}	1.38±0.33 ^a
18	252.80±65.03 ^b	37.79±3.69 ^{a,b}	0.57±0.02 ^{a,b}	1.52±0.33 ^a
24	167.20±19.42 ^a	53.36±0.44 ^c	0.63±0.10 ^b	1.25±0.40 ^a

ข้อมูลในตารางที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± SD จากการทดสอบ 3 ซ้ำ โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในผงมะละกอที่หมักมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวควบคุม (0.5 ± 0.01 มิลลิกรัม GAE/กรัม น้ำหนักแห้ง) โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของตัวอย่างมีค่าอยู่ในช่วง $0.57 \pm 0.02 - 0.63 \pm 0.10$ มิลลิกรัม GAE/กรัม น้ำหนักแห้ง โดยตัวอย่างที่มีค่าฟีนอลิกรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับชุดควบคุม คือ ผงมะละกอหมักที่เวลา 24 ชั่วโมง (0.63 ± 0.10 มิลลิกรัม GAE/กรัม น้ำหนักแห้ง) (ตารางที่ 2)

ผลของกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ IC₅₀ DPPH ของผงมะละกอหมักที่เวลา 0 – 24 ชั่วโมง มีค่า อยู่ในช่วง $1.25 \pm 0.40 - 1.52 \pm 0.33$ มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของทุกตัวอย่างเมื่อเทียบกับชุดควบคุม (ตารางที่ 2)

4.3 ผลการตรวจเชื้อโคลิฟอร์มรวมและเชื้อ E. coli ของตัวอย่างผงมะละกอหมัก

ผลการตรวจเชื้อโคลิฟอร์มรวมและเชื้อ E. coli ไม่พบเชื้อโคลิฟอร์มและเชื้อ E. coli ในทุกตัวอย่าง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 Total coliform และ E. coli ของผงมะละกอหมักด้วยลูกแป้งข้าวหมากที่เวลาต่าง ๆ

ระยะเวลาหมัก (ชั่วโมง)	Total coliforms (cfu/g)	E. coli
0	ND	ND
6	ND	ND
12	ND	ND
18	ND	ND
24	ND	ND

*ND (not detected) หมายถึง ตรวจไม่พบเชื้อ หรือ มีค่า colony forming unit/มิลลิลิตร ต่ำกว่า 10

5. อภิปรายผลและสรุปผล

การเพิ่มขึ้นของร้อยละผลได้ในกระบวนการหมักสามารถเป็นไปได้ เนื่องจากการเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ในกระบวนการหมัก ซึ่งแต่ละช่วงเวลาในการหมักจะมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นแตกต่างกัน ส่งผลให้มีร้อยละ

ผลได้เพิ่มขึ้นแตกต่างกัน หรือน้ำหนักเปลี่ยนแปลงไปที่ระยะเวลาหมักต่าง ๆ (Varela et al. 2004) รวมถึงกระบวนการหมักที่ทำให้สารมีการเปลี่ยนแปลง เช่น การหมักด้วยยีสต์ ทำให้น้ำตาลเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ การหมักด้วยแบคทีเรียผลิตกรดแลกติกสามารถเปลี่ยนกลูโคสเป็นกรดแลกติกและเอทานอล (Sharma et al. 2020) รวมถึงกระบวนการในการทำให้ตัวอย่างมีการสูญเสียน้ำ และการระเหยของสารกลุ่มกรดระเหยง่าย (volatile acids) เช่น กรดแลกติก กรดอะซิติก และเอทานอล ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำหนักหรือร้อยละผลได้มีค่าลดลงได้ ดังนั้นร้อยละผลได้ที่เปลี่ยนแปลงในกระบวนการหมักเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และการเปลี่ยนแปลงสารที่เกิดจากกระบวนการหมัก

การเปลี่ยนแปลงพีเอชเกิดขึ้นได้เนื่องจากในกระบวนการหมักมีการเปลี่ยนแปลงของสารที่นำมาหมักเนื่องจากจุลินทรีย์ โดยในการหมักจุลินทรีย์หลายชนิด โดยเฉพาะกลุ่มที่เป็นแบคทีเรียผลิตกรดแลกติกสามารถเปลี่ยนกลูโคสเป็นกรดแลกติกและเอทานอล หรือสร้างผลิตภัณฑ์ที่เป็นกรดโดยเฉพาะกรดอะซิติก ซึ่งมีผลทำให้ผลผลิตที่ได้จากการหมักมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น (Sharma et al. 2020) โดยการหมักเมล็ดโกโก้มีการเปลี่ยนแปลงทำให้พีเอชลดลงเช่นเดียวกัน เนื่องจากผลการหมักทำให้เกิดผลิตภัณฑ์เป็นกรดอะซิติก (Vuyst & Leroy. 2020) ซึ่งในงานวิจัยนี้พบว่าผงมะละกอหมักเมื่อนำมาละลายน้ำได้สารละลายที่มีความเป็นกรดมากกว่าในชุดควบคุมเช่นเดียวกัน

เมื่อนำผงมะละกอหมักที่เวลาต่าง ๆ มาละลายน้ำที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร พบว่าสารละลายที่ได้มีการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 453 นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่ใกล้เคียงกับความยาวคลื่นของแคโรทีนอยด์ (λ 450 nm) (Setiyono et al. 2019; Schweiggert et al. 2011; Shen et al. 2019) โดยมีรายงานว่าแคโรทีนอยด์ที่พบในมะละกอสุกประกอบด้วย เบตาคริปโตแซนทิน (β -cryptoxanthin) แอลฟาแคโรทีน (α -carotene) เบตาแคโรทีน (β -carotene) โลโคปีน (lycopene) ลูทีน (lutein) และซีแซนทิน (zeaxanthin) สารส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำยกเว้นเบตาคริปโตแซนทินที่สามารถละลายน้ำได้เล็กน้อย (Shan et al. 2019) การทดลองพบว่าระหว่างการหมักเกิดการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุบางชนิด เนื่องจากสีของสารละลายผงมะละกอหมักที่เวลาต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงที่ต่างกัน โดยมีสีส้มปรากฏในสารละลายที่เวลาหมักต่าง ๆ แตกต่างกัน แต่ในการวิจัยนี้ไม่ได้วิเคราะห์องค์ประกอบของรงควัตถุ จึงจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมต่อไปเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุแต่ละชนิดในแต่ละช่วงเวลาหมัก

การศึกษาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเป็นการวิเคราะห์คาร์โบไฮเดรตทั้งในรูปน้ำตาลรีดิคัลและไมรีดิคัล ได้แก่ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว น้ำตาลโมเลกุลคู่ รวมถึงพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดต่าง ๆ ทั้งที่ละลายน้ำได้ และไม่ละลายน้ำ ซึ่งเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ ดังนั้นพอลิแซ็กคาไรด์ที่ละลายและไม่ละลายในน้ำทำหน้าที่เป็นใยอาหาร มีส่วนช่วยในการขับถ่าย การศึกษาน้ำตาลรีดิคัลเป็นการวัดน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวและโมเลกุลคู่เป็นหลักยกเว้นซูโครส ซึ่งเป็นน้ำตาลที่เป็นแหล่งพลังงานหลักให้แก่ร่างกาย การลดหรือเพิ่มขึ้นของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ในกระบวนการหมักเกิดจากการใช้น้ำตาลในกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการดำรงชีวิต เช่น ในการหมักไวน์เชอร์รี่พบว่าช่วงแรกปริมาณน้ำตาลลดลงอย่างมีนัยสำคัญ จากนั้นการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่เวลาหมัก 10 วัน (Jia et al. 2019)

สารประกอบฟีนอลิกหลายชนิดมีคุณสมบัติเป็นสารประกอบที่ต้านอนุมูลอิสระได้ โดยแต่ละชนิดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ต่างกันเนื่องจากมีหมู่ฟังก์ชันในการให้หรือรับอิเล็กตรอนที่ต่างกัน ปริมาณสารฟีนอลิกในสารสกัดธรรมชาติมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระด้วย (Zhu et al. 2019) ในกระบวนการหมัก จุลินทรีย์มีความสามารถในการผลิตเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลิก เช่น การหมักเมี่ยง ซึ่งเป็นการหมักใบชา (*Camellia sinensis*) แบบดั้งเดิม โดยยีสต์ในการหมักใบชาสามารถผลิตเอนไซม์แทนเนส (tannase enzyme) ซึ่งทำให้เกิดการเร่งปฏิกิริยาการสลายแทนนิน และเพิ่มอนุพันธ์ของคาเทชิน (catechin derivatives) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้ช่วยเพิ่มความสามารถในการกำจัดอนุมูล

อิสระ (Chakavorty et al. 2016) แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณสารพิษออลิกจากผงมะละกอหมักเพิ่มขึ้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อหมักเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แต่กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งการทดลองในครั้งนี้แม้สารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น แต่ยังคงมีความแตกต่างกันไม่มากพอที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงผลของกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระได้

การตรวจสอบความปนเปื้อนของ Total coliform เป็นตัวบ่งชี้ของการปนเปื้อนแบคทีเรียรูปแท่ง แกรมลบ ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่มักพบในลำไส้สัตว์เลือดอุ่น และที่พบในดิน ซึ่งการพบจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้บ่งชี้ถึงสุขาภิบาลอาหาร ส่วนการตรวจสอบเชื้อ E. coli ซึ่งเป็นเชื้อที่พบในอุจจาระของมนุษย์ และสัตว์บางชนิด ซึ่งการตรวจพบจะเป็นการบ่งบอกถึงการปนเปื้อน อาหารที่มีปริมาณเชื้อ E.coli ปริมาณมากเมื่อรับประทานเข้าสู่ร่างกายจะทำให้เกิดโรค เช่น ท้องเสีย ได้ (Bird et al. 2020) ส่วนการตรวจสอบความปนเปื้อนของ Total coliform และ E. coli ของผงมะละกอหมักที่เวลาต่าง ๆ ไม่พบทั้ง 2 ชนิด ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตที่ดำเนินการมีความปลอดภัยจากการปนเปื้อน อย่างไรก็ตามผงมะละกอหมักไม่ได้เป็นอาหารที่กำหนดมาตรฐานไว้โดยตรง จึงเทียบเคียงมาตรฐานของผงมะละกอหมักกับอาหารพร้อมบริโภค ในหมวดผักผลไม้ดอง แฮม เชื่อม กวน หรือทำให้แห้ง ซึ่งมาตรฐานระบุว่าสามารถพบ E.coli ได้น้อยกว่า 3 MPN/กรัม (สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2560) และในหมวดอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 355 (พ.ศ. 2556) ต้องตรวจไม่พบเชื้อโคลิฟอร์ม หรือตรวจพบเชื้อโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่ออาหาร 1 กรัม ในกรณีที่ตรวจด้วยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most probable number) ซึ่งผงมะละกอหมักที่ได้เมื่อพิจารณาตามมาตรฐานการปนเปื้อนของ Total coliform และ E.coli เป็นไปตามมาตรฐาน

6. ข้อเสนอแนะ

ผลของการหมักมะละกอที่เวลาต่าง ๆ และอบแห้งเป็นผงมะละกอหมัก ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณผลผลิตจากการหมัก สี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ ดังนี้ โดยปริมาณผลผลิตจากการหมัก ค่าสี และค่าความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างที่หมักเป็นเวลา 24 ชั่วโมงมีค่าแตกต่างกับชุดควบคุมมากที่สุด โดยมีร้อยละผลได้มากที่สุด ค่าพีเอชต่ำสุด ค่าสีที่มีความเป็นสีเหลืองมากที่สุด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุด และน้อยที่สุดที่เวลาหมัก 12 ชั่วโมง ส่วนปริมาณน้ำตาลรวมมีค่ามากที่สุดเมื่อหมักเป็นเวลา 18 ชั่วโมง ปริมาณฟีนอลิกเพิ่มสูงสุดที่ระยะเวลาหมัก 24 ชั่วโมง แต่ไม่มากพอที่จะเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ จากการทดสอบทางจุลชีววิทยา ไม่พบเชื้อโคลิฟอร์มและ E. coli ในทุกตัวอย่างศึกษา ผลจากกระบวนการหมักที่เวลาต่าง ๆ ทำให้ได้ผลที่แตกต่างกัน สามารถนำระยะเวลาหมักนี้สร้างผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของผู้แปรรูปได้ โดยเลือกเวลาหมักและผลที่ได้จากการหมักที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการหมักมะละกอทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างในอาหารซึ่งส่งผลต่อสุขภาพ เพื่อให้สามารถอธิบายได้ชัดเจนขึ้นควรทดสอบประโยชน์ของผงมะละกอหมักในด้านที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ เช่น ทดสอบผลต่อการเจริญเติบโตของโปรไบโอติกเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์อาหารนี้ เป็นต้น

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณเงินรายได้ พ.ศ. 2564 และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับสถานที่ทำการวิจัย อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการ

เอกสารอ้างอิง

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2560).

เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2560). นนทบุรี : โรงพิมพ์พิฑู ดีไซน์ แอนด์ พรินท์ จำกัด.

Bird, P., Bastin, B., Klass, N., Crowley, E., Agin, J., Goins, D., Bakken, H., Lingle, C., & Schumacher, A. (2020). "Evaluation of the 3MTM PetrifilmTM Rapid *E. coli*/ Coliform Count Plate for the Enumeration of *E. coli* and Coliforms: Collaborative Study, First Action: 2018.13". **Journal of AOAC international**. 103(2) : 513–522.

Blois, M.S. (1958). "Antioxidant determination by the use of a stable free radical". **Nature**. 181 : 1199-1200.

Chakravorty, S., Bhattacharya, S., Chatzinotas, A., Chakraborty, W., Bhattacharya, D. & Gachhui, R. (2016). "Kombucha tea fermentation : Microbial and biochemical dynamics". **International Journal of Food Microbiology**. 220 : 63-72.

Dajanta, K., Janpum, P., & Leksing, W. (2013). "Antioxidant capacities, total phenolics and flavonoids in black and yellow soybeans fermented by *Bacillus subtilis*: A comparative study of Thai fermented soybeans (thua nao)". **International Food Research Journal**. 20 : 3125–3132.

Dubois, M., Gillis, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., & Smith, F. (1956). "Colorimetric method for determination of sugars and related substances". **Analytical Chemistry**. 28(3) : 350–356.

Garriga, M., Almaraz, M. & Marchiaro, A. (2017). Determination of reducing sugars in extracts of *Undaria pinnatifida* (harvey) algae by UV-visible spectrophotometry (DNS method). **Actas de Ingeniería**. 3 : 173-179.

Inatsu, Y., Chotiko, A., & Ananchaipattana, C. (2020). "Contaminated *Bacillus cereus* in Lao and Thai fermented soybean "Tua Nao"". **Japan Agricultural Research Quarterly**. 54 : 47–51.

Jia, C., Han, F., Miao, X., Yan, A., Wu, P. & Sun, Y. (2019). "Study on the changes of sugar and acid in fermentation process of different varieties of cherry wine". **Journal of Food Science and Nutrition**. 2(1) : 15-19.

Leeuwendaal, N.K., Stanton, C., O'Toole, P.W., & Beresford, T.P. (2022). "Fermented Foods, Health and the Gut Microbiome". **Nutrients**. 14(1527) : 1-26.

Lopez-Martínez, L.M., Santacruz-Ortega, H., Navarro, R.E., Sotelo-Mundo, R.R., & Gonzalez-Aguilar, G.A., (2015). "A ¹H NMR investigation of the interaction between phenolic acids found in mango (*Mangifera indica* cv Ataulfo) and papaya (*Carica papaya* cv Maradol) and 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) free radicals". **Plos one**. 10(e0140242) : 1-11.

Melini, F., Melini, V., Luziatelli, F., Ficca, A.G., & Ruzzi, M. (2019). "Health-Promoting Components in Fermented Foods: An Up-to-Date Systematic Review". **Nutrients**. 11(1189) : 1-24.

Pakdeeto, A., Phuengjayaem, S., Arayakarn, T., Phitchayaphon, C., Tungkajiwangkoon, S., & Tanasupawat, S. (2022). "Identification of gamma-aminobutyric acid (GABA)-producing lactic acid bacteria from plant-based Thai fermented foods and genome analysis of *Lactobacillus brevis* GPB7-4". **ScienceAsia**. 48 : 254–262.



- Phromraksa, P., Nagano, H., Boonmars, T., & Kamboonruang, C. (2008). "Identification of proteolytic bacteria from Thai traditional fermented foods and their allergenic reducing potentials". **Journal of Food Science**. 73 : M189–M195.
- Samtiya, M., Aluko, R.E., & Dhewa, T. (2020). "Plant food anti-nutritional factors and their reduction strategies: An overview. Food Production". **Processing and Nutrition**. 2 : 1–14.
- Schweigert, R.M., Steingass, C.B., Mora, E., Esquivel, P., & Carle, R. (2011). "Carotenogenesis and physico-chemical characteristics during maturation of red fleshed papaya fruit (*Carica papaya* L.)". **Food Research International**. 44(5) : 1373–1380.
- Setiyono, E., Brotosudarmo, T. H. P., Pringgenies, D., Heriyanto, Prihastyanti, M. N.U., & Shioi, Y. (2019). "Analysis of β -cryptoxanthin from yellow pigmented marine bacterium *Erythrobacter* sp. kj5". **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. 246 (012004) :1-9.
- Sharma, R., Garg, P., Kumar, P., Bhatia, S.K. & Kulshrestha, S. (2020). "Microbial Fermentation and Its Role in Quality Improvement of Fermented Foods". **Fermentation**. 6(106) : 1-20.
- Shen, Y.H., Yang, F.Y., Lu, B.G., Zhao, W.W., Jiang, T., Feng, L., Chen, X.J., & Ming, R. (2019). "Exploring the differential mechanisms of carotenoid biosynthesis in the yellow peel and red flesh of papaya". **BMC Genomics**. 20(49) : 1-11.
- Showpanish, K., Sonhom, N., Janyaphisan, T., Woraprayote, W., & Rumjuankiat, K. (2022). "Isolation and optimization to enhance anti *Streptococcus suis* bacteriocin production by *Lactobacillus plantarum* RB01-SO". **International Journal of Agricultural Technology**. 18 : 809–828.
- Singleton V.L. & Rossi J.A. (1965). "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents". **American Journal of Enology and Viticulture**. 16 : 144-158.
- Sivamaruthi, B.S., Alagarsamy, K., Suganthi, N., Thangaleela, S., Kesika, P., & Chaiyasut, C. (2022). "The Role and Significance of *Bacillus* and *Lactobacillus* Species in Thai Fermented Foods". **Fermentation**. 8(635) : 1-17.
- Taweekasemsombut, S., Tinoi, J., Mungkornasawakul, P., & Chandet, N. (2021). "Thai Rice Vinegars: Production and Biological Properties". **Applied Sciences**. 11(5929) : 1-18.
- Varela, C. Pizarro, F and Agosin E. (2004). "Biomass Content Governs Fermentation Rate in Nitrogen-Deficient Wine Musts". **Applied and environmental microbiology**. 70(6) : 3392–3400.
- Voidarou, C., Antoniadou, M., Rozos, G., Tzora, A., Skoufos, I., Varzakas, T., Lagiou, A., & Bezirtzoglou, E. (2021). "Fermentative Foods: Microbiology, Biochemistry". Potential Human Health Benefits and Public Health Issues. **Foods**. 10 (69): 1-27.
- Vuyst, L.D. & Leroy, F. (2020). "Functional role of yeasts, lactic acid bacteria and acetic acid bacteria in cocoa fermentation". **FEMS Microbiology Reviews**. 14(44) : 432–453.
- Wongsa, J., Rungsardthong, V., & Yasutomo, T. (2018). "Production and analysis of volatile flavor compounds in sweet fermented rice (Khao Mak)". **MATEC Web of Conferences**. 192 (003044). 1-4.

Zhu, M.T., Huang, Y.S., Wang, Y.L., Shi, T., Zhang, L., Chen, Y., & Xie, M.Y. (2019). "Comparison of (poly)phenolic compounds and antioxidant properties of pomace extracts from kiwi and grape juice". **Food chemistry**. 271 : 425-432.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยในครั้งนี้ ได้สร้างแนวคิดในการใช้ลูกแพ้ง้าวหมากซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการแปรรูปผลผลิตมะละกอสุก ซึ่งมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ น้อยชนิด และผลมะละกอสุกยังสามารถนำเสียได้ง่าย โดยแปรรูปเป็นผงมะละกอหมักเพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้นาน โดยจากกระบวนการหมักทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพ และทางเคมี ของมะละกอหมักที่เวลาต่าง ๆ ที่ได้ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประยุกต์ใช้กระบวนการหมักในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งสามารถต่อยอดสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือศึกษาเพิ่มเติมในประโยชน์ของผลิตภัณฑ์นี้ต่อการส่งเสริมสุขภาพต่อไป



การพัฒนาความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ของนักศึกษาปริญญาตรี

เพ็ญภา คำแพง

คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

อีเมล : pennapa.k@ubru.ac.th

วันที่รับบทความ 23 มิถุนายน 2567

วันแก้ไขบทความ 21 สิงหาคม 2567

วันตอบรับบทความ 3 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลก่อนและหลังการใช้ปัญญาประดิษฐ์ 3) ศึกษาการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนการถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ 4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา การถ่ายภาพดิจิทัล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จำนวน 30 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ แบบทดสอบการคิดสร้างสรรค์ และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) และการทดสอบโดยใช้สถิติ t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์มีความรู้เพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.5 คิดเป็นร้อยละ 50 2) ความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ 82.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 4) ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.68, S.D. = 0.49)

คำสำคัญ : การถ่ายภาพดิจิทัล การคิดสร้างสรรค์ ปัญญาประดิษฐ์

Development of Digital Photography Ability Using Artificial Intelligence to Enhance Creative Thinking of Undergraduate Students

Pennapa Kumpang

Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University

E – mail : pennapa.k@ubru.ac.th

Received 23 June 2024

Revised 21 August 2024

Accepted 3 October 2024

Abstract

This research aimed to 1) study the effectiveness index of digital photography ability using artificial intelligence, 2) compare the digital photography ability before and after use artificial intelligence, 3) study the creativity thinking of digital photography students using artificial intelligence, 4) study of learners' satisfaction with digital photography using artificial intelligence. The sample group used in this research were students enrolled in Digital Photography course, second semester of the academic year 2023 at Faculty of Computer Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University which consist of 30 students, using the cluster random sampling method. The research instruments were lesson plans, learning achievement test, creative thinking test and satisfaction survey form. The statistics used in data analysis were mean, percentage, standard deviation (S.D.), efficiency index (E.I.), and t-test. 1) The effectiveness index of learning activities organized by using artificial intelligence with increased knowledge is equal to 0.5, which is 50 percent. 2) The ability to take digital photos using artificial intelligence after learning was significantly higher than before learning at a statistical level of 0.05. 3) Students' creative thinking was 82.25 percent, which is higher than the 70 percent threshold at the significance level of 0.05. 4) Students' satisfaction is at the highest level ($\bar{x} = 4.68$, S.D. = 0.49)

Keywords: Artificial Intelligence, Creative Thinking, Digital Photography



1. บทนำ

ปัจจุบันเข้าสู่ยุคดิจิทัล (Digital Society) ที่มีเทคโนโลยีเป็นตัวแปรสำคัญอย่างเต็มรูปแบบ การใช้เทคโนโลยีที่เชื่อมต่อสิ่งต่าง ๆ กับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตช่วยให้เกิดการสร้างสรรค์สิ่งใหม่เกิดขึ้นมากมาย อีกทั้งเป็นสังคมที่ต้องใช้ความรู้เป็นฐานในการขับเคลื่อนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมเพื่อสร้างการเติบโต ความมั่นคง รวมไปถึงการสร้างงานในทุกภาคเศรษฐกิจ องค์ความรู้และนวัตกรรมจึงเป็นปัจจัยหลักในการพัฒนามากกว่าเงินทุนและแรงงาน ในการจัดการเรียนการสอนของประเทศไทยจำเป็นต้องใช้ความรู้เทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ประเทศไทยมีปัญหาในการผลิตและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ขาดแรงงานที่มีทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมที่เน้นการคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับคุณลักษณะของคนไทยที่ประเทศไทยกำลังพยายามมุ่งพัฒนาประเทศด้วยไทยแลนด์ 4.0 ซึ่งมีจุดเน้นที่ เศรษฐกิจดิจิทัล เศรษฐกิจที่เน้นความรู้เป็นฐาน เศรษฐกิจสร้างสรรค์ การสร้างสรรค์คุณค่าและสิ่งแปลกใหม่สู่ธุรกิจและความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืน ปัญญาประดิษฐ์เป็นอีกเทคโนโลยีที่มุ่งเน้นแก้ปัญหาความรู้ความเข้าใจสามารถเชื่อมโยงความฉลาดของมนุษย์ เช่น การรับรู้ การเรียนรู้ การสร้าง การจดจำภาพ และการให้เหตุผล โดยการรวบรวมข้อมูลจำนวนมากจากแหล่งที่มาหลากหลายเพื่อสร้างระบบการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งสามารถต่อยอดความหมายที่ได้จากข้อมูลนั้น ตอบสนองต่อการสนทนาของมนุษย์ สร้างภาพ ข้อความต้นฉบับ และตัดสินใจตามข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ ช่วยลดต้นทุนและสร้างรายได้มหาศาล

ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence (AI)) (กมลชนก พูลสวัสดิ์ และคณะ. 2565) เป็นระบบประมวลผลความฉลาดเทียมที่สร้างให้กับสิ่งไม่มีชีวิตให้เท่าเทียมกับมนุษย์มีระบบประมวลผลคล้ายสมองของมนุษย์ก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่เป็นการกระทำ เช่น การจดจำคำ การแปลภาษา Chatbots การโต้ตอบอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติที่ใช้หุ่นยนต์ทำงาน เป็นต้น ปัญญาประดิษฐ์เป็นศาสตร์หนึ่งทางคอมพิวเตอร์ที่ประกอบไปด้วยความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้เรียนรู้และเข้าใจความสามารถของมนุษย์และมีความตั้งใจที่จะทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถคล้ายกับมนุษย์โดยใช้ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์เพื่อสามารถทำงานได้แทนมนุษย์หรือเพื่อส่งเสริมกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ให้ได้ดียิ่งขึ้น ปัญญาประดิษฐ์ คือ เครื่องจักร (Machine) ที่มีฟังก์ชันที่มีความสามารถในการทำความเข้าใจ เรียนรู้องค์ความรู้ต่างๆ อาทิเช่น การรับรู้ การเรียนรู้ การให้เหตุผล และการแก้ปัญหาต่าง ๆ เครื่องจักรที่มีความสามารถในการให้เหตุผล และจากผลการวิจัยเกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์ (วรรณิ์ สุจิตจรจุล และคณะ. 2565) เรื่อง ผลการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์สำหรับเด็กประถมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ปัญญาประดิษฐ์สำหรับเด็กประถมศึกษา ผลการวิจัย พบว่า ผลการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ปัญญาประดิษฐ์สำหรับเด็กประถมศึกษา มีคะแนนความสามารถปัญญาประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 5 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก และผลการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 นักเรียนมี ความสามารถด้านปัญญาประดิษฐ์สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญ

คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ที่ สป.อว. กำหนดกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 ได้กำหนดมาตรฐานผลการเรียนรู้แต่ละด้านในระดับอุดมศึกษามุ่งเน้นทักษะการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ความรับผิดชอบ การมีส่วนร่วมช่วยเหลือต่อการแก้ปัญหาในกลุ่มโดยอาศัยการคิดสร้างสรรค์เพื่อสามารถเป็นผู้นำในการสร้างหรือใช้นวัตกรรมใหม่ๆ ในการแก้ปัญหา สถานการณ์ปัจจุบันร่างพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ กล่าวถึง การศึกษาตลอดชีวิตหมายความว่าการศึกษาที่เกิดจากการผสมผสาน ระหว่างการศึกษาในระบบและการศึกษานอกระบบ การศึกษาอดตามอัธยาศัย เพื่อให้สามารถพัฒนาคุณภาพชีวิตได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ในรายวิชา 422502 การถ่ายภาพดิจิทัล เป็นการเรียนเกี่ยวกับประวัติ หลักวิธีการ องค์ประกอบ การบำรุงรักษากล้อง อุปกรณ์ ถ่ายภาพขั้นตอนการปฏิบัติงานดิจิทัลปฏิบัติงานฝึกทักษะ โดยนำความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการถ่ายภาพมาสร้างสรรค์ในรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์ สื่อวิทยุโทรทัศน์ และสื่อสารสนเทศได้ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติถ่ายภาพดิจิทัล พร้อมทั้งฝึกฝนให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดสร้างสรรค์ การออกแบบโปสเตอร์โฆษณา

ประชาสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และนำความรู้ความสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทำงานในสถานประกอบการได้ แต่จากการรายงานประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษา ในรายวิชาการถ่ายภาพดิจิทัล พบว่า นักศึกษามีผลการเรียนถ่ายภาพที่ต่ำ ซึ่งสาเหตุของปัญหามาจากนักศึกษายังขาดการคิดสร้างสรรค์ในการถ่ายภาพดิจิทัล ขาดแนวคิดใหม่ในการออกแบบภาพถ่าย การจัดองค์ประกอบภาพ และการจัดแสง ซึ่งสาเหตุเนื่องจาก นักศึกษาไม่สามารถคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเองได้ จึงมีความจำเป็นต้องออกแบบการเรียนรู้ให้มีเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ช่วยผู้เรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์

ปัญหาดังที่กล่าวสะท้อนให้เห็นคุณภาพการศึกษาที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขในรายวิชา การถ่ายภาพดิจิทัล เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ดังนั้นความรู้ที่ได้จากผู้สอนในห้องเรียนอาจไม่เพียงพอจึงใช้เครื่องมือเทคโนโลยีใหม่คือ ปัญญาประดิษฐ์ ช่วยให้ผู้เรียนออกแบบภาพถ่ายอย่างสร้างสรรค์มากขึ้น การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนเป็นการคิดแบบนอกเนกนัย (Divergent thinking) เป็นการคิดหลายทาง หลายแง่มุม การคิดที่กว้างไกล ซึ่งซึ่งลักษณะการคิดที่จะนำไปสู่การคิดสิ่งประดิษฐ์แปลกใหม่รวมถึงการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา ได้สำเร็จ ประกอบด้วยการคิด 4 ลักษณะคือ การคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม และการคิดละเอียดลออ (Guilford, J.P. (1967); สถาพร วงศ์จิราวัฒน์. 2565) และในขั้นตอนการแก้ไขภาพดิจิทัล (Nat Coalson. 2014) ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ 1) ถ่ายภาพ (Capture) 2) การนำเข้าภาพ (Import) 3) การจัดระเบียบ (Organize) 4) การพัฒนา (Develop) และ 5) ผลลัพธ์ (Output) มีความสอดคล้องกับรายวิชา การถ่ายภาพดิจิทัล เรื่อง การถ่ายภาพโปสเตอร์ ภาพยนตร์ โดยอาศัยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการออกแบบภาพถ่าย ตามโจทย์ที่ให้ไว้เพื่อการถ่ายทำออกมาอย่างสร้างสรรค์

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาปริญญาตรี เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ ภาพถ่ายก่อนการถ่ายทำลงมือปฏิบัติในการถ่ายภาพอย่างสร้างสรรค์และปรับปรุงพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพและสร้างสรรค์ผลงานนำความรู้ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันมุ่งสร้างบัณฑิตที่ดีและเก่งเพื่อการพัฒนาประเทศชาติสู่ความเป็นเลิศทางเทคโนโลยี

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์
- 2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลก่อนและหลังการใช้ปัญญาประดิษฐ์
- 2.3 เพื่อศึกษาการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์
- 2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์

3. วิธีการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งลงทะเบียนเรียนรายวิชา การถ่ายภาพดิจิทัล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 3 ห้อง รวมนักศึกษาทั้งสิ้น 83 คน โดยเป็นวิชาเลือกเสรี

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งลงทะเบียนเรียนรายวิชา การถ่ายภาพดิจิทัล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้อง รวมนักศึกษาทั้งสิ้น 30 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

3.2 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้ ใช้รูปแบบการวิจัย แบบกลุ่มเดียวการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pre-test Post-test Design) (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 249) แสดงตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่ม	Pre-test	Treatment	Post-test
E	P_1	T	P_2

ความหมายของสัญลักษณ์

E หมายถึง กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง

P_1 หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

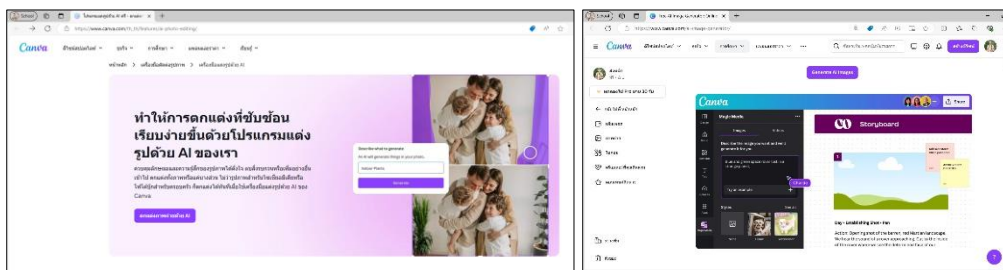
T หมายถึง การปฏิบัติถ่ายภาพดิจิทัลโดยใช้ปัญญาประดิษฐ์

P_2 หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

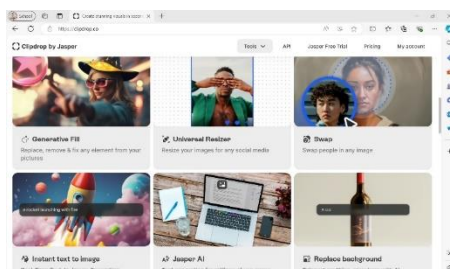
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

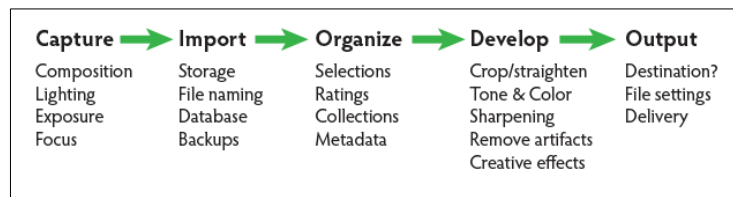
3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายภาพโปสเตอร์ภาพยนตร์ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นสื่อการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนทำให้พัฒนาความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลได้ดีขึ้น เว็บไซต์ที่เป็นเครื่องมือคือ www.canva.com และ www.clipdrop.co เป็นเครื่องมือที่ใช้ออกแบบภาพถ่ายและใช้ในการแต่งภาพให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น จำนวน 4 คาบ คาบละ 4 ชั่วโมง ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่าค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด



รูปที่ 1 เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ เว็บไซต์ www.canva.com



รูปที่ 2 เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ เว็บไซต์ www.clipdrop.co



รูปที่ 3 ขั้นตอนการแก้ไขภาพดิจิทัล (ที่มา : Nat Coalson (2014))

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน สำหรับใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีเนื้อหาเรื่อง การถ่ายภาพโปสเตอร์ภาพยนตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60-1.00 มีค่าความยาก (p) มีค่าตั้งแต่ 0.28-0.55 มีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.29-0.59 และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.75

3.3.3 แบบทดสอบการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน มีลักษณะเป็นอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.65-1.00 ,u ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.25-0.70 มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.27-0.80 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90

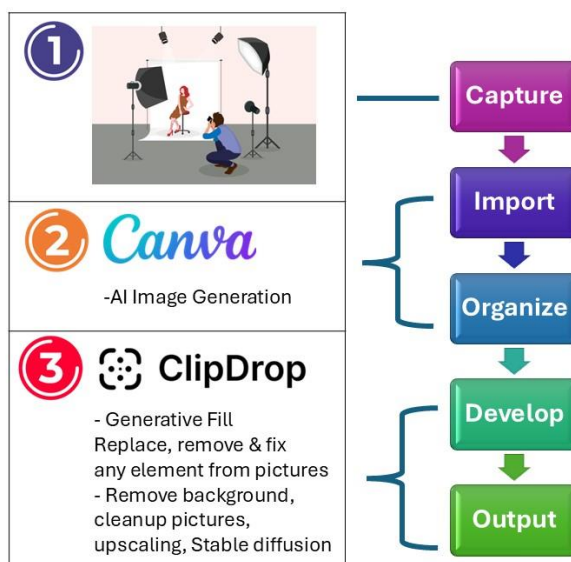
3.3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้การถ่ายภาพโดยการใช้ปัญหาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียวการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเองกับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชา 4222502 การถ่ายภาพดิจิทัล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 30 คน การเก็บรวบรวมข้อมูลมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

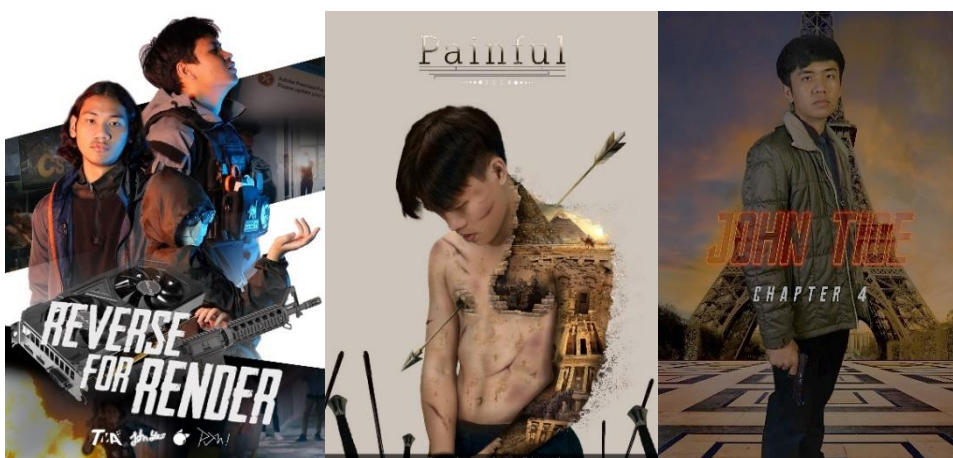
3.4.1 ผู้วิจัยชี้แจงแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนทราบขอบเขตเนื้อหา เรื่อง การถ่ายภาพโปสเตอร์ภาพยนตร์ โดยการใช้ปัญหาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ผู้สอนจะทำหน้าที่อะไร ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตนมีบทบาทอย่างไร และมีการวัดและประเมินผลอย่างไร จากนั้นให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบความสามารถก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก (Multiple Choices) จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 20 คะแนน

3.4.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยการใช้ปัญหาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การถ่ายภาพโปสเตอร์ภาพยนตร์ ซึ่งจะเรียนรู้หัวข้อ การจัดองค์ประกอบภาพ การจัดแสง การใช้เว็บไซต์ www.canva.com และ www.clipdrop.co ออกแบบภาพถ่ายก่อนการถ่ายทำจริง เมื่อเรียนจบในแต่ละหัวข้อเรื่อง ให้ผู้เรียน ทำภารกิจการเรียนรู้โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง และมีตัวอย่างโครงสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ดังภาพที่ 4



รูปที่ 4 โครงสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์

3.4.3 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยทดสอบกลุ่มที่ใช้ในการทดลองทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 20 คะแนน ใช้เวลาสอบ 1 ชั่วโมง แจกแบบทดสอบการคิดสร้างสรรค์ เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 20 คะแนน และแจกแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หลังการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ และสรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติต่อไป



รูปที่ 5 ตัวอย่างผลงานการถ่ายภาพโปสเตอร์ภาพยนตร์ของนักศึกษา

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ มาวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index) และเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน เปรียบเทียบหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งการทดสอบทางสถิติด้วยหลักการทางสถิติแล้วทำการสรุปผลการทดลอง มีสูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนน หลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนผู้เรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

3.5.2 นำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งการทดสอบทางสถิติ (t-test for Dependent Samples) ด้วยหลักการทางสถิติแล้วทำการสรุปผลการทดลองวิจัย

3.5.3 นำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบการคิดสร้างสรรค์มาวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้อยู่อาศัยประดิษฐ์ เรื่อง การถ่ายภาพโปสเตอร์ภาพยนตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

3.5.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยการใช้ประโยชน์ประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ผลการวิจัย

การพัฒนาความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ประโยชน์ประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ของนักศึกษาปริญญาตรี สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การใช้ประโยชน์ประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีประสิทธิผล ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
		ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
30	20	150	250	0.5

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ประโยชน์ประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ของนักศึกษาปริญญาตรี ผลคะแนนรวมของการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 150 คะแนน ผลคะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 250 คะแนน รวมค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.5 แสดงว่า ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.50 คิดเป็นร้อยละ 50 ทั้งนี้ เป็นผลจากการจัดการเรียนรู้โดยการใช้ประโยชน์ประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบ ทำให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมทางด้านเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเหมาะสมกับนักศึกษาทำให้นักศึกษาเห็นความสำคัญของการเรียนรู้และมีความสุขในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นอีกทั้งยังช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์กับผู้เรียนและผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

4.2 ความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การถ่ายภาพโปสเตอร์ภาพยนตร์ แสดงตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลก่อนเรียนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	จำนวนผู้เรียน	$\bar{X}$	S.D	df	t
ก่อนเรียน	30	8.02	3.95	19	13.69*
หลังเรียน	30	14.04	2.90	19	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

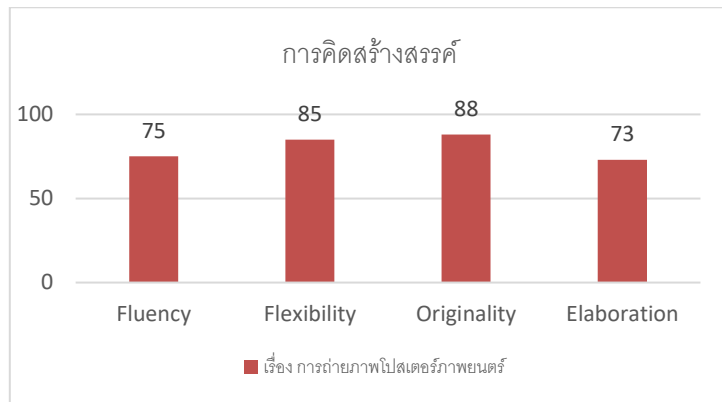
ตารางที่ 3 เห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียนอยู่ที่ 8.02 และค่าเฉลี่ยหลังเรียนมีค่า 14.04 สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาประติษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ทำให้ความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 8.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.95 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนเท่ากับ 2.90 มีค่า t เท่ากับ ทำให้ความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4.3 ความสามารถการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในการถ่ายภาพดิจิทัล หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาประติษฐ์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า คะแนนระหว่างเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.00 จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังแสดงตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลของผู้เรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

คะแนน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้		S.D
			$\bar{X}$	ร้อยละ	
หลังเรียน	30	20	45.00	80	5.0

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลการศึกษาการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนการถ่ายภาพดิจิทัลโดยใช้ปัญหาประติษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาปริญญาตรี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 30 คน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน มีผู้เรียน จำนวน 24 คน ที่ได้คะแนน ตั้งแต่ 16 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80 ซึ่งสูงกว่า เกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.0 และมีค่าคะแนนการคิดสร้างสรรค์แต่ละด้าน พบว่า ความสามารถการคิดสร้างสรรค์ ด้านการคิดคล่อง (Fluency) คิดเป็นร้อยละ 75 ความสามารถการคิดสร้างสรรค์ด้านการยืดหยุ่น (Flexibility) ร้อยละ 85 ความคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดริเริ่ม (Originality) ร้อยละ 88 และ การคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดละเอียดลออ (Elaboration) ร้อยละ 73 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ทำให้นักศึกษาเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบผลงาน ก่อนการถ่ายภาพดิจิทัลและทำให้การถ่ายภาพดิจิทัลมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นในแต่ละด้าน ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

รูปที่ 2 พบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ด้านการคิดริเริ่ม ค่าเท่ากับ ร้อยละ 88 มากที่สุด รองลงมา ด้านการยืดหยุ่น ค่าเท่ากับร้อยละ 85 ด้านการคิดคล่อง คิดเป็นร้อยละ 75 และ การคิด สร้างสรรค์ ด้านการคิดละเอียดลออ ร้อยละ 73 ตามลำดับ

4.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาประติษฐ์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการถ่ายภาพดิจิทัลโดยใช้ปัญหาประติษฐ์

ประเด็นความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
1. ผู้เรียนได้ฝึกการคิดสร้างสรรค์	4.79	0.42	มากที่สุด
2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำงานและแลกเปลี่ยนเรียนรู้	4.47	0.96	มาก
3. กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหา	4.58	0.69	มากที่สุด
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้			
4. บรรยากาศการเรียนรู้ผ่อนคลาย ไม่เครียด	4.84	0.37	มากที่สุด
5. ผู้เรียนมีความสุขในการทำกิจกรรมการเรียนรู้	4.95	0.23	มากที่สุด
ด้านสื่อการเรียนรู้			
6. สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.74	0.56	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอน	4.84	0.37	มากที่สุด
ด้านความรู้ ความเข้าใจ และนำไปใช้			
8. นักศึกษาสามารถคิดสร้างสรรค์ได้	4.84	0.37	มากที่สุด
9. นักศึกษามีความสามารถคิดสร้างสรรค์ในการถ่ายภาพเพิ่มมากขึ้น	4.36	0.47	มาก
10. นักศึกษาสามารถนำความรู้ ในการถ่ายภาพโดยใช้ปัญหาประติษฐ์นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.42	0.49	มาก
$\bar{X}$	4.68		
S.D.	0.49		



ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาปริญญาตรี พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในการถ่ายภาพของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนมีความสนุกในการเรียนสามารถตัดสินใจด้วยตนเอง มีความมั่นใจ และการแสดงออกด้วยความคิดสร้างสรรค์

5. อภิปรายผลและสรุปผล

5.1 การศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ของนักศึกษาปริญญาตรี พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.5 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แสดงว่า ผู้เรียนมีการพัฒนาความสามารถเพิ่มขึ้นร้อยละ 50 ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณรงค์ สังวาระนที ชำนาญ เขาวงกตพิงค์ และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2564) ได้วิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีแบบปัญญาประดิษฐ์ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ และเจตคติต่อเทคโนโลยี พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลอง เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ และเจตคติต่อเทคโนโลยี สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < 0.05$)

5.2 ความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลโดย เรื่อง การถ่ายภาพโปสเตอร์ภาพยนตร์ โดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ของนักศึกษาปริญญาตรี พบว่า ผู้เรียนจำนวน 30 คน การจัดการเรียนรู้โดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ทำให้ความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 8.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.95 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนเท่ากับ 2.90 มีค่า t เท่ากับ ทำให้ความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุจิตตรา จันทร์ลอย (2564) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้การออกแบบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคสแคมเพอร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบนวัตกรรมการศึกษาสร้างสรรค์ของนักศึกษาครู มหาวิทยาลัยราชภัฏ ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานมีองค์ประกอบ 7 ด้าน 2. การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนในภาพรวมระดับมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ($\bar{X} = 4.67$, $SD = 0.27$) 3. ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 4. ผลการศึกษาความสามารถในการออกแบบนวัตกรรมการศึกษาสร้างสรรค์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการออกแบบนวัตกรรมการศึกษาสร้างสรรค์สูงกว่าเกณฑ์อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ .05 5. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (CEIA Model) พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนในภาพรวมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.34$, $SD = 0.30$) และ 6. ผลการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานเพื่อส่งเสริม ความสามารถในการออกแบบนวัตกรรมการศึกษาสร้างสรรค์ (CEIA Model) พบว่า ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญต่อองค์ประกอบและขั้นตอนอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมศรี พุทธธรรมวงศ์ (2563) ได้วิจัยเรื่อง แนวทางการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนากำลังคนด้านปัญญาประดิษฐ์ที่สอดคล้องกับความต้องการของการค้าปลีกยุคใหม่ ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลกระทบเชิงบวก ได้แก่ เพิ่มประสิทธิภาพปรับปรุงประสิทธิภาพการบริการลูกค้าและพนักงาน เพิ่มรายได้ลดต้นทุน ขยายขีดความสามารถธุรกิจ พัฒนาสินค้าและบริการผลกระทบที่ต้องเตรียมความพร้อม ได้แก่ ด้าน: บุคลากร วัฒนธรรมองค์กร กระบวนการทำงานและวิศวกรรมซอฟต์แวร์ข้อมูล เทคโนโลยีและเงินทุน 2) คุณลักษณะกำลังคนด้านปัญญาประดิษฐ์คือ มีความรู้ทักษะด้าน : การค้าปลีกยุคใหม่ คณิตศาสตร์และสถิติวิศวกรรมซอฟต์แวร์และการเขียนโปรแกรมการจัดการข้อมูล ปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่อง ส่วนทักษะชีวิตและสังคม ได้แก่ การสื่อสาร การทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเป็นทีม ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ความคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหาซับซ้อน การเรียนรู้ตลอดชีวิต ความมุ่งมั่น ความยืดหยุ่น ความมีภาระรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์และจริยธรรม 3) แนวทางการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนา

กำลังคนด้านปัญญาประดิษฐ์และปัจจัยเอื้อต่อความสำเร็จรวม 8 ด้าน ดังนี้หลักสูตรและเนื้อหาสาระ การเรียนรู้ครู/อาจารย์ผู้สอน ผู้เรียน สื่อ อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้การวัดผลและประเมินผล ภาวะผู้นำของผู้บริหารสถานศึกษา และความร่วมมือของทุกภาคส่วน

5.3 การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนการถ่ายภาพดิจิทัลโดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ พบว่า ผู้เรียนจำนวน 30 คน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน มีผู้เรียน จำนวน 24 คน ที่ได้คะแนน ตั้งแต่ 16 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.0 และมีค่าคะแนน การคิดสร้างสรรค์แต่ละด้าน พบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ด้านการคิดคล่อง คิดเป็นร้อยละ 75 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ด้านการยืดหยุ่น ร้อยละ 85 ความคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดริเริ่ม ร้อยละ 88 และการคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดละเอียดลออ ร้อยละ 73 สอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจพร สันรักษาเวศ (2564) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ระบบเปิด (MOOCs) ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า การคิดสร้างสรรค์ ที่ได้จากแบบวัด การคิดสร้างสรรค์ ใน การศึกษาระยะที่ 2 และ 3 มีผู้เรียนจำนวนร้อยละ 60 ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ตามที่กำหนดไว้ โดยผู้เรียน มีค่า คะแนนเฉลี่ยการคิดสร้างสรรค์เท่ากับ 19.19, 20.76 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54, 0.55 ตามลำดับ และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สถาพร วงศ์จิราณวัฒน์ (2565) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ เทคโนโลยีเสมือนจริงแบบห้องเรียนกลับด้านตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ สำหรับการ ออกแบบผลิตภัณฑ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียน ด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ พบว่า ระยะที่ 2 และ 3 มีผู้เรียนจำนวนร้อยละ 70.00 และ 62.50 ที่มีคะแนนสูง กว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ตามที่กำหนดไว้

5.4 การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการถ่ายภาพดิจิทัลโดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริม การคิดสร้างสรรค์ พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ (วรรณิ์ สุจิตจรุจ และคณะ. 2565) เรื่อง ผลการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ สำหรับเด็กประถมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ผลการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ปัญญาประดิษฐ์สำหรับเด็กประถมศึกษา ผลการวิจัย พบว่า ผลการใช้นวัตกรรม การเรียนรู้ปัญญาประดิษฐ์สำหรับเด็กประถมศึกษา มีคะแนนความสามารถปัญญาประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 1 - 5 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก และผลการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 นักเรียนมี ความสามารถด้าน ปัญญาประดิษฐ์สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกระดับชั้น

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

6.1.1 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในการ ถ่ายภาพ ดิจิทัล ผู้สอนควรมีความเข้าใจในกระบวนการการสอนรวมถึงเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์เป็นอย่างดี ควรใช้ เทคนิค การเสริมแรง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีแรงจูงใจ และเกิดความภูมิใจในตัวเอง ให้ คำปรึกษา สังเกตการณ์พฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ในขณะปฏิบัติตลอดเวลา

6.1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกระบวนการ ผู้สอนควรกำหนดเวลา ขอบเขตของงานให้ ชัดเจน และกระตุ้นผู้เรียนให้ทำภารกิจการเรียนรู้ ในกรอบเวลาที่กำหนด

6.1.3 ผลการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนสามารถนำไปออกแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิด สร้างสรรค์และเป็นแนวทาง ในการพัฒนานวัตกรรม เนื้อหารายวิชาอื่นๆ ได้

6.1.4 ใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนช่วยในการสร้างผลงาน ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตสื่อ ลดข้อผิดพลาดในการทำงานได้



6.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

6.2.1 ควรศึกษาการพัฒนาความสามารถในการถ่ายภาพดิจิทัลโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ไปใช้กับการผลิตสื่อมัลติมีเดียอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดแนวคิดในการคิดสร้างสรรค์กับผู้อื่นมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กมลชนก พูลสวัสดิ์ รุ่งภา วันเพ็ญ ศศธร ห่มชัย พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2565). “ปัญญาประดิษฐ์กับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์”. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*. 21(1) : 1-8.
- ณรงค์ สังวาระนที ชำนาญ เขียวกิตติพงศ์ ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2564). “ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีแบบปัญญาประดิษฐ์ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ และเจตคติต่อเทคโนโลยี”. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 13(1) : 112-124.
- เบญจพร สันธักษาเวช. (2564). การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ระบบเปิด(MOOCs) ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วรรณิ์ สุจิตร์จุล และคณะ. (2565). “ผลการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ สำหรับเด็กประถมศึกษา”. *วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ*. 7(10) : 327-338.
- สถาพร วงศ์จิราวัฒน์. (2565). การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริงแบบห้องเรียนกลับด้านตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมศรี พุทธธรรมวงศ์. (2563). แนวทางการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนากำลังคนด้านปัญญาประดิษฐ์ที่สอดคล้องกับความต้องการของการค้าปลีกยุคใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สุจิตตรา จันทร์ลอย. (2564). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้การออกแบบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคสแคมเพอร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบนวัตกรรมการศึกษาสร้างสรรค์ของนักศึกษาครู มหาวิทยาลัยราชภัฏ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Guilford, J.P. (1967). “Creativity: Yesterday, today and tomorrow”. *The Journal of Creative Behavior*. 1(1) : 3-14.
- Nat Coalson (2014). “Digital Photo Editing Workflow – Better Images from Capture to Output”. [Online]. Available : <https://digital-photography-school.com/digital-photo-editing-workflow-better-images-capture-output/>. Retrieved March 23, 2023.

คุณค่าทางวิชาการ

ปัญญาประดิษฐ์สามารถนำไปใช้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อการถ่ายภาพอย่างสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้นช่วยประหยัดเวลาในการคิดงาน ประหยัดต้นทุนในกระบวนการผลิตโปสเตอร์ภาพยนตร์เพื่อการประชาสัมพันธ์ และได้ผลงานออกอย่างสร้างสรรค์ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนออกแบบการถ่ายภาพแต่งภาพถ่ายทำให้นักศึกษามีความคิดสร้างสรรค์นำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการถ่ายภาพได้ดีมากยิ่งขึ้น

การพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทยเลย

โกเมนทร์ พร้อมจะบก¹ นพรัตน์ พันธูวาปี² เมืองมล เสนเพ็ง^{3*}

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย^{1 2 3*}

อีเมล : muangmol.sen@lru.ac.th^{3*}

วันที่รับบทความ 31 พฤษภาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 8 ตุลาคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ 15 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานแบบไทยเลยโดยเปรียบเทียบกับทักษะของมนุษย์ในด้านเวลาและความแม่นยำ คณะผู้วิจัยใช้บอร์ดควบคุมสำหรับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 2 เฟส NEMA17 1.8 องศา แม่เหล็กถาวร สเต็ปเปอร์มอเตอร์สำหรับแกน x และ y การหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่จะหมุนใน 1 วงกลมมี 360 องศา และมอเตอร์หมุน 1 สเต็ป เท่ากับ 1.8 องศา / 1 สเต็ป สำหรับคำนวณค่าการหมุนใน 1 รอบการหมุน เพื่อค้นหาสัญญาณพัลส์ที่ถูกต้อง เมื่อป้อนค่าลงในคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ได้ระยะการหมุนที่ถูกต้อง ให้เรียกค่านั้น step/mm สามารถคำนวณได้จากข้อมูลต่อไปนี้ จำนวนพัลส์ในการหมุนมอเตอร์ 1 ตัวเท่ากับ 360 องศาหารด้วย 1.8 องศา เพื่อให้สเต็ป/รอบเท่ากับ 200 สเต็ป/มม. เราตั้งค่าบอร์ดควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์รูปแบบไมโครสเต็ป เป็น 32 สเต็ป/มม. โดยการทดลองแกน X และแกน Y แต่ละตัวด้วยค่าทดลอง 50 และ 100 มิลลิเมตร ระยะกัดชิ้นงาน 50 มิลลิเมตร ระยะการวัดในแกน X 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. แกน Y 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. ความแม่นยำคือ 99.6% ระยะชิ้นงาน 100 มม. ระยะการวัดในแกน X 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ระยะการวัดในแกน Y 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ความแม่นยำคือ 99.6% ผลการพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานสไตล์ไทยเลยการทำงานของเครื่องมีความแม่นยำที่ 99.6% เมื่อเปรียบเทียบกับทักษะของมนุษย์มีความแม่นยำที่ 83% และในด้านเวลามนุษย์ทำงานช้ากว่า 5 เท่า

คำสำคัญ : เครื่องแกะสลักไม้ สเต็ปเปอร์มอเตอร์



Development of a wood carving machine to create work pieces in the Tai Loei style

Komen Promjabok¹, Nopparat Pantuwapee², Muangmol Senpheng^{3*}

Faculty of Industrial Technology, Loei Rajabhat University^{1,2,3*}

E – mail : muangmol.sen@lru.ac.th^{3*}

Received 31 May 2024

Revised 8 October 2024

Accepted 15 October 2024

Abstract

This research proposes development of a wood carving machine to create work pieces in the Tai Loei style compare to human skills in terms of time and accuracy. We use control board for stepper motor 2 phase NEMA17, 1.8degree, permanent magnet: stepper motor for x and y axis. The rotation of the stepping motor that will rotate in 1 circle has 360 degree and the motor rotates 1 step, equal to 1.8 degree/1 step. For calculate rotation value in 1 spin cycle in order to find the correct pulse signal: When input the values into the controller to get the correct rotation distance call that value step/mm. It can be calculated from the following information: Number of pulses in 1 motor rotation equal to 360 degree divided by 1.8 degree so that steps/revolution is 200 step/mm. We set the micro step form stepper motor control board is 32 step/mm. By experimenting each of the X axis and the Y axis by the experimental value of 50 and 100 millimeters , Workpiece milling distance 50 mm. measuring distance in X axis 49.8 mm. Error 0.2 mm. Y axis 49.8 mm. Error 0.2 mm. accuracy is 99.6%. Workpiece distance 100 mm. Measuring distance in X axis 99.6 mm. Error 0.4 mm. measuring distance in Y axis 99.6 mm. Error 0.4 mm. accuracy is 99.6%. The result of the development of the wood carving machine to create the Thai-style workpieces, the machine's operation has an accuracy of 99.6%, compared to human skills, the accuracy is 83%, and in terms of time, humans work 5 times slower.

Keywords : wood carving machine, stepping motor, control board.

1. บทนำ

การควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ (CNC) ในปัจจุบันมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถแกะสลักได้อย่างรวดเร็วและมีความแม่นยำสูง เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานแบบอัตโนมัติและมีขนาดเล็กกว่าเครื่องจักรที่ใช้ในอุตสาหกรรม (Dhairya R. et.al. 2018) ดังนั้นเครื่อง CNC ขนาดเล็กนี้จึงเหมาะสำหรับผู้ที่กำลังเริ่มศึกษาการทำงานของเครื่อง CNC หรือ ผู้ที่ใช้ผลิตงานที่ไม่ต้องการความละเอียดมากนักเนื่องจากไม่ต้องลงทุนซื้ออุปกรณ์ราคาแพง (Neha Chourasia Rohit .et.al.2018)

ตามที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยต้องการศึกษาหลักการทำงานของเครื่อง CNC ที่สามารถแกะสลักไปบนไม้เพื่อสร้างรูปภาพจากภาพต้นฉบับที่นำเข้ามาในโปรแกรม GRBL ได้ (Sriranga V.et.al. 2018) และกระบวนการสร้างเครื่อง CNC เป็นอย่างไร รวมถึงสามารถสั่งการให้เครื่อง CNC ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Mubarak Hossain and Tanzilur Rahman. 2018)

จากการศึกษางานวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้ยางพาราด้วยการควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ (Muangmol Senpheng. 2019) ซึ่งมีความแม่นยำมากในการแกะสลักไม้ยางพารา จึงได้นำเอาเทคนิคและวิธีการมาใช้ในการพัฒนาเครื่อง

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานแบบไทย โดยเปรียบเทียบกับทักษะของมนุษย์ในด้านเวลาและความแม่นยำ เราใช้บอร์ดควบคุมสำหรับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 2 เฟส NEMA17, 1.8 องศา, แม่เหล็กถาวร: สเต็ปเปอร์มอเตอร์ 1 ตัวสำหรับแกน x และสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 2 ตัวสำหรับแกน y การหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่จะหมุนเป็นวงกลม ดังนั้น 1 วงกลมจะมี 360 องศา เมื่อมอเตอร์หมุน 1 สเต็ป เท่ากับ 1.8 องศา ต่อ 1 สเต็ป ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคำนวณค่าการหมุนของมอเตอร์ในรอบการหมุน 1 รอบ เพื่อหาสัญญาณพัลส์ที่ถูกต้อง จากนั้นป้อนค่าลงในคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ได้ระยะการหมุนที่ถูกต้องเรียกค่านั้น สเต็ป/มม. สามารถคำนวณได้จากข้อมูลต่อไปนี้: จำนวนพัลส์ในการหมุนมอเตอร์ 1 ตัวเท่ากับ 360 องศาหารด้วย 1.8 องศา ดังนั้นสเต็ป/รอบ คือ 200 สเต็ป/มม.

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทย
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทย

3. วิธีการวิจัย

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มผู้สร้างผลิตภัณฑ์งานแกะสลักไม้ยางพารา ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเลย ที่มีความประสงค์จะสร้างอาชีพเสริมด้วยการ นำเอาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทย ในงานวิจัยนี้ มาทำการแกะสลักไม้ยางพาราที่ต้องการสร้างผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัวและชุมชน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.2.1 เครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทย
- 3.2.2 คู่มือการใช้งาน และการทดสอบสมรรถนะเครื่องแกะสลักไม้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทย นำไปทดลองใช้กับวัสดุไม้ยางพารา และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องมือ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- 3.4.1 วิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะเครื่องแกะสลักไม้

3.4.2 วิเคราะห์ข้อมูลเวลาในการทำงานเครื่องแกะสลักไม้

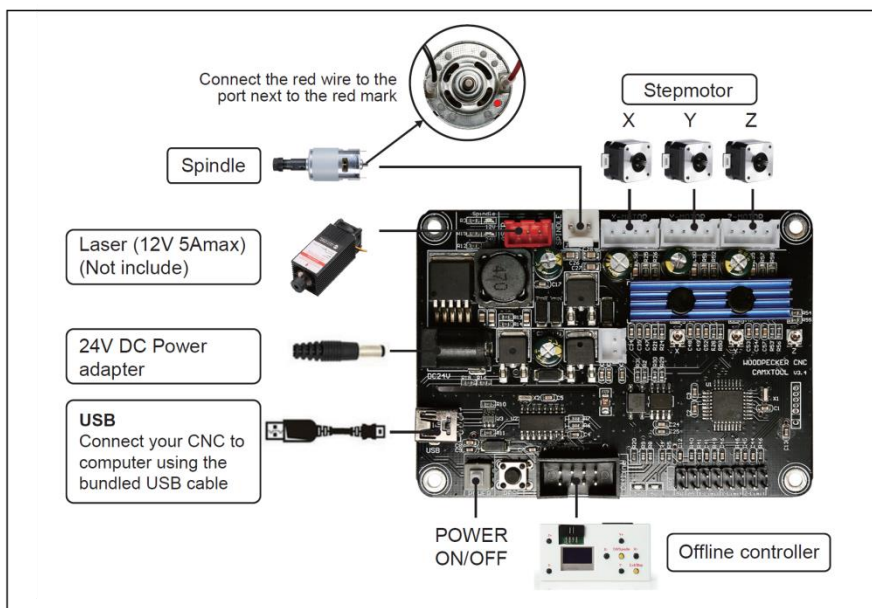
3.4.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทยเลย เราใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการพัฒนาดังนี้

4.1.1 บอร์ดควบคุม

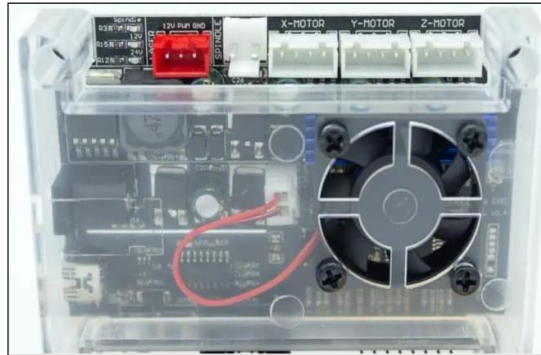
บอร์ดควบคุมประกอบด้วยไมโครชิปเทคโนโลยี Atmega328, ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) 8 บิต, อินพุต/เอาต์พุตดิจิทัล 4 ช่อง, คริสตัลควอตซ์ 16MHz เราสามารถเริ่มต้นด้วยการเชื่อมต่อ Arduino Uno เข้ากับคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อปหรือแล็ปท็อปด้วยสาย USB และอีกวิธีหนึ่งโดยการจ่ายไฟด้วยอะแดปเตอร์ AC เป็น DC Arduino Uno สามารถตั้งโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ Arduino ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมการพัฒนาแบบรวม ATmega328 บนบอร์ด Arduino Uno ได้รับการตั้งโปรแกรมล่วงหน้าด้วยโปรแกรมโหลดบูตซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถอัปโหลดโค้ดไปยัง MCU ได้โดยไม่ต้องใช้โปรแกรมเมอร์ฮาร์ดแวร์ภายนอก บอร์ดควบคุมจะกระพริบด้วยรหัสผ่าน G-code ซึ่งเขียนด้วยภาษา c ซึ่งมีหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมสำหรับสัญญาณคำสั่งที่เกี่ยวข้องจากระบบคอมพิวเตอร์ไปยังสเต็ปเปอร์มอเตอร์ซึ่งควบคุมการเคลื่อนที่ของเส้นทางเครื่องมือโดยตรง รับคำสั่งจากระบบคอมพิวเตอร์หรือซอฟต์แวร์แล้วแปลงเป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์จริงไปยังบอร์ดไดรเวอร์สเต็ปเปอร์มอเตอร์ดังแสดงในรูป 1



รูปที่ 1 micro-controller board

4.1.2 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ไดรเวอร์

เป็นไดรเวอร์ที่รับสัญญาณสเต็ปจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้าทำงานที่ DC 10 - 35 v แหล่งจ่ายไฟ DC 24 v แหล่งจ่ายไฟสลัป, กระแสเอาต์พุตสูงสุดที่ได้คือ บวกหรือลบ 3A, และสูงสุดที่ 3.5A ดังแสดงในรูป 2



รูปที่ 2 Stepper motor driver board

4.1.3 สเต็ปเปอร์มอเตอร์

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่ใช้เป็นแบบไฮบริด 2 เฟส 17HS4401 สำหรับพิกัด X และ Y มุมสเต็ปที่ 1.8 องศา ความยาวของมอเตอร์ที่ 40 มม. กระแส 1.7A ความต้านทานเฟส 1.5 โอห์ม ตัวเหนี่ยวนำเฟส 2.8mH น้ำหนักมอเตอร์ 280 กรัม ดังแสดงในรูป 3



รูปที่ 3 Stepper motor

4.1.4 ซอฟต์แวร์

ในการวิจัยนี้เราใช้ซอฟต์แวร์ 2 ตัวคือ: 1. G-code หากต้องการแกะสลักไฟล์รูปภาพหรือข้อความด้วย CNC จะต้องแปลงเป็น G-code ก่อน ซึ่ง G-code คือ ชุดคำสั่งที่ประกอบด้วยจำนวนพิกัด X และ Y ขึ้นอยู่กับลักษณะของไฟล์นั้นๆ และ 2. GRBL (v.3.0.4) GRBL เป็นหนึ่งในสตรีมเมอร์ G-code ที่ดีที่สุดและสามารถโหลดเส้นทาง G-code ของสตรีมเมอร์ไปยังบอร์ดควบคุม (P. Jamaleswara .et.al. 2018)

4.2. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทย

4.2.1 ขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงาน

เราใช้สมการในการคำนวณการปรับเทียบเพื่อการเคลื่อนที่ที่แม่นยำของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

$$X = A * B / C \quad (1)$$

เมื่อ

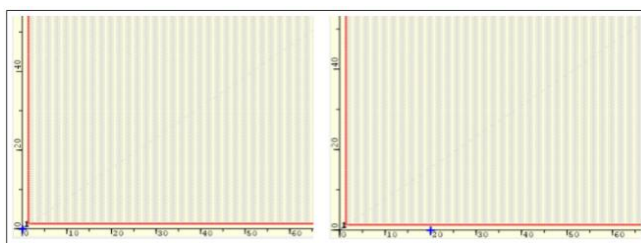
A = สเต็ปปัจจุบัน

B = สเต็ปที่คาดหวัง

C = สเต็ปที่แท้จริง

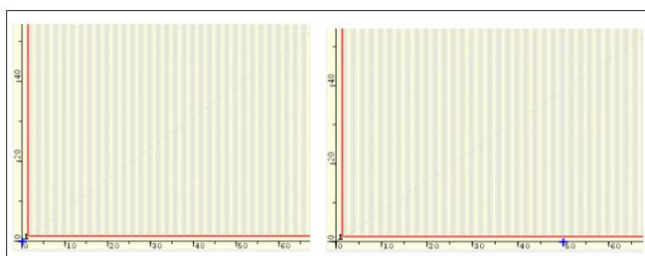
X = สเต็ปสุดท้ายที่ได้รับ

4.2.2 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน X โดยรันโปรแกรมผ่านโปรแกรม GRBL เครื่องหมายบวกจะเลื่อนจาก 0 มม. เป็น 20 มม.



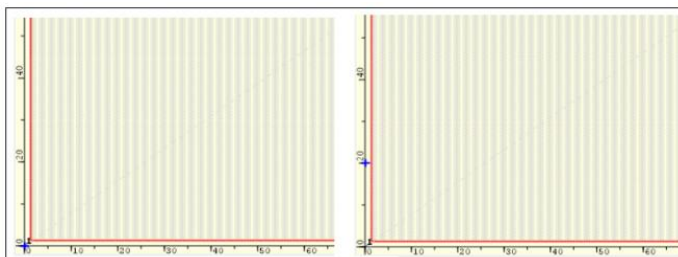
รูปที่ 4 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน X จาก 0 มม. ถึงจุด 20 มม.

4.2.3 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน X โดยรันโปรแกรมผ่านโปรแกรม GRBL เครื่องหมายบวกจะเลื่อนจาก 0 มม. เป็น 50 มม.



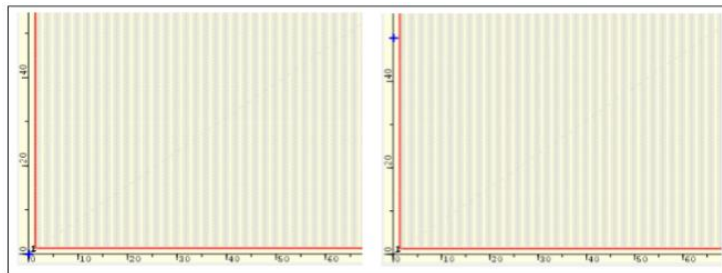
รูปที่ 5 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน X จาก 0 มม. ถึงจุด 50 มม.

4.2.4 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน Y โดยรันโปรแกรมผ่านโปรแกรม GRBL เครื่องหมายบวกจะเลื่อนจาก 0 มม. เป็น 20 มม.



รูปที่ 6 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน Y จาก 0 มม. ถึงจุด 20 มม.

4.2.5 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน Y โดยรันโปรแกรมผ่านโปรแกรม GRBL เครื่องหมายบวกจะเลื่อนจาก 0 มม. เป็น 50 มม.



รูปที่ 7 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน Y จาก 0 มม. ถึงจุด 50 มม.

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากงานวิจัยในห้องปฏิบัติการก่อนหน้านี้ยังไม่มีความแม่นยำมากพอทั้งแกน x และ y ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้สมการในการคำนวณการปรับเทียบเพื่อการเคลื่อนที่ที่แม่นยำของสเต็ปมอเตอร์ ผลลัพธ์ที่ได้ดังต่อไปนี้

5.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการเคลื่อนที่ในรูปแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากการสอบเทียบเครื่องเป็นไปตามจุดที่ 50 และ 100 มม. ในทิศทาง X และ Y



รูปที่ 8 การเคลื่อนที่ในรูปแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส จุดเริ่มต้น ที่ 50 และ 100 มม. ในทิศทาง X และ Y

ผลลัพธ์ที่ได้จากการเคลื่อนที่ในรูปแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากการสอบเทียบเครื่อง ที่ระยะขึ้นงาน 50 มม. ในทิศทาง X และ Y ระยะการวัดในแกน X 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. แกน Y 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. ความแม่นยำคือ 99.6% ระยะขึ้นงาน 100 มม. ระยะการวัดในแกน X 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ระยะการวัดในแกน Y 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ความแม่นยำคือ 99.6%

5.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการเคลื่อนที่ในรูปแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า จากการสอบเทียบเครื่องเป็นไปตามจุดที่ 50 และ 100 มม. ในทิศทาง X และ Y



รูปที่ 9 การเคลื่อนที่ในรูปแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า จุดเริ่มต้น ที่ 50 และ 100 มม. ในทิศทาง X และ Y

ผลลัพธ์ที่ได้จากการเคลื่อนที่ในรูปแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า จากการสอบเทียบเครื่อง ที่ระยะขึ้นงาน 50 มม. ในทิศทาง X และ Y ระยะการวัดในแกน X 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. แกน Y 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. ความแม่นยำคือ 99.6% ระยะขึ้นงาน 100 มม. ระยะการวัดในแกน X 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ระยะการวัดในแกน Y 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ความแม่นยำคือ 99.6%

5.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการเคลื่อนที่ในรูปแบบวงกลม จากการสอบเทียบเครื่องเป็นไปตามจุดที่ 50 และ 100 มม. ในทิศทาง X และ Y



รูปที่ 10 การเคลื่อนที่ในรูปแบบวงกลม จุดเริ่มต้น ที่ 50 และ 100 มม. ในทิศทาง X และ Y

ผลลัพธ์ที่ได้จากการเคลื่อนที่ในรูปแบบวงกลม จากการสอบเทียบเครื่อง ที่ระยะขึ้นงาน 50 มม. ในทิศทาง X และ Y ระยะการวัดในแกน X 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. แกน Y 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. ความแม่นยำคือ 99.6% ระยะขึ้นงาน 100 มม. ระยะการวัดในแกน X 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ระยะการวัดในแกน Y 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ความแม่นยำคือ 99.6%



รูปที่ 11 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจากการพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานแบบไทย

จากรูปที่ 11 เป็นชิ้นงานที่ได้จากการพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานแบบไทย ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความคมชัดของเส้นขอบทั้งลายเส้นของภาพและตัวหนังสือ และองค์ประกอบของภาพทั้งหมดมีความต่อเนื่องกันทั้งภาพ

6. ข้อเสนอแนะ

จากการสร้างเครื่องแกะสลักไม้นี้ ข้อคำนึงอันดับต้นๆคือ ความแม่นยำในการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ ต้องใช้สมการในการคำนวณการสอบเทียบเพื่อการเคลื่อนที่ที่แม่นยำของสเต็ปมอเตอร์ ดังสมการที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 4.2.1 และ ข้อคำนึงอีกประการคือ การเลือกใช้ชนิดของดอกกัดไม้จะต้องมีความเหมาะสมในแต่ละภาพที่จะนำมาเครื่องแกะสลักไม้ด้วย

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนสนับสนุนการวิจัย ครั้งที่ 7 ประจำปี พ.ศ. 2566 มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย บริหารจัดการโดยคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

เอกสารอ้างอิง

- Dhaiyra R. Patel Chirag B. Prajapati Porwal Sarthak R. Prajapati Swapnil V and Krunal Parikh. (2018). "Fabrication of Low Cost Cnc Engraving Machine." **International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)**. 6(4) : 4850-4855.
- Muangmol Senpheng. (2019). "a case study of computer numerical control (CNC) machine by Arduino Uno and TB6560 stepper motor driver board". **3rd International Conference on Media Studies 2019 (ICMS 2019)**. 3-6 July Bangkok, Thailand. p64.
- Mubarak Hossain and Tanzilur Rahman. (2018). "Low Cost Micro Milling Machine for Prototyping Plastic Microfluidic Devices." **resented at the Eurosensors 2018 Conference**. Graz, Austria. 9-12 September 2018. 1-4.
- Neha Chourasia Rohit Tembhurne Pradeep Wasnik Shivam Londhe Roshani Sahare and Vaibhav Mundafale. (2018). "Implementation of Low Cost Cnc Plotter Using Arduino," **International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)**. 6(4) : 20 – 28.

- P. Jamaleswara Kumar A. Siva Sai Tarun M. Gowtham P. Thamma Rao G. Yashwanth (2018).
“Design and fabrication of portable laser cutting and engraving machine.” **International Journal of Engineering & Technology**. 7(1.1) : 570-573.
- Sriranga V Deshpande P U Karthik Naveen Kumar D Vijendra Kumar and K. S Badrinaryan.
(2018). “Design and fabrication of 3-axis CNC Milling machine.” **International Journal of Engineering Research and General Science**. 6(4) : 34 – 38.

คุณค่าทางวิชาการ

การพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานแบบไทยเลย สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปต่อยอดในการสร้างผลิตภัณฑ์งานแกะสลักไม้ในรูปแบบต่างๆตามที่เรตลาดต้องการ เพื่อจำหน่ายในรูปแบบของผลิตภัณฑ์งานแกะสลักพื้นบ้านหรือท้องถิ่น และยังเป็นการนำเอาวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องแกะสลักไม้ที่สามารถจัดจำหน่ายในประเทศและมีราคาถูกเมื่อเทียบกับเครื่องแกะสลักไม้ที่จำหน่ายในท้องตลาด และยังเป็นประโยชน์แก่นักเรียน นักศึกษา ผู้ที่มีความสนใจ ที่จะเรียนรู้ในการสร้างเครื่องแกะสลักไม้ ให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีเทียบเท่าเครื่องที่จำหน่ายในท้องตลาดที่มีราคาสูง

การพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทยเลย

โกเมนทร์ พร้อมจะบก¹ นพรัตน์ พันธูวาปี² เมืองมล เสนเพ็ง^{3*}

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย^{1 2 3*}

อีเมล : muangmol.sen@lru.ac.th^{3*}

วันที่รับบทความ 31 พฤษภาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 8 ตุลาคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ 15 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานแบบไทยเลยโดยเปรียบเทียบกับทักษะของมนุษย์ในด้านเวลาและความแม่นยำ คณะผู้วิจัยใช้บอร์ดควบคุมสำหรับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 2 เฟส NEMA17 1.8 องศา แม่เหล็กถาวร สเต็ปเปอร์มอเตอร์สำหรับแกน x และ y การหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่จะหมุนใน 1 วงกลมมี 360 องศา และมอเตอร์หมุน 1 สเต็ป เท่ากับ 1.8 องศา / 1 สเต็ป สำหรับคำนวณค่าการหมุนใน 1 รอบการหมุน เพื่อค้นหาสัญญาณพัลส์ที่ถูกต้อง เมื่อป้อนค่าลงในคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ได้ระยะการหมุนที่ถูกต้อง ให้เรียกค่านั้น step/mm สามารถคำนวณได้จากข้อมูลต่อไปนี้ จำนวนพัลส์ในการหมุนมอเตอร์ 1 ตัวเท่ากับ 360 องศาหารด้วย 1.8 องศา เพื่อให้สเต็ป/รอบเท่ากับ 200 สเต็ป/มม. เราตั้งค่าบอร์ดควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์รูปแบบไมโครสเต็ป เป็น 32 สเต็ป/มม. โดยการทดลองแกน X และแกน Y แต่ละตัวด้วยค่าทดลอง 50 และ 100 มิลลิเมตร ระยะกัดชิ้นงาน 50 มิลลิเมตร ระยะการวัดในแกน X 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. แกน Y 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. ความแม่นยำคือ 99.6% ระยะชิ้นงาน 100 มม. ระยะการวัดในแกน X 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ระยะการวัดในแกน Y 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ความแม่นยำคือ 99.6% ผลการพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานสไตล์ไทยเลยการทำงานของเครื่องมีความแม่นยำที่ 99.6% เมื่อเปรียบเทียบกับทักษะของมนุษย์มีความแม่นยำที่ 83% และในด้านเวลายานุษย์ทำงานช้ากว่า 5 เท่า

คำสำคัญ : เครื่องแกะสลักไม้ สเต็ปเปอร์มอเตอร์



Development of a wood carving machine to create work pieces in the Tai Loei style

Komen Promjabok¹, Nopparat Pantuwapee², Muangmol Senpheng^{3*}

Faculty of Industrial Technology, Loei Rajabhat University^{1,2,3*}

E – mail : muangmol.sen@lru.ac.th^{3*}

Received 31 May 2024

Revised 8 October 2024

Accepted 15 October 2024

Abstract

This research proposes development of a wood carving machine to create work pieces in the Tai Loei style compare to human skills in terms of time and accuracy. We use control board for stepper motor 2 phase NEMA17, 1.8degree, permanent magnet: stepper motor for x and y axis. The rotation of the stepping motor that will rotate in 1 circle has 360 degree and the motor rotates 1 step, equal to 1.8 degree/1 step. For calculate rotation value in 1 spin cycle in order to find the correct pulse signal: When input the values into the controller to get the correct rotation distance call that value step/mm. It can be calculated from the following information: Number of pulses in 1 motor rotation equal to 360 degree divided by 1.8 degree so that steps/revolution is 200 step/mm. We set the micro step form stepper motor control board is 32 step/mm. By experimenting each of the X axis and the Y axis by the experimental value of 50 and 100 millimeters , Workpiece milling distance 50 mm. measuring distance in X axis 49.8 mm. Error 0.2 mm. Y axis 49.8 mm. Error 0.2 mm. accuracy is 99.6%. Workpiece distance 100 mm. Measuring distance in X axis 99.6 mm. Error 0.4 mm. measuring distance in Y axis 99.6 mm. Error 0.4 mm. accuracy is 99.6%. The result of the development of the wood carving machine to create the Thai-style workpieces, the machine's operation has an accuracy of 99.6%, compared to human skills, the accuracy is 83%, and in terms of time, humans work 5 times slower.

Keywords : wood carving machine, stepping motor, control board.

1. บทนำ

การควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ (CNC) ในปัจจุบันมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถแกะสลักได้อย่างรวดเร็วและมีความแม่นยำสูง เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานแบบอัตโนมัติและมีขนาดเล็กกว่าเครื่องจักรที่ใช้ในอุตสาหกรรม (Dhairya R. et.al. 2018) ดังนั้นเครื่อง CNC ขนาดเล็กนี้จึงเหมาะสำหรับผู้ที่กำลังเริ่มศึกษาการทำงานของเครื่อง CNC หรือ ผู้ที่ใช้ผลิตงานที่ไม่ต้องการความละเอียดมากนักเนื่องจากไม่ต้องลงทุนซื้ออุปกรณ์ราคาแพง (Neha Chourasia Rohit .et.al.2018)

ตามที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยต้องการศึกษาหลักการทำงานของเครื่อง CNC ที่สามารถแกะสลักไปบนไม้เพื่อสร้างรูปภาพจากภาพต้นฉบับที่นำเข้ามาในโปรแกรม GRBL ได้ (Sriranga V.et.al. 2018) และกระบวนการสร้างเครื่อง CNC เป็นอย่างไร รวมถึงสามารถสั่งการให้เครื่อง CNC ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Mubarak Hossain and Tanzilur Rahman. 2018)

จากการศึกษางานวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้ยางพาราด้วยการควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ (Muangmol Senpheng. 2019) ซึ่งมีความแม่นยำมากในการแกะสลักไม้ยางพารา จึงได้นำเอาเทคนิคและวิธีการมาใช้ในการพัฒนาเครื่อง

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานแบบไทย โดยเปรียบเทียบกับทักษะของมนุษย์ในด้านเวลาและความแม่นยำ เราใช้บอร์ดควบคุมสำหรับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 2 เฟส NEMA17, 1.8 องศา, แม่เหล็กถาวร: สเต็ปเปอร์มอเตอร์ 1 ตัวสำหรับแกน x และสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 2 ตัวสำหรับแกน y การหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่จะหมุนเป็นวงกลม ดังนั้น 1 วงกลมจะมี 360 องศา เมื่อมอเตอร์หมุน 1 สเต็ป เท่ากับ 1.8 องศา ต่อ 1 สเต็ป ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคำนวณค่าการหมุนของมอเตอร์ในรอบการหมุน 1 รอบ เพื่อหาสัญญาณพัลส์ที่ถูกต้อง จากนั้นป้อนค่าลงในคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ได้ระยะการหมุนที่ถูกต้องเรียกค่านั้น สเต็ป/มม. สามารถคำนวณได้จากข้อมูลต่อไปนี้: จำนวนพัลส์ในการหมุนมอเตอร์ 1 ตัวเท่ากับ 360 องศาหารด้วย 1.8 องศา ดังนั้นสเต็ป/รอบ คือ 200 สเต็ป/มม.

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทย
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทย

3. วิธีการวิจัย

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มผู้สร้างผลิตภัณฑ์งานแกะสลักไม้ยางพารา ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเลย ที่มีความประสงค์จะสร้างอาชีพเสริมด้วยการ นำเอาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทย ในงานวิจัยนี้ มาทำการแกะสลักไม้ยางพาราที่ต้องการสร้างผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัวและชุมชน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.2.1 เครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทย
- 3.2.2 คู่มือการใช้งาน และการทดสอบสมรรถนะเครื่องแกะสลักไม้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทย นำไปทดลองใช้กับวัสดุไม้ยางพารา และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องมือ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- 3.4.1 วิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะเครื่องแกะสลักไม้

3.4.2 วิเคราะห์ข้อมูลเวลาในการทำงานเครื่องแกะสลักไม้

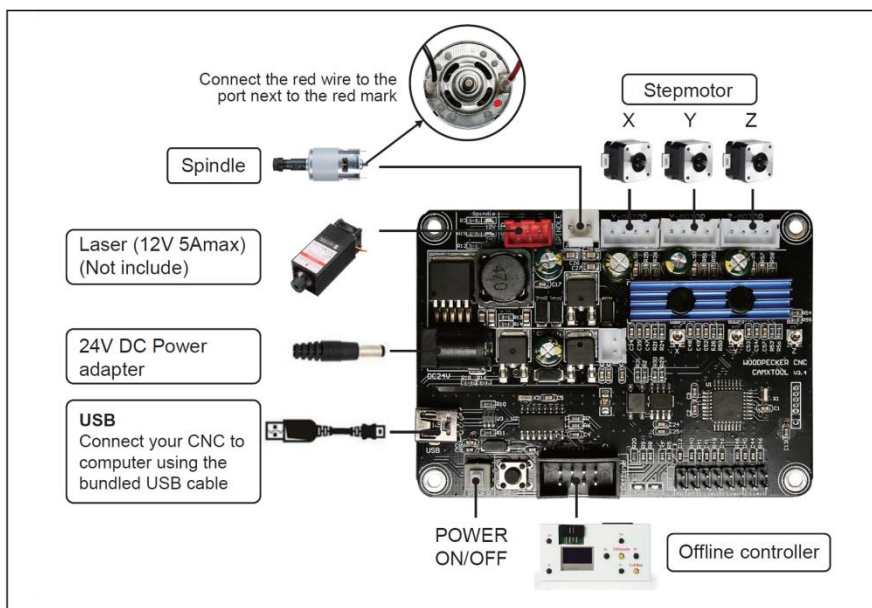
3.4.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทย เราใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการพัฒนาดังนี้

4.1.1 บอร์ดควบคุม

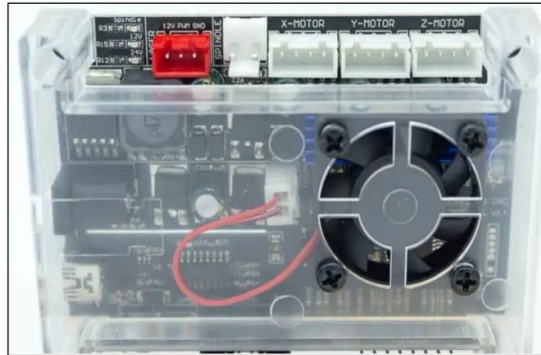
บอร์ดควบคุมประกอบด้วยไมโครชิปเทคโนโลยี Atmega328, ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) 8 บิต, อินพุต/เอาต์พุตดิจิทัล 4 ช่อง, คริสตัลควอตซ์ 16MHz เราสามารถเริ่มต้นด้วยการเชื่อมต่อ Arduino Uno เข้ากับคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อปหรือแล็ปท็อปด้วยสาย USB และอีกวิธีหนึ่งโดยการจ่ายไฟด้วยอะแดปเตอร์ AC เป็น DC Arduino Uno สามารถตั้งโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ Arduino ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมการพัฒนาแบบรวม ATmega328 บนบอร์ด Arduino Uno ได้รับการตั้งโปรแกรมล่วงหน้าด้วยโปรแกรมโหลดบูตซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถอัปโหลดโค้ดไปยัง MCU ได้โดยไม่ต้องใช้โปรแกรมเมอร์ฮาร์ดแวร์ภายนอก บอร์ดควบคุมจะกระพริบด้วยรหัสลำแสง G-code ซึ่งเขียนด้วยภาษา c ซึ่งมีหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมสำหรับสัญญาณคำสั่งที่เกี่ยวข้องจากระบบคอมพิวเตอร์ไปยังสเต็ปเปอร์มอเตอร์ซึ่งควบคุมการเคลื่อนที่ของเส้นทางเครื่องมือโดยตรง รับคำสั่งจากระบบคอมพิวเตอร์หรือซอฟต์แวร์แล้วแปลงเป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์จริงไปยังบอร์ดไดรเวอร์สเต็ปเปอร์มอเตอร์ดังแสดงในรูป 1



รูปที่ 1 micro-controller board

4.1.2 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ไดรเวอร์

เป็นไดรเวอร์ที่รับสัญญาณสเต็ปจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้าทำงานที่ DC 10 - 35 v แหล่งจ่ายไฟ DC 24 v แหล่งจ่ายไฟสลัป, กระแสเอาต์พุตสูงสุดที่ได้คือ บวกหรือลบ 3A, และสูงสุดที่ 3.5A ดังแสดงในรูป 2



รูปที่ 2 Stepper motor driver board

4.1.3 สเต็ปเปอร์มอเตอร์

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่ใช้เป็นแบบไฮบริด 2 เฟส 17HS4401 สำหรับพิกัด X และ Y มุมสเต็ปที่ 1.8 องศา ความยาวของมอเตอร์ที่ 40 มม. กระแส 1.7A ความต้านทานเฟส 1.5 โอห์ม ตัวเหนี่ยวนำเฟส 2.8mH น้ำหนักมอเตอร์ 280 กรัม ดังแสดงในรูป 3



รูปที่ 3 Stepper motor

4.1.4 ซอฟต์แวร์

ในการวิจัยนี้เราใช้ซอฟต์แวร์ 2 ตัวคือ: 1. G-code หากต้องการแกะสลักไฟล์รูปภาพหรือข้อความด้วย CNC จะต้องแปลงเป็น G-code ก่อน ซึ่ง G-code คือ ชุดคำสั่งที่ประกอบด้วยจำนวนพิกัด X และ Y ขึ้นอยู่กับลักษณะของไฟล์นั้นๆ และ 2. GRBL (v.3.0.4) GRBL เป็นหนึ่งในสตริมเมอร์ G-code ที่ดีที่สุดและสามารถโหลดเส้นทาง G-code ของสตริมเมอร์ไปยังบอร์ดควบคุม (P. Jamaleswara .et.al. 2018)

4.2. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบอัตลักษณ์ไทย

4.2.1 ขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงาน

เราใช้สมการในการคำนวณการปรับเทียบเพื่อการเคลื่อนที่ที่แม่นยำของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

$$X = A * B / C \quad (1)$$

เมื่อ

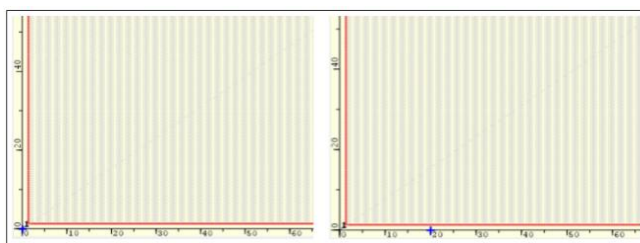
A = สเต็ปปัจจุบัน

B = สเต็ปที่คาดหวัง

C = สเต็ปที่แท้จริง

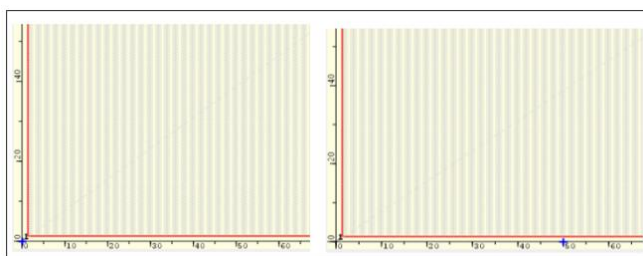
X = สเต็ปสุดท้ายที่ได้รับ

4.2.2 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน X โดยรันโปรแกรมผ่านโปรแกรม GRBL เครื่องหมายบวกจะเลื่อนจาก 0 มม. เป็น 20 มม.



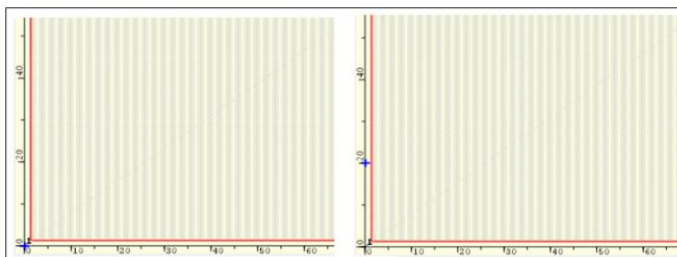
รูปที่ 4 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน X จาก 0 มม. ถึงจุด 20 มม.

4.2.3 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน X โดยรันโปรแกรมผ่านโปรแกรม GRBL เครื่องหมายบวกจะเลื่อนจาก 0 มม. เป็น 50 มม.



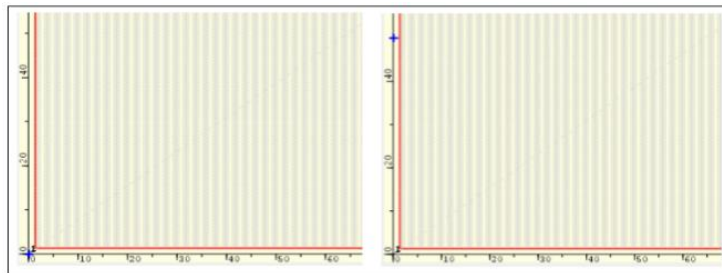
รูปที่ 5 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน X จาก 0 มม. ถึงจุด 50 มม.

4.2.4 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน Y โดยรันโปรแกรมผ่านโปรแกรม GRBL เครื่องหมายบวกจะเลื่อนจาก 0 มม. เป็น 20 มม.



รูปที่ 6 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน Y จาก 0 มม. ถึงจุด 20 มม.

4.2.5 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน Y โดยรันโปรแกรมผ่านโปรแกรม GRBL เครื่องหมายบวกจะเลื่อนจาก 0 มม. เป็น 50 มม.



รูปที่ 7 ทดสอบการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แกน Y จาก 0 มม. ถึงจุด 50 มม.

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากงานวิจัยในห้องปฏิบัติการก่อนหน้านี้ยังไม่มีความแม่นยำมากพอทั้งแกน x และ y ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้สมการในการคำนวณการปรับเทียบเพื่อการเคลื่อนที่ที่แม่นยำของสเต็ปมอเตอร์ ผลลัพธ์ที่ได้ดังต่อไปนี้

5.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการเคลื่อนที่ในรูปแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากการสอบเทียบเครื่องเป็นไปตามจุดที่ 50 และ 100 มม. ในทิศทาง X และ Y



รูปที่ 8 การเคลื่อนที่ในรูปแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส จุดเริ่มต้น ที่ 50 และ 100 มม. ในทิศทาง X และ Y

ผลลัพธ์ที่ได้จากการเคลื่อนที่ในรูปแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากการสอบเทียบเครื่อง ที่ระยะขึ้นงาน 50 มม. ในทิศทาง X และ Y ระยะการวัดในแกน X 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. แกน Y 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. ความแม่นยำคือ 99.6% ระยะขึ้นงาน 100 มม. ระยะการวัดในแกน X 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ระยะการวัดในแกน Y 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ความแม่นยำคือ 99.6%

5.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการเคลื่อนที่ในรูปแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า จากการสอบเทียบเครื่องเป็นไปตามจุดที่ 50 และ 100 มม. ในทิศทาง X และ Y



รูปที่ 9 การเคลื่อนที่ในรูปแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า จุดเริ่มต้น ที่ 50 และ 100 มม. ในทิศทาง X และ Y

ผลลัพธ์ที่ได้จากการเคลื่อนที่ในรูปแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า จากการสอบเทียบเครื่อง ที่ระยะขึ้นงาน 50 มม. ในทิศทาง X และ Y ระยะการวัดในแกน X 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. แกน Y 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. ความแม่นยำคือ 99.6% ระยะขึ้นงาน 100 มม. ระยะการวัดในแกน X 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ระยะการวัดในแกน Y 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ความแม่นยำคือ 99.6%

5.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการเคลื่อนที่ในรูปแบบวงกลม จากการสอบเทียบเครื่องเป็นไปตามจุดที่ 50 และ 100 มม. ในทิศทาง X และ Y



รูปที่ 10 การเคลื่อนที่ในรูปแบบวงกลม จุดเริ่มต้น ที่ 50 และ 100 มม. ในทิศทาง X และ Y

ผลลัพธ์ที่ได้จากการเคลื่อนที่ในรูปแบบวงกลม จากการสอบเทียบเครื่อง ที่ระยะขึ้นงาน 50 มม. ในทิศทาง X และ Y ระยะการวัดในแกน X 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. แกน Y 49.8 มม. ข้อผิดพลาด 0.2 มม. ความแม่นยำคือ 99.6% ระยะขึ้นงาน 100 มม. ระยะการวัดในแกน X 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ระยะการวัดในแกน Y 99.6 มม. ข้อผิดพลาด 0.4 มม. ความแม่นยำคือ 99.6%



รูปที่ 11 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจากการพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานแบบไทย

จากรูปที่ 11 เป็นชิ้นงานที่ได้จากการพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานแบบไทย ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความคมชัดของเส้นขอบทั้งลายเส้นของภาพและตัวหนังสือ และองค์ประกอบของภาพทั้งหมดมีความต่อเนื่องกันทั้งภาพ

6. ข้อเสนอแนะ

จากการสร้างเครื่องแกะสลักไม้นี้ ข้อคำนึงอันดับต้นๆคือ ความแม่นยำในการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ ต้องใช้สมการในการคำนวณการสอบเทียบเพื่อการเคลื่อนที่ที่แม่นยำของสเต็ปมิ่งมอเตอร์ ดังสมการที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 4.2.1 และ ข้อคำนึงอีกประการคือ การเลือกใช้ชนิดของดอกกัดไม้จะต้องมีความเหมาะสมในแต่ละภาพที่จะนำมาเครื่องแกะสลักไม้ด้วย

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนสนับสนุนการวิจัย ครั้งที่ 7 ประจำปี พ.ศ. 2566 มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย บริหารจัดการโดยคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

เอกสารอ้างอิง

- Dhaiyra R. Patel Chirag B. Prajapati Porwal Sarthak R. Prajapati Swapnil V and Krunal Parikh. (2018).“Fabrication of Low Cost Cnc Engraving Machine.” **International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)**. 6(4) : 4850-4855.
- Muangmol Senpheng. (2019). “a case study of computer numerical control (CNC) machine by Arduino Uno and TB6560 stepper motor driver board”. **3rd International Conference on Media Studies 2019 (ICMS 2019)**. 3-6 July Bangkok, Thailand. p64.
- Mubarak Hossain and Tanzilur Rahman. (2018). “Low Cost Micro Milling Machine for Prototyping Plastic Microfluidic Devices.” **resented at the Eurosensors 2018 Conference**. Graz, Austria. 9–12 September 2018. 1-4.
- Neha Chourasia Rohit Tembhurne Pradeep Wasnik Shivam Londhe Roshani Sahare and Vaibhav Mundafale. (2018). “Implementation of Low Cost Cnc Plotter Using Arduino,” **International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)**. 6(4) : 20 – 28.



- P. Jamaleswara Kumar A. Siva Sai Tarun M. Gowtham P. Thamma Rao G. Yashwanth (2018).
“Design and fabrication of portable laser cutting and engraving machine.” **International Journal of Engineering & Technology**. 7(1.1) : 570-573.
- Sriranga V Deshpande P U Karthik Naveen Kumar D Vijendra Kumar and K. S Badrinaryan.
(2018). “Design and fabrication of 3-axis CNC Milling machine.” **International Journal of Engineering Research and General Science**. 6(4) : 34 – 38.

คุณค่าทางวิชาการ

การพัฒนาเครื่องแกะสลักไม้เพื่อสร้างชิ้นงานแบบไทยเลย สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปต่อยอดในการสร้างผลิตภัณฑ์งานแกะสลักไม้ในรูปแบบต่างๆตามที่เรตลาดต้องการ เพื่อจำหน่ายในรูปแบบของผลิตภัณฑ์งานแกะสลักพื้นบ้านหรือท้องถิ่น และยังเป็นการนำเอาวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องแกะสลักไม้ที่สามารถจัดจำหน่ายในประเทศและมีราคาถูกเมื่อเทียบกับเครื่องแกะสลักไม้ที่จำหน่ายในท้องตลาด และยังเป็นประโยชน์แก่นักเรียน นักศึกษา ผู้ที่มีความสนใจ ที่จะเรียนรู้ในการสร้างเครื่องแกะสลักไม้ ให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีเทียบเท่าเครื่องที่จำหน่ายในท้องตลาดที่มีราคาสูง

การพัฒนาเครื่องคัดแยกสีเมล็ดถั่วด้วยการประมวลผลภาพ

ศิวกร แก้วรัตน์¹ คมยuth ไชยวงษ์^{2*}
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย^{1 2*}
อีเมล : khomyuth.cha@lru.ac.th^{2*}

วันที่รับบทความ 22 สิงหาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 1 พฤศจิกายน 2567

วันที่รับบทความ 5 พฤศจิกายน 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาเครื่องคัดแยกสีเมล็ดถั่วด้วยการประมวลผลภาพ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดแยกสีเมล็ดถั่วด้วยการประมวลผลภาพ โดยพัฒนาด้วยโปรแกรม MATLAB ทำงานร่วมกับบอร์ด Arduino nano ในการควบคุมการทำงานของเครื่องคัดแยกสีเมล็ดถั่ว 3 สี คือ ถั่วแดง ถั่วเหลือง และถั่วเขียว โดยการหาประสิทธิภาพของความแม่นยำในการคัดแยก ผลวิจัยพบว่า

1. การหาค่าสี HSV ที่เหมาะสมสำหรับการคัดแยกสีของเมล็ดถั่วมีดังนี้ ค่าของสีแดง ($H=0.85-1$), ($S=0.6-0.8$), ($V=0.3-0.60$) ค่าของสีเหลือง ($H=0.05-0.17$), ($S=0.05-0.17$), ($V=0.65-1$) และค่าของสีเขียว ($H=0.35-0.45$), ($S=0.9-1$), ($V=0.7-1$) ซึ่งทำให้การประมวลผลภาพได้ถูกต้องและแม่นยำ

2. การคัดแยกเมล็ดสีเมล็ดถั่วพบว่าสามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ โดยความถูกต้องในการคัดแยกคิดเป็น 97.53%.

คำสำคัญ : การคัดแยกสี การประมวลผลภาพ เมล็ดถั่ว เครื่องคัดแยก



Development of Bean Seed Color Sorting Machine by Image Processing

Siwakorn Keawratra¹, Khomyuth Chaiwong^{2*}

Faculty of Industrial Technology, Loei Rajabhat University^{1,2*}

E – mail : Khomyuth.cha@lru.ac.th^{2*}

Received 22 August 2024

Revised 1 November 2024

Accepted 5 November 2024

Abstract

This research aims to 1) Develop a bean seed color sorting machine using image processing, and 2) Determine the efficiency of the seed color sorting machine using image processing, developed with MATLAB software working in conjunction with an Arduino Nano board to control the sorting of three colors of seeds: red beans, yellow beans, and green beans which focuses on finding the efficiency of the accuracy of sorting. The research found follows:

1. Finding of HSV color values for seed color sorting are as follows: Red: (H=0.85-1), (S=0.6-0.8), (V=0.3-0.60) Yellow: (H=0.05-0.17), (S=0.05-0.17), (V=0.65-1) and Green: (H=0.35-0.45), (S=0.9-1), (V=0.7-1). These values ensure accurate and precise image processing.

2. The seed sorting process was found to be accurate, with a percent accuracy in sorting of 97.53%

Keywords : Bean Seed, Color Sorting, Image Processing, Sorting machine

1. บทนำ

ประเทศไทยถือเป็นประเทศเกษตรกรรม ธุรกิจการเกษตรเป็นสิ่งที่สร้างรายได้เข้าประเทศจำนวนมาก การพัฒนาทางการเกษตรหรือธุรกิจการเกษตรต้องมีความทันสมัยเพื่อให้ทันต่อการแข่งขันในกระบวนการผลิตให้ได้ผลผลิตที่ดี มีคุณภาพ(สุชาติ แยมเม่น, ณรงค์ฤทธิ์ พิมพ์กว้างค์ และโชคชรัตน์ ฤทธิ์เย็น. 2559) เครื่องมือหนึ่งที่น่าสนใจในการพัฒนาคือการนำเทคโนโลยีและองค์ความรู้ต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่มีมากมายในการทำ การเกษตรหรือธุรกิจการเกษตรรวมถึงเกษตร ให้ลดน้อยลง จนกระทั่งสามารถแก้ไขปัญหาให้หมดไปในที่สุด ทำให้กระบวนการผลิต ผลผลิต และคุณภาพของสินค้ามีศักยภาพสูงขึ้น (วันชัย จันทรประเสริฐ. 2542) หนึ่งในพืชที่มีความสำคัญคือพืชตระกูลถั่ว ซึ่งในกระบวนการของการผลิตที่ไม่ได้คุณภาพ ประกอบกับที่เกษตรกรขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ดี ขาดการรณรงค์ส่งเสริมการสร้างความรู้ และความเข้าใจแก่เกษตรกรเพื่อให้เกิดความตระหนักในการใช้เมล็ดพันธุ์ดี ส่งผลทำให้เกษตรกรต้องใช้เมล็ดพันธุ์ในอัตราสูง การเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ ได้ผลผลิตต่ำ และไม่มีคุณภาพ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง และทำให้เกษตรกรไม่สามารถจำหน่ายผลผลิตในราคาที่ดีได้ พืชตระกูลถั่วเป็นธัญพืชที่ให้ประโยชน์ต่อสุขภาพสามารถปลูกรับประทานเองได้และหาซื้อง่าย (อนล ไพศาล และธีรสิทธิ์ เกษตรเกษม. 2554) โดยถั่วเป็นธัญพืชที่ให้โปรตีนมากที่สุดชนิดหนึ่ง เป็นตัวช่วยชั้นดีในการลดน้ำหนัก ซึ่งประโยชน์ของถั่วแต่ละชนิดแตกต่างกันดังนี้ ถั่วเหลืองเป็นธัญพืชที่อัดแน่นไปด้วยประโยชน์บำรุงผิวไปจนถึงป้องกันโรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจและช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งเต้านม มะเร็งต่อมลูกหมาก และมะเร็งลำไส้ ถั่วแดงส่วนใหญ่กินคู่กับของหวานมีรสชาติอร่อยและสีแดงสวยมีโปรตีนที่เป็นประโยชน์และสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายมากมายช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ได้ โยอาหารถั่วแดงช่วยกระตุ้นการขับถ่ายป้องกันท้องผูก ช่วยป้องกันการเสื่อมของเซลล์ผิวพรรณไม่คล้ำหมองแลดูสดใสและไม่แก่ก่อนวัย และถั่วเขียวอุดมไปด้วยวิตามินอี ซึ่งเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระ ช่วยรักษาสร้างความแข็งแรงให้กับเซลล์ผิวหนังและช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวปกป้องผิวจากความเสียหายที่เกิดจากมลภาวะ

การคัดแยกเมล็ดถั่วซึ่งในกระบวนการของการหาเมล็ดพันธุ์ดี หรือการแยกชนิดของเมล็ดถั่วแต่ละชนิดที่แตกต่างกันจากสีของเมล็ดถั่ว ขนาดของเมล็ดถั่ว ในขั้นตอนของการคัดแยกได้พบปัญหาหลายอย่าง (ปิยะวัฒน์ ศรีธรรม และคณะ. 2564) เช่น เกิดความเหนื่อยล้าจากแรงงานคน ทำให้งานไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ ใช้ระยะเวลาในการคัดแยกนานและอาจไม่มีความแม่นยำในการทำงาน เป็นต้น

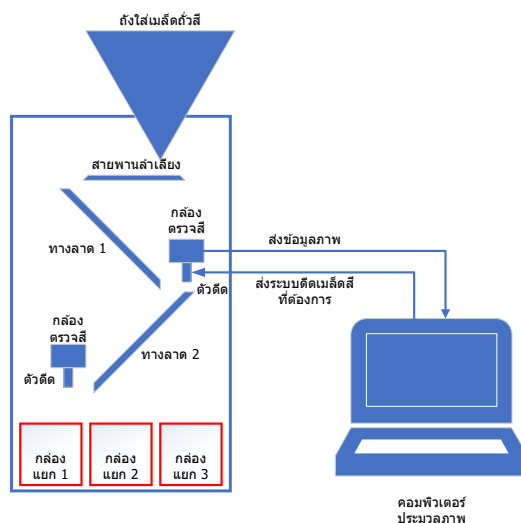
ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องคัดแยกสีเมล็ดถั่วด้วยการประมวลผลภาพ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการคัดแยกของวัตถุในที่นี้คือเมล็ดถั่วได้ถูกต้อง และช่วยลดปัญหาในเรื่องของแรงงานและความเหนื่อยล้าจากการทำงานเป็นเวลานาน ลดอาการบาดเจ็บจากการทำงาน รวมถึงยังลดต้นทุนในการจ้างงานและการผลิต และยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและมีคุณภาพอย่างดียิ่ง

2. วัตถุประสงค์

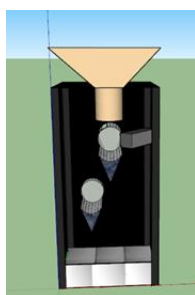
- 2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องคัดแยกสีเมล็ดถั่วด้วยการประมวลผลภาพ
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดแยกสีเมล็ดถั่วด้วยการประมวลผลภาพ

3. วิธีการวิจัย

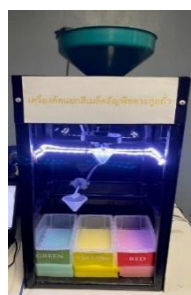
การศึกษาและรวบรวมข้อมูลได้ทำการการออกแบบและสร้างโครงของเครื่องคัดแยกตามแนวคิดออกมาตามรูปที่ 1 โดยการใช้แม่เหล็กเพื่อทำงานในส่วนของการประมวลผลภาพด้วยการเขียนโปรแกรมสำหรับการคัดแยกสีของเมล็ดถั่วจากนั้นเมื่อโปรแกรมทำการประมวลผลแยกสีเรียบร้อยแล้วจะทำการส่งของของสีนั้นต่อไปยังส่วนควบคุมอุปกรณ์ที่เป็นเครื่องในการแยกโดยการทำงานจะทำการควบคุมตัวมอเตอร์ซึ่งจะเป็นการควบคุมผ่านบอร์ดคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ นาโน โดยทำการออกแบบและสร้างตามรูปที่ 2



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย



(ก)



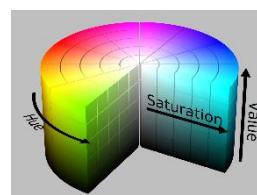
(ข)

รูปที่ 2 การออกแบบและการสร้าง (ก) การออกแบบตัวเครื่อง (ข) การสร้างเครื่อง

ภาพของวัตถุที่นำมาใช้ในการศึกษาสำหรับการคัดแยกเป็นเมล็ดถั่ว 3 แบบประกอบด้วยเมล็ดถั่วเขียว เมล็ดถั่วเหลือง และเมล็ดถั่วแดง ดังแสดงตามรูปที่ 3 (ก) ซึ่งทำการประมวลผลภาพเพื่อกำหนดค่าช่วงสีของเมล็ดถั่วแต่ละแบบ โดยในการศึกษานี้จะใช้ค่าสี HSV ตามรูปที่ 3 (ข) สำหรับการคัดแยกสี

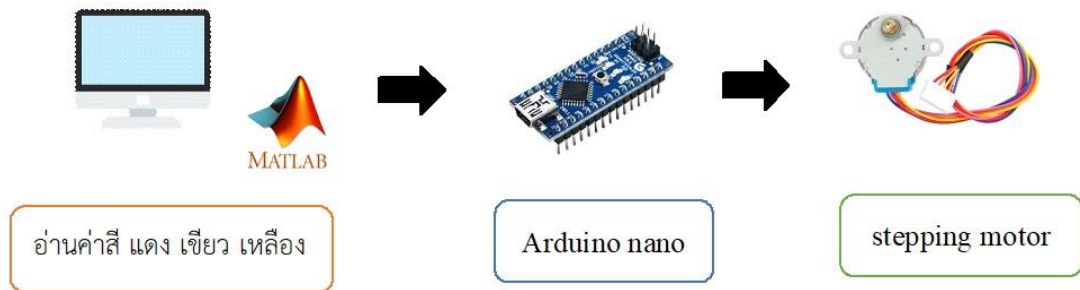


(ก)



(ข)

รูปที่ 3 แสดงรูปเมล็ดถั่วที่นำมาใช้เป็นวัตถุสำหรับการคัดแยก (ก) และค่าสี HSV (ข)



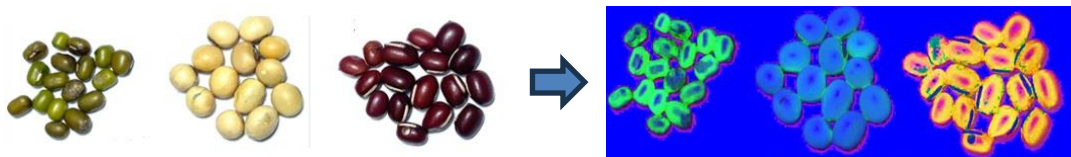
รูปที่ 4 การทำงานการประมวลผลภาพ

ตามรูปภาพที่ 4 กระบวนการขั้นตอนการทดลองเครื่องคัดแยกสีเมล็ดถั่วโดยการทดลองเครื่องคัดแยกสีเมล็ดถั่วโดยการประมวลผลภาพโดยมีการทดสอบอยู่ 3 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 การทดสอบหาค่าสีที่เหมาะสมโดยใช้ค่าสี HSV ด้วยโปรแกรมแมทแลบในการประมวลผลภาพ ซึ่งนำภาพที่ถ่ายจากกล้องไปแปลงเป็นค่าสี RGB จากนั้นแปลงค่าสีเป็นค่าสี HSV จากนั้นนำค่าสี HSV ไปเขียนโปรแกรมสำหรับการตรวจสอบค่าสีของโปรแกรมแมทแลบ ส่วนที่ 2 การทำงานของสเต็ปมิ่งมอเตอร์โดยการเชื่อมต่อสาย USB เข้ากับโน้ตบุ๊กและมอเตอร์และทำการเขียนโปรแกรมการทำงานเพื่อทำการควบคุมมอเตอร์ให้กับบอร์ดอาดูโน้ นาโน จากนั้นทำการปรับความเร็วกับองศาที่เหมาะสมให้กับมอเตอร์ ส่วนที่ 3 การคัดแยกสีโดยนำเมล็ดทั้ง 3 สี ประกอบด้วย สีแดง สีเขียว สีเหลือง จำนวน 90 เมล็ด โดยทำการคละกัน ซึ่งกล้องจะทำการจับภาพสีของเมล็ดถั่วแล้วโปรแกรมแมทแลบจะเริ่มการประมวลผลภาพ จากนั้นส่งข้อมูลไปยังบอร์ดอาดูโน้ นาโน เพื่อส่งการให้มอเตอร์ทำงานโดยมอเตอร์ตัวที่ 1 ทำงานหมุนซ้ายและหมุนขวาตามการประมวลผลภาพสีที่ได้ และมอเตอร์ตัวที่ 2 ทำงานหมุนซ้ายและหมุนขวาตามการประมวลผลภาพสีที่ได้

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดลองหาช่วงสีเพื่อการคัดแยกของเครื่องคัดแยกสี

ขั้นตอนกระบวนการของการประมวลผลเพื่อแปลงค่าและหาค่าช่วงสี HSV ของเมล็ดถั่วเพื่อหาผลลัพธ์ของช่วงสี HSV ที่จะนำไปใส่ไว้ยังระบบของเครื่อง เพื่อที่จะทำให้ระบบของเครื่องคัดแยกสามารถคัดแยกสีของเมล็ดถั่วได้ความแม่นยำและถูกต้องในการคัดแยก



รูปที่ 5 การประมวลผลเพื่อแปลงค่าและหาค่าช่วงสี HSV ของเมล็ดถั่ว

ตารางที่ 1 ผลการทดลองค่าสี HSV

สี	ค่าสีของ HSV			30 เมล็ด
	Hue (H)	Saturation (S)	Value (V)	
แดง	0.85 – 1	0.6 – 0.8	0.3 – 0.60	30
เขียว	0.35 – 0.45	0.9 – 1	0.7 – 1	30
เหลือง	0.05 - 0.17	0.7 – 0.9	0.65 -1	30

จากตารางที่ 1 สรุปได้ว่า ค่าสีที่เหมาะสมกับการใช้งานในการแยกสี คือค่าความเข้มของสีแดง (H) จะอยู่ที่ 0.85 ถึง 1 ค่าความเข้มของสีเขียว (H) จะอยู่ที่ 0.35 ถึง 0.45 และค่าความเข้มของสีเหลือง (H) จะอยู่ที่ 0.05 ถึง 0.17 ค่าสีความอิ่มตัวสีแดง (S)จะอยู่ที่ 0.6 ถึง 0.8 ค่าสีความอิ่มตัวสีเขียว (S) จะอยู่ที่ 0.9 ถึง 1 และค่าสีความอิ่มตัวสีเหลือง (S) จะอยู่ที่ 0.7 ถึง 0.9 ค่าสีความสว่างสีแดง (V) จะอยู่ที่ 0.3 ถึง 0.60 ค่าสีความสว่างสีเขียว (V) จะอยู่ที่ 0.7 ถึง 1และค่าสีความสว่างสีเหลือง(V)จะอยู่ที่ 0.65 ถึง 1

4.2 ผลการทดลองความถูกต้องในการคัดแยกสี

ตารางที่ 2 ผลการทดลองความถูกต้องของเครื่องคัดแยก

ครั้งที่	ความถูกต้อง			ถูกต้อง
	สีแดง	สีเขียว	สีเหลือง	
ค่าเฉลี่ย	29.85	29.1	28.85	29.26
ถูกต้องเฉลี่ย	99.50%	97.00%	96.17%	97.53%

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่าการทดลองความถูกต้องโดยการทดลองซ้ำ 20 ครั้งในการแยกสีทั้ง 3 สี แบ่งเป็น สีแดง 30 เมล็ด สีเขียว 30 เมล็ด สีเหลือง 30 เมล็ด พบว่า

สีแดงสามารถแยกสีได้ถูกต้องเฉลี่ย 29.85 เมล็ด จากทั้งหมด 30 เมล็ด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 99.50% สีเขียวสามารถแยกสีได้ถูกต้องเฉลี่ย 29.1เมล็ด จากทั้งหมด 30 เมล็ด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 97.00% สีเหลืองสามารถแยกสีได้ถูกต้องเฉลี่ย 28.85 เมล็ด จากทั้งหมด 30 เมล็ด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 96.17% และคิดเป็นค่าความถูกต้องโดยรวมของการทดลองทั้งหมดเป็น 97.53%

5. อภิปรายผลและสรุปผล

ปัจจัยของการตรวจหาค่าสี HSV สีแดง สีเขียว และสีเหลืองของวัตถุ ดังนี้ ค่าของสีแดง (H=0.85-1) (S=0.6-0.8) (V=0.3-0.60) ค่าของสีเขียว (H= 0.35-0.45) (S=0.9-1) (V=0.7-1) ค่าของสีเหลือง (H=0.05 -0.17) (S=0.05-0.17) (V=0.65-1) ประมวลผลภาพถูกต้องและแม่นยำที่สุด

การทดลองความถูกต้องในการคัดแยกสีผลการทดลองพบว่าการทดลองความถูกต้องโดยการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ครั้งละ 20 รอบ ในการแยกสีทั้ง 3 สี แบ่งเป็นสีแดง 30 เมล็ด สีเขียว 30 เมล็ด และสีเหลือง 30 เมล็ด พบว่า

สีแดงมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 99.50%

สีเขียวมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 97.00%

สีเหลืองมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 96.17%

คิดเป็นค่าเฉลี่ยรวมของค่าถูกต้องทั้งหมด 97.53%

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเลยที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทุนการวิจัยนี้ และสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่ได้ให้ใช้สถานที่สำหรับการดำเนินการวิจัยและสิ่งสนับสนุนต่าง ๆ จนประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

ปิยะวัฒน์ ศรีธรรม และคณะ. (2564). “เครื่องคัดแยกวัสดุอัตโนมัติในสายพานลำเลียงควบคุมด้วยระบบพีแอลซี”.

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ. 7(1) : 49-59.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. (2542). “เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่”. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรุงเทพฯ. 276 หน้า.

สุชาติ แย้มเม่น, ณรงค์ฤทธิ์ พิมพ์คำวงศ์ และโชคชรัตน์ ฤทธิ์เย็น. (2559). “การจำแนกประเภทเมล็ดข้าวขาวด้วยการประมวลผลภาพ”. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. 10 (1) : 1-5.

อนล ไพศาล และธีรสิทธิ์ เกษตรเกษม. (2554). “การคัดแยกเมล็ดพันธุ์ปิ่นในถั่วเขียว โดยการวิเคราะห์ภาพถ่าย”.

แก่นเกษตร. 39 (ฉบับพิเศษ 3) : 240-247.

คุณค่าทางวิชาการ

เกษตรกรหรือผู้ประกอบการที่มีความสนใจสามารถนำผลการวิจัยการพัฒนาเครื่องคัดแยกเมล็ดถั่วด้วยการประมวลผลภาพไปใช้งานในครัวเรือนหรือนำไปใช้งานในเชิงพาณิชย์ทำให้ช่วยลดเวลาในการคัดแยก หรือนำไปประยุกต์เพื่อหาคุณค่าทางอาหารและพัฒนาระบบสำหรับการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารสำหรับการแนะนำทางโภชนาการ



การพัฒนาเครื่องผ่านขมื่นชั้นสำหรับเกษตรกรผู้แปรรูปสมุนไพร จังหวัดสุรินทร์

นิรติศักดิ์ คงทน¹ สหภัทร ชลาชัย² พีรศักดิ์ ผลเจริญ³ ธาณิ มีเจริญ^{4*}

อุบลวรรณ สุวรรณภูสิทธิ์⁵ ขนมนัฐชา กังวานสุขพันธ์⁶

คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์^{1 2 3}

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{4*}

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{5 6}

อีเมล : me.tarinee@gmail.com^{4*}

วันที่รับบทความ 5 สิงหาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 3 ตุลาคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ 15 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินผลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผ่านขมื่นชั้นสำหรับเกษตรกรผู้แปรรูปสมุนไพร ซึ่งองค์ประกอบหลักของเครื่อง ได้แก่ โครงสร้าง ชุดใบมีดผ่านซึ่งสามารถปรับระยะห่างได้ ถาดป้อน และช่องทางออกวัสดุ ใช้มอเตอร์ขนาด ¼ แรงม้าเป็นต้นกำลังและส่งกำลังด้วยสายพาน โดยในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาระยะห่างใบมีด 5 ระดับ (1 2 3 4 และ 5 มิลลิเมตร) และศึกษาค่าชี้ผลประกอบด้วยความสามารถในการทำงาน ประสิทธิภาพการผ่าน เปอร์เซ็นต์สูญเสีย ความหนาของชั้นขมื่นชั้นที่ผ่านได้ การใช้ไฟฟ้าของเครื่อง และอัตราการลดความชื้น ผลการศึกษา พบว่า เมื่อทดสอบผ่านขมื่นชั้นที่ระยะห่างใบมีดผ่านที่ 1 2 3 4 และ 5 มิลลิเมตร เครื่องมีค่าความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 167.33 696.83 727.00 820.00 914.17 กรัม/นาที่ ตามลำดับ ค่าประสิทธิภาพการผ่านเท่ากับ 84.78 81.33 66.21 65.48 และ 62.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์สูญเสีย 15.22 18.67 33.79 34.52 และ 37.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การผ่านขมื่นชั้นที่ระยะห่างใบมีด 1-5 มิลลิเมตร ค่าความหนาของขมื่นชั้นมีค่าเฉลี่ย 0.94 1.98 2.99 3.97 และ 4.97 มิลลิเมตร ตามลำดับ และมีอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ในช่วง 513.73 – 533.82 วัตต์ โดยการผ่านขมื่นชั้นที่ระยะห่างใบมีด 2 มิลลิเมตร มีความสามารถในการทำงานดีกว่าและเปอร์เซ็นต์สูญเสียต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระยะห่างระดับอื่น ทั้งนี้ ในการทดสอบการลดความชื้นของขมื่นชั้นที่ผ่านได้ พบว่าที่ระยะห่างใบมีด 1 2 และ 3 มิลลิเมตร ขมื่นชั้นที่ได้จะมีน้ำหนักลดลงมากกว่าขมื่นชั้นที่ได้จากการผ่านที่ระยะห่างใบมีด 4 และ 5 มิลลิเมตร ซึ่งเครื่องผ่านขมื่นชั้นที่พัฒนาขึ้นนี้ เกษตรกรสามารถนำไปใช้ผ่านขมื่นชั้นเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และสร้างรายได้ให้แก่กลุ่มเกษตรกรผู้แปรรูปสมุนไพรได้

คำสำคัญ : สมุนไพร ขมื่นชั้น เครื่องผ่านขมื่นชั้น ผลิตภัณฑ์ชุมชน

Development of A Turmeric Slicing Machine for Herbal Processing Farmers in Surin Province

Nirattisak Khongthon¹ Sahapat Chalachai² Peerasak Phoncharoen³ Tarinee Meecharoen^{4*}

Ubonwan Suwannaputit⁵ Chonnatcha Kungwansupaphan⁶

Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology
Isan Surin Campus^{1,2,3}

Faculty of Industrial Technology, Surindra Rajabhat University^{4*}

Faculty of Management Science, Surindra Rajabhat University^{5,6}

E – mail : me.tarinee@gmail.com^{4*}

Received 5 August 2024

Revised 3 October 2024

Accepted 15 October 2024

Abstract

The objective of this research was to develop and evaluate the performances of a turmeric slicing machine for herbal processing farmers. The main components of the machine included the machine frame, an adjustable slicing blade set, a feeding tray, and a material output channel. A ¼ horsepower motor was used as the power source, and a belt was used to transmit the power. In this research, we studied 5 levels of the blade clearance; 1, 2, 3, 4, and 5 mm. The studied indicators included values of capacity, slicing efficiency, loss percentage, thickness of sliced turmeric, electrical power consumption, and moisture reduction rate. The results found that, when testing the turmeric slicing machine with blade clearances of 1, 2, 3, 4, and 5 mm, the average capacities were found to be 167.33, 696.83, 727.00, 820.00, and 914.17 g/min, respectively. The slicing efficiencies were 84.78%, 81.33%, 66.21%, 65.48%, and 62.01%, respectively, with corresponding loss percentages of 15.22%, 18.67%, 33.79%, 34.52%, and 37.99%. At blade clearances of 1 to 5 mm, the average thicknesses of sliced turmeric were 0.94, 1.98, 2.99, 3.97, and 4.97 mm, respectively, and the electrical power consumption rate was in the range of 513.73 to 533.82 watts. Slicing turmeric using a 2-millimeter blade clearance yielded better results and less waste compared to the other blade clearance settings. Moreover, the moisture reduction test of sliced turmeric revealed that weight values for turmeric pieces at blade clearances of 1, 2, and 3 mm were lower than those at blade clearances of 4 and 5 mm. This developed turmeric slicing machine can be used by farmers to slice turmeric for processing and generate income for herbal processing farmer groups.

Keywords : Herb, turmeric, turmeric slicing machine, community product

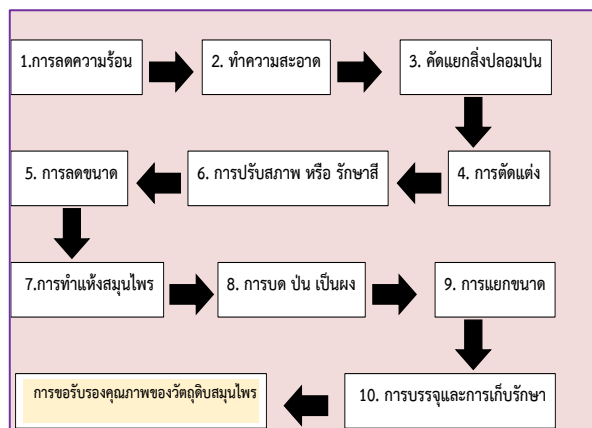


1. บทนำ

ไขมันชั้นเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยา สามารถนำไปแปรรูปได้หลายประเภท เช่น การทำแท่งไขมันชั้น ทั้งหัว การทำไขมันชั้นแท่งแบบขึ้นหรือแผ่น การทำไขมันชั้นผง หรือการนำไปกลั่นน้ำมันหอมระเหย (กรมส่งเสริม การเกษตร. 2556) ปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรได้ให้ความสำคัญในการพัฒนางานวิจัย และการใช้ประโยชน์จากไขมันชั้น ของไทยอย่างต่อเนื่อง เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมสมุนไพรไทยและทดแทนการนำเข้ายาแผนปัจจุบันจากต่างประเทศ ไขมันชั้นที่บรรจุในรูปแคปซูลถูกจัดเป็นยาในบัญชีหลักแห่งชาติ มีการส่งเสริมให้รับประทานไขมันชั้น และผลักดันให้ ไขมันชั้นเป็นยาสามัญประจำบ้านมากขึ้น รวมถึงการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าและผลักดันให้ไขมันชั้น เป็นสินค้าส่งออกของประเทศไทยในอนาคตด้วย ไขมันชั้นจึงเป็นพืชทางเลือกหนึ่งให้เกษตรกรนำไปปลูกเพื่อการค้าป้อน สู่ตลาดทั้งในและต่างประเทศ ในปี 2563 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกไขมันชั้นรวม 5,206 ไร่ แหล่งผลิตไขมันชั้นที่สำคัญใน ประเทศไทย คือ จังหวัดมหาสารคาม สระแก้ว ปราจีนบุรี จันทบุรี กาญจนบุรี ราชบุรี สุราษฎร์ธานี พังงา นครศรีธรรมราช พัทลุง ชุมพร และสระบุรี มีผลผลิตไขมันชั้นที่เก็บเกี่ยวได้ประมาณ 3,487,623 กิโลกรัม (กรมส่งเสริม การเกษตร. 2565) ซึ่งจะเห็นได้ว่าไขมันชั้นสามารถปลูกได้ในทุกภาคของประเทศไทย

จังหวัดสุรินทร์มีผู้ปลูกและแปรรูปสมุนไพรอยู่ในอำเภอกาบเชิงและอำเภอสางไซ ซึ่งทั้งสองอำเภอนี้ตลาด สมุนไพรหลักคือโรงพยาบาลกาบเชิงและโรงพยาบาลสังขะที่มีโรงงานผลิตยาที่ได้มาตรฐาน WHO-GMP และได้รับการ ส่งเสริมและผสมผสานการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือกแก่ประชาชนควบคู่การแพทย์แผนปัจจุบันอย่างเป็น รูปธรรม (กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. 2565) ซึ่งโรงพยาบาลทั้ง 2 แห่งนี้มีความต้องการในการรับ ซื้อสมุนไพรหลายชนิด เช่น โพล ไขมันชั้น ไขมันอ่อน ข่า กระชาย ฟาทะลายใจ เป็นต้น โดยไขมันชั้นจะรับซื้อ 1-3 ตัน ต่อปี นอกจากนี้ยังมีเกษตรกรที่เป็นผู้ปลูก รวบรวม และแปรรูปสมุนไพรขึ้นต้นหลายรายกระจายตัวอยู่ในอำเภอบำเหน็จณรงค์ ซึ่งมีตลาดหลักจะเป็นโรงงานแปรรูปสมุนไพรหรือโรงยาในนอกพื้นที่ เช่น กรุงเทพฯ นครปฐม หนองคาย เป็นต้น ที่รับ ซื้อสมุนไพรแห้งจากผู้รวบรวมในจังหวัดสุรินทร์ในปริมาณมากทุก ๆ ปี โดยเฉพาะสมุนไพรประเภทหัว เช่น โพล ไขมันชั้น ไขมันอ่อน กระชายดำ ว่านนางคำ ว่านมหาเมฆ เป็นต้น

ในการจัดการการแปรรูปสมุนไพรขึ้นต้นโดยการทำให้แห้งของไขมันชั้น แสดงขั้นตอนดังรูปที่ 1 เกษตรกร ผู้แปรรูปสมุนไพรในจังหวัดสุรินทร์ พบปัญหาจุดคอขวดของกระบวนการในขั้นตอนการลดขนาด เนื่องจากใช้แรงงานคน ในการผ่านแผ่นด้วยมือเป็นหลัก ทำให้เกิดความล่าช้าจากความเร็วที่ต่ำที่สละระหว่างการผ่านและความหนาของแผ่น ไขมันชั้นที่ไม่สม่ำเสมอ โดยปกติการผ่านแผ่นไขมันชั้น จำนวน 100 กก. ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน จะใช้เวลาในการผ่านประมาณ 3 วัน (วันละ 8 ชั่วโมง) หรือคิดเป็นความสามารถในการทำงาน 4.17 กิโลกรัม/ชั่วโมง (69.44 กรัมต่อนาที) จาก ปัญหาการลดขนาดสมุนไพรจึงมีนักวิจัยหลายรายที่พัฒนาเครื่องผ่าน เครื่องหั่น หรือเครื่องซอย เพื่อทดแทนแรงงานคน มีการพัฒนาออกมาหลากหลายรูปแบบ เช่น เครื่องหั่นสมุนไพรกึ่งอัตโนมัติ (วรเชษฐ์ ศรีประไหม และคณะ. 2562) เครื่องหั่นไขมันชั้นเพื่อประยุกต์ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ (สกล นันทศรีวิวัฒน์. 2565) เครื่องหั่นใบสมุนไพร เครื่องหั่น ตะไคร้ เครื่องหั่นหัวหอม เป็นต้น แต่ปัญหาที่พบ คือ เครื่องไม่ได้ออกแบบมาสำหรับผ่านไขมันชั้น บางเครื่องมีขนาดใหญ่ ใช้งานไม่สะดวก เครื่องขนย้ายลำบาก หั่นสมุนไพรไม่ได้สัดส่วน ต้นทุนสูง ดังนั้นการพัฒนาเครื่องผ่านไขมันชั้นจึงมี ความสำคัญและจำเป็นต้องศึกษาเพื่อแก้ปัญหาในการผ่านไขมันชั้นให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 1 กระบวนการแปรรูปสมุนไพรขั้นต้น

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องผ่านขมื่นชั้นสำหรับเกษตรกรผู้แปรรูปสมุนไพร
- 2.2 เพื่อประเมินผลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผ่านขมื่นชั้นที่พัฒนาขึ้น

3. วิธีการวิจัย

3.1 การออกแบบเครื่องผ่านขมื่นชั้น

ในการออกแบบเครื่องผ่านขมื่นชั้นพิจารณาจากการทำงานของเกษตรกรผู้แปรรูปขมื่นชั้นและลักษณะทางกายภาพของขมื่นชั้น และสัมภาษณ์ความต้องการในการใช้งาน เพื่อใช้ในการกำหนดเงื่อนไขและการออกแบบรายละเอียดของเครื่องผ่านขมื่นชั้นเพื่อให้ตอบวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาการทำงานในปัจจุบัน

3.1.1 วัตถุประสงค์ในการพัฒนาเครื่องผ่านขมื่นชั้น

- เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผ่านขมื่นชั้นให้เกษตรกรผู้แปรรูป
- เพื่อให้เกษตรกรผู้แปรรูปสามารถปฏิบัติงานได้สะดวกและมีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น

3.1.2 การออกแบบเครื่องผ่านขมื่นชั้น

1) เงื่อนไขการออกแบบ มีดังนี้

- ใช้ผ่านหัวขมื่นชั้น ขนาดความกว้าง 36 มม. ความยาว 83 มม. และความหนา 13 มม.

(ค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 ตัวอย่าง)

- เกษตรกรผู้แปรรูปขมื่นชั้นสามารถปฏิบัติงานได้สะดวกทั้งนั่งหรือยืนในการทำงาน และเครื่องสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย โดยกำหนดขนาดของโครงเครื่องผ่านขมื่นชั้น มีความยาว 40 ซม. ความกว้าง 25 ซม. และความสูง 90 ซม.

- เกษตรกรสามารถเลือกความหนาของแผ่นที่ต้องการการผ่านขมื่นชั้นได้ โดยการปรับระยะขนาดใบมีด 5 ระดับ ได้แก่ 1 2 3 4 และ 5 มม.

- เครื่องสามารถทำความสะอาดภายในได้หลังการใช้งาน

2) ผลการออกแบบและสร้างเครื่องผ่านขมื่นชั้น มีส่วนประกอบหลักดังนี้

- ถาดป้อนขมื่นชั้น วัสดุเป็นสแตนเลสเกรดอาหาร ขนาด 40 x 25 ซม. ทำหน้าที่สำหรับป้อนหัวขมื่นชั้นลงไปยังชุดใบมีดผ่านขมื่นชั้น ผ่านช่องป้อนรูปร่างสี่เหลี่ยมขนาด 40 x 5 ซม.

- ชุดใบมีดฝาน เป็นใบมีดครึ่งวงกลม 2 ใบ วัสดุเป็นสแตนเลสเกรดอาหาร ทำหน้าที่สำหรับฝานขมิ้นชันให้เป็นชิ้นตามขนาดความหนาที่ต้องการ ชุดใบมีดฝานสามารถปรับระยะได้
- ฝาครอบใบมีด วัสดุเป็นสแตนเลสเกรดอาหาร ทำหน้าที่ป้องกันการอันตรายจากการฝานของใบมีดขณะปฏิบัติงาน
- ถาดรองขมิ้นชัน วัสดุเป็นสแตนเลสเกรดอาหาร ทำหน้าที่สำหรับรองรับขมิ้นชันที่ผ่านการฝานแล้วจากใบมีดฝาน ขมิ้นชันจะตกลงมาที่ถาดรองขมิ้นชัน
- ชุดส่งกำลัง ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1/4 แรงม้า โดยใช้ความเร็ว 665 รอบ/นาที ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังโดยส่งผ่านกำลังด้วยสายพานไปยังพูลเลย์เพื่อขับเคลื่อนชุดใบมีดฝาน



รูปที่ 2 เครื่องฝานขมิ้นชัน

3.2 การทดสอบและประเมินผลการทำงานของเครื่องฝานขมิ้นชัน

3.2.1 ค่าชี้วัดผลในการทดสอบ

ในการทดสอบและประเมินผลการทำงานของเครื่องฝานขมิ้นชันจากการทดสอบระยะสั้น โดยศึกษาปัจจัยเกี่ยวกับระยะห่างใบมีด 5 ระดับ คือ 1 2 3 4 และ 5 มม. เพื่อประเมินผลการทำงาน โดยมีค่าชี้ผลการศึกษา ได้แก่

1) ความสามารถในการทำงาน คือ ปริมาณของขมิ้นชันที่ผ่านได้ต่อเวลาในการทำงาน มีหน่วยเป็นกรัม/นาที หาได้จากสมการที่ (1)

$$\text{ความสามารถในการทำงาน} = \frac{\text{น้ำหนักขมิ้นชันที่ผ่านได้ (กรัม)}}{\text{เวลาในการฝาน (นาที)}} \quad (1)$$

2) ประสิทธิภาพการฝาน คือ น้ำหนักที่ผ่านได้ขนาดตามที่ต้องการเทียบกับน้ำหนักขมิ้นชันที่ใช้ฝาน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ หาได้จากสมการที่ (2)

$$\text{ประสิทธิภาพในการฝาน} = \frac{\text{น้ำหนักที่ผ่านได้ขนาด (กรัม)} \times 100\%}{\text{น้ำหนักที่ใช้ฝาน (กรัม)}} \quad (2)$$

3) เปอร์เซ็นต์สูญเสีย คือ น้ำหนักขม้นชั้นที่ไม่ถูกผ่านเทียบกับขม้นชั้นที่ใช้ผ่าน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ หาได้จากสมการที่ (3)

$$\text{เปอร์เซ็นต์สูญเสีย} = \frac{\text{น้ำหนักวัสดุที่ไม่ถูกผ่าน (กรัม)} \times 100\%}{\text{น้ำหนักที่ใช้ผ่าน (กรัม)}} \quad (3)$$

4) การใช้กำลังไฟฟ้า คือ ค่ากระแสไฟฟ้า $\times$ แรงดันไฟฟ้า ค่ากำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ โดยค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้าหาได้จากการวัดด้วยมัลติมิเตอร์ขณะที่เครื่องทำงานและนำค่าที่ได้มาคำนวณหาลำกำลังไฟฟ้าจากสมการที่ (4)

$$\text{กำลังไฟฟ้า (W)} = \text{กระแสไฟฟ้า (A)} \times \text{แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)} \quad (4)$$

5) ขนาดชั้นขม้นชั้น ได้จากการวัดขนาดของชั้นขม้นชั้นที่ผ่านได้ในแต่ละระยะห่างใบมีด โดยวัดขนาดขนาดตัวอย่างในแต่ละระยะห่างใบมีด จำนวน 50 ซ้ำ

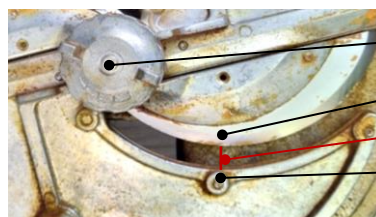
6) อัตราการลดความชื้น หาได้จากการนำขม้นชั้นที่ผ่านได้ในแต่ละระยะห่างใบมีดไปตากแดด คัดน้ำหนักที่ลดลงในระยะเวลาต่าง ๆ โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างทุก ๆ 4 ชั่วโมง เพื่อสังเกตค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงจนกว่าน้ำหนักตัวอย่างจะคงที่

3.2.2 ขั้นตอนการทดสอบ

ในการทดสอบนี้ ใช้ค่าสถิติในการวิเคราะห์ผล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ของข้อมูลที่ได้เพื่อประเมินผล โดยมีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

1) เตรียมขม้นชั้นสำหรับทดสอบโดยใช้ขม้นชั้น อายุเก็บเกี่ยว 8 เดือน โดยมีความชื้นเฉลี่ย 88.21 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) แบ่งตัวอย่าง ๆ ละ 300 กรัม โดยในแต่ละระยะห่างใบมีด ทดสอบซ้ำจำนวน 3 รอบ

2) ในแต่ละระยะห่างใบมีด ตั้งระยะห่างระหว่างใบมีดกับแท่นผ่าน (ดังรูปที่ 3) ให้ได้ระยะที่ต้องการ จากนั้นเดินเครื่องและทำการทดสอบการทำงานโดยนำตัวอย่างขม้นชั้นใส่ลงบนถาดป้อนและลำเลียงขม้นชั้นผ่านช่องป้อนไปยังชุดใบมีดผ่าน



แกนหมุนปรับระยะ

ใบมีด

ระยะห่าง

แท่นผ่าน

รูปที่ 3 ระยะห่างใบมีด

3) ขณะทำการทดสอบ ทำการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าด้วยเครื่องมัลติมิเตอร์ UNI-T รุ่น UT-202 ในระหว่างที่เครื่องทำงานอยู่ และบันทึกค่าจำนวนซ้ำ 20 ซ้ำ เพื่อคำนวณหาลำกำลังไฟฟ้าที่ใช้

4) บันทึกเวลาในการทำงานและชั่งน้ำหนักขม้นชั้นที่ผ่านได้ทั้งหมด เพื่อคำนวณหาความสามารถในการทำงาน

5) นำตัวอย่างขี้มันชั้นที่ได้จากการผ่านไปคัดแยกชั้นขี้มันชั้นที่ถูกผ่านและชั้นที่ไม่ถูกผ่านเพื่อนำไปคำนวณประสิทธิภาพในการผ่านและเปอร์เซ็นต์สูญเสีย

6) สุ่มตัวอย่างชั้นขี้มันชั้นที่ผ่านได้ จำนวน 50 ตัวอย่าง เพื่อวัดขนาดความหนาชั้นขี้มันชั้นด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ดิจิทัล ทศนิยม 2 หลัก

7) นำตัวอย่างขี้มันชั้นที่ผ่านได้ในแต่ละระยะห่างใบมีด เพื่อนำไปทดสอบหาอัตราการลดความชื้น โดยพิจารณาระยะเวลาในการตากแดด ซึ่งแต่ละระยะห่างใบมีดใช้ตัวอย่างน้ำหนัก 650 กรัม ในการทดสอบ นำตัวอย่างมาเกลี่ยบนลาดพื้นเรียบให้สม่ำเสมอ เริ่มตากแดดตั้งแต่ 9.00 น. ของการตากวันที่ 1 จากนั้นชั่งน้ำหนักตัวอย่างทุก ๆ 4 ชั่วโมง และบันทึกค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป

4. ผลการวิจัย

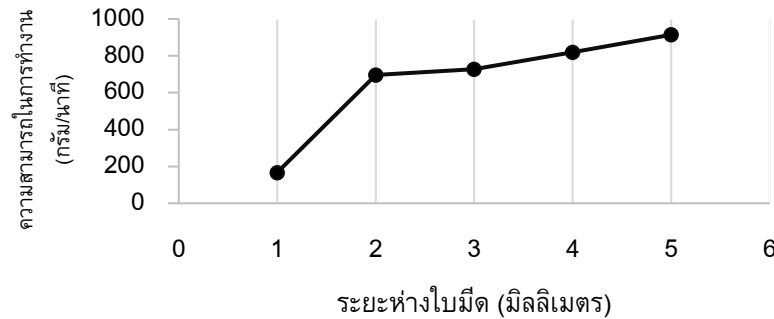
ผลการทดสอบการทำงานเครื่องผ่านขี้มันชั้นจากการทดสอบระยะสั้น แสดงดังตารางที่ 1 โดยศึกษาระยะห่างใบมีดที่ต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 1 2 3 4 และ 5 มิลลิเมตร มีผลการศึกษา มีดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบการทำงานของเครื่องผ่านขี้มันชั้น

ระยะห่างใบมีด (มิลลิเมตร)	ความสามารถในการทำงาน (กรัม/นาท)	ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)	เปอร์เซ็นต์ สูญเสีย (เปอร์เซ็นต์)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ขนาดชั้น ขี้มันชั้น (มิลลิเมตร)
1	167.33	84.78	15.22	513.73	0.94
2	696.83	81.33	18.67	515.04	1.98
3	727.00	66.21	33.79	519.39	2.99
4	820.00	65.48	34.52	533.74	3.97
5	914.17	62.01	37.99	533.82	4.97

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาค่าความสามารถในการทำงาน พบว่า เมื่อทดสอบผ่านขี้มันชั้นที่ระยะห่างใบมีด 1 2 3 4 และ 5 มิลลิเมตร ได้ค่าความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 167.33 696.83 727.00 820.00 และ 914.17 กรัม/นาท ตามลำดับ

จากรูปที่ 4 เห็นได้ว่า เมื่อระยะห่างใบมีดเพิ่มขึ้นจาก 1 – 5 มิลลิเมตร ความสามารถในการผ่านมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยการผ่านที่ระยะห่างใบมีด 1 มิลลิเมตร ได้ความสามารถน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นระยะที่ผ่านขี้มันชั้นได้ความหนาของแผ่นขี้มันชั้นที่มีความบางทำให้น้ำหนักที่ได้น้อยตามไปด้วย ส่งผลให้ความสามารถในการทำงานลดลง ขณะที่ระยะห่างใบมีด 5 มิลลิเมตร ได้ความหนาของแผ่นขี้มันชั้นที่มีความหนามากกว่า ทำให้น้ำหนักมากกว่า เมื่อเทียบที่ระยะเวลาในการผ่านเท่ากัน การผ่านที่ระยะห่างใบมีด 5 มิลลิเมตร จึงให้ความสามารถในการทำงานที่มากที่สุด



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างใบมีดกับความสามารถในการทำงาน

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อศึกษาว่าระยะห่างใบมีดมีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานของเครื่องฟานขี้มันชันอย่างหรือไม่ โดยคณะผู้วิจัยทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ และใช้โปรแกรม Minitab 18 ในการทดสอบ ผลพบว่า มีค่า P-value = 0.003 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 นั่นคือ ระยะห่างใบมีดมีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานของเครื่องฟานขี้มันชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือกล่าวได้ว่า ระยะห่างใบมีดอย่างน้อย 1 ระยะที่มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการทำงานแตกต่างกัน คณะผู้วิจัยจึงวิเคราะห์การเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Paired Comparison) ด้วยวิธี Tukey แสดงผลดังตารางที่ 2

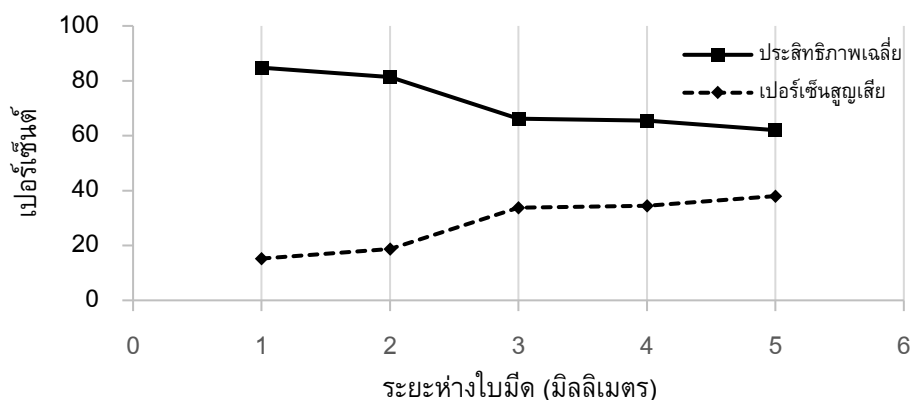
ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของค่าเฉลี่ยความสามารถในการทำงาน ด้วยวิธี Tukey

ระยะห่างใบมีด (มิลลิเมตร)	ค่าเฉลี่ยความสามารถ ในการทำงาน (กรัม/นาที)	S.D. (กรัม/นาที)	การจัดกลุ่ม	
5	914.17	111.40	B	
4	820.00	242.00	B	
3	727.00	246.00	B	
2	696.83	298.00	B	
1	167.33	18.2		A

จากตารางที่ 2 พบว่า ระยะห่างใบมีด 1 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการทำงานของเครื่องฟานขี้มันชันที่แตกต่างจากระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ระยะห่างใบมีด 2 - 5 มิลลิเมตร ถูกจัดกลุ่มค่าเฉลี่ยความสามารถในการทำงานอยู่ในกลุ่มเดียวกัน นั่นคือ ที่ระยะห่างใบมีด 2 - 5 มิลลิเมตร เครื่องฟานขี้มันชันมีความสามารถในการทำงานโดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพในการฟานและเปอร์เซ็นต์สูญเสีย (ตารางที่ 1) พบว่า การทดสอบฟานขี้มันชันที่ระยะห่างใบมีด 1 2 3 4 และ 5 มิลลิเมตร ได้ค่าประสิทธิภาพการฟาน 84.78 81.33 66.21 65.48 และ 62.01 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์สูญเสีย 15.22 18.67 33.79 34.52 และ 37.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจากรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่า เมื่อระยะห่างใบมีดเพิ่มขึ้นจาก 1-5 มิลลิเมตร ค่าประสิทธิภาพการฟานมีแนวโน้มลดลง ขณะที่เปอร์เซ็นต์สูญเสียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากระยะห่างใบมีดที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณเนื้อขี้มันที่ถูกฟานหนาขึ้น เมื่อฟานขี้มันถึงส่วนท้ายของหัวขี้มัน จะมีส่วนที่ไม่ถูกฟานผ่านใบมีดไปมากขึ้น เมื่อระยะห่างใบมีดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ประสิทธิภาพการฟานลดลง เนื่องด้วยชิ้นส่วนดังกล่าวหลุดผ่านช่องว่างลงมาโดยไม่ผ่านการฟานของใบมีด ส่งผลให้

ประสิทธิภาพในการผ่านลดลงและเปอร์เซ็นต์สูญเสียเพิ่มขึ้น แสดงรูปตัวอย่างขมื่นชั้นที่ถูกผ่านโดยเครื่องผ่านขมื่นชั้นดังรูปที่ 6



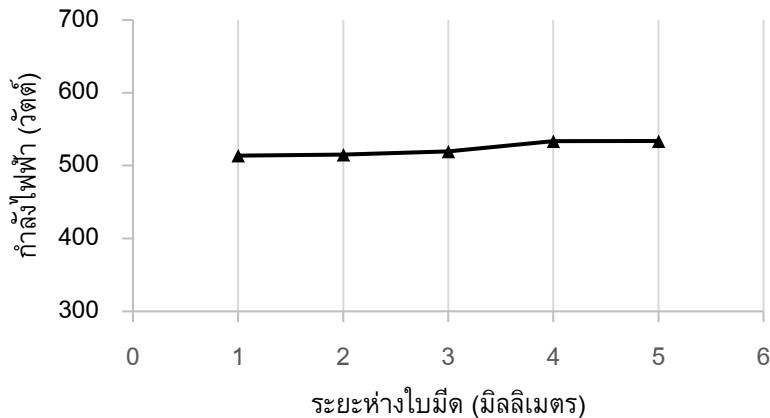
รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างใบมีดกับค่าประสิทธิภาพในการผ่านและเปอร์เซ็นต์สูญเสีย



รูปที่ 6 ตัวอย่างชิ้นส่วนขมื่นชั้นที่ไม่ถูกผ่านและที่ผ่านได้ขนาด

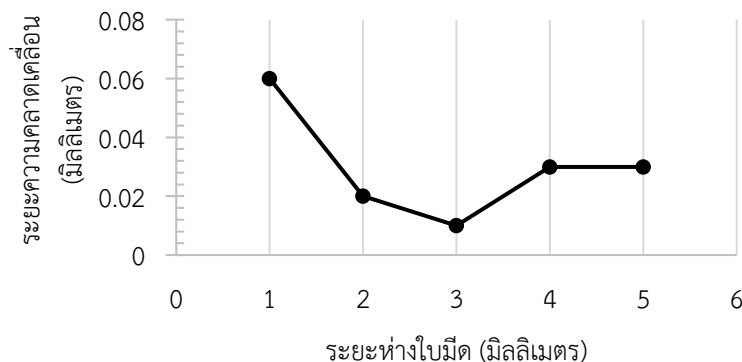
เมื่อพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ (ตารางที่ 1) พบว่า ที่ระยะห่างใบมีด 1 มิลลิเมตร มีการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 513.75 วัตต์ ที่ระยะห่างใบมีด 2 มิลลิเมตร มีการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 515.04 วัตต์ ที่ระยะห่างใบมีด 3 มิลลิเมตร มีการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 533.74 วัตต์ ที่ระยะห่างใบมีด 5 มิลลิเมตร มีการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 533.82 วัตต์ จะเห็นได้ว่า การผ่านที่ระยะห่างใบมีด 1-5 มิลลิเมตร มีอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ในช่วง 513.73 – 533.82 วัตต์

จากรูปที่ 7 เห็นได้ว่า กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการผ่านในแต่ละระยะห่างใบมีดมีค่าใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ระยะห่างใบมีดที่แตกต่างกัน ไม่มีผลทำให้กำลังไฟฟ้าที่ใช้แตกต่างกันมาก แต่จะเห็นว่า ที่ระยะห่างใบมีดผ่าน 4 – 5 มิลลิเมตร จะมีการใช้กำลังไฟฟ้าในการผ่านมากกว่า เนื่องจาก ระยะห่างใบมีดที่มากขึ้น ความหนาของแผ่นขมื่นชั้นที่จะต้องผ่านจึงมีมากขึ้น ทำให้ต้องใช้พลังงานในการผ่านเพิ่มขึ้น ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย



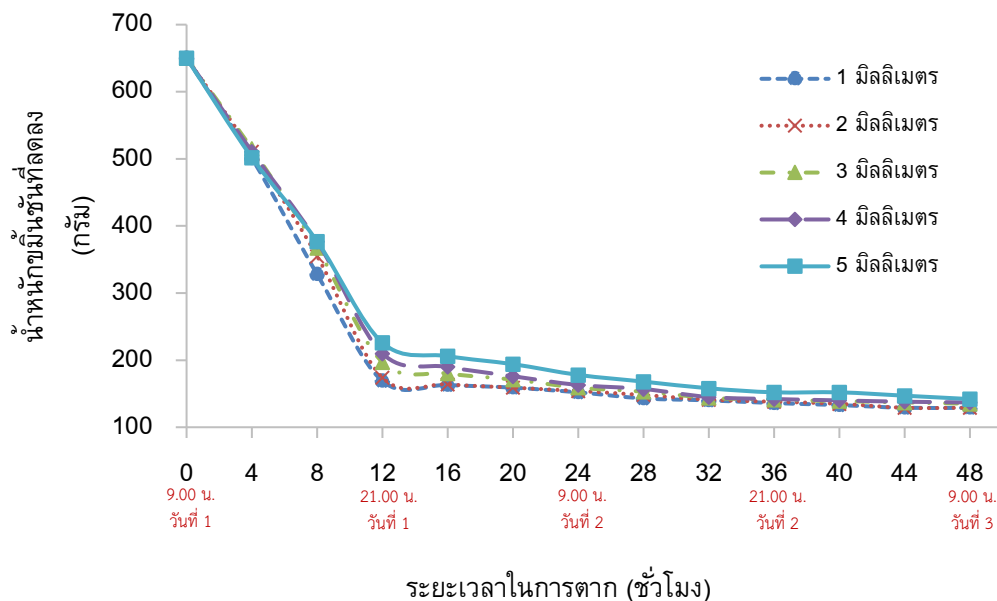
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างใบมีดกับกำลังไฟฟ้า

เมื่อพิจารณาความหนาของแผ่นขม้นชั้นที่ได้จากการผ่าน (ตารางที่ 1) พบว่า ที่ระยะห่างใบมีด 1 มิลลิเมตร ได้แผ่นขม้นชั้นที่มีความหนาเฉลี่ย 0.94 มิลลิเมตร ระยะห่างใบมีด 2 มิลลิเมตร ได้แผ่นขม้นชั้นที่มีความหนาเฉลี่ย 1.98 มิลลิเมตร ระยะห่างใบมีด 3 มิลลิเมตร ได้แผ่นขม้นชั้นที่มีความหนาเฉลี่ย 2.99 มิลลิเมตร ระยะห่างใบมีด 4 มิลลิเมตร ได้แผ่นขม้นชั้นที่มีความหนาเฉลี่ย 3.97 มิลลิเมตร และระยะห่างใบมีด 5 มิลลิเมตร ได้แผ่นขม้นชั้นที่มีความหนาเฉลี่ย 4.97 มิลลิเมตร โดยจากรูปที่ 8 จะเห็นได้ว่า ระยะความคลาดเคลื่อนของขนาดความหนาของแผ่นขม้นชั้นที่ผ่านได้ในระยะห่างใบมีด 3 มิลลิเมตร มีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด รองลงมาคือ ระยะห่างใบมีด 2 4 5 และ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ



รูปที่ 8 ระยะความคลาดเคลื่อนของขนาดความหนาของแผ่นขม้นชั้นที่ผ่านได้ในระยะห่างใบมีดแต่ละระดับ

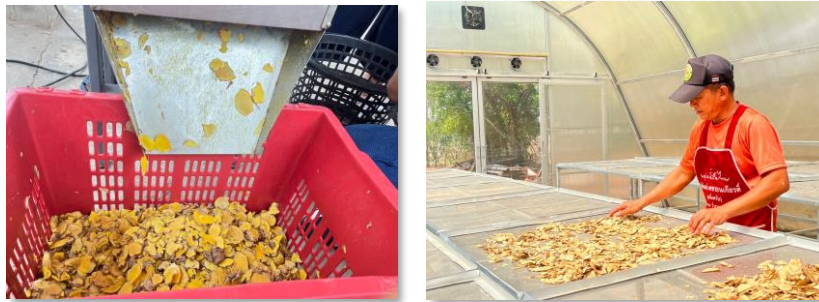
ผลการทดสอบการลดความชื้นของขม้นชั้นที่ผ่านได้ (รูปที่ 9) โดยพิจารณาน้ำหนักที่ลดลง พบว่า เมื่อเริ่มตากขม้นชั้นที่ผ่านได้จากเครื่องผ่าน ภายใน 12 ชั่วโมงแรกของการตาก (9.00 น. ถึง 21.00 น. ของวันที่ 1) น้ำหนักของขม้นชั้นที่ผ่านการผ่านมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง และเมื่อใช้ระยะเวลาตาก 12 ถึง 48 ชั่วโมง (21.00 น. ของวันที่ 1 ถึง 9.00 น. ของวันที่ 3) น้ำหนักของขม้นชั้นลดลงเล็กน้อย โดยที่ระยะห่างใบมีด 1 2 และ 3 มิลลิเมตร ขม้นชั้นที่จะมีน้ำหนักลดลงมากกว่าขม้นชั้นที่ผ่านการผ่านที่ระยะห่างใบมีด 4 และ 5 มิลลิเมตร



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการตากกับน้ำหนักมันชั้นที่ลดลงของวัสดุที่ผ่านด้วยระยะห่างใบมีดต่าง ๆ

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากผลการทดสอบ พบว่า เมื่อเพิ่มระยะห่างใบมีดมากขึ้นจะทำให้ได้ขนาดชิ้นมันชั้นที่มีความหนาหนากกว่า และทำให้ได้น้ำหนักมากกว่าเมื่อเทียบที่เวลาในการผ่านเท่ากัน การผ่านที่ระยะห่างใบมีด 5 มิลลิเมตร จึงให้ความสามารถในการทำงานที่มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสัญญา โพธิ์วงษ์ และคณะ (2565) ที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องหั่นซอยสมุนไพร พบว่า เมื่อระยะห่างใบมีดเพิ่มขึ้นจะใช้เวลาในการหั่นสมุนไพรลดลง ทำให้ความสามารถเพิ่มขึ้น โดยที่ระยะห่างใบมีด 1 2 และ 3 มิลลิเมตร ชิ้นมันชั้นที่ได้จะมีน้ำหนักลดลงมากกว่าชิ้นมันชั้นที่ได้จากการผ่านที่ระยะห่างใบมีด 4 และ 5 มิลลิเมตร ทั้งนี้เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการผ่านและเปอร์เซ็นต์สูญเสีย เมื่อระยะห่างใบมีดเพิ่มขึ้นจาก 1–5 มิลลิเมตร ค่าประสิทธิภาพการผ่านมีแนวโน้มลดลง ขณะที่เปอร์เซ็นต์สูญเสียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากระยะห่างใบมีดที่เพิ่มขึ้น เมื่อผ่านมันถึงส่วนท้ายของหัวมัน จะมีส่วนที่ไม่ถูกผ่านผ่านใบมีดไปมากขึ้นตามไปด้วย โดยในช่วงระยะห่างใบมีดที่ 2-3 มิลลิเมตร เครื่องผ่านมีระยะคลาดเคลื่อนความหนาของแผ่นมันชั้นต่ำ และจากการทดสอบการลดความชื้นของชิ้นมันชั้นที่ได้ที่ ระยะห่างใบมีด 1 2 และ 3 มิลลิเมตร ชิ้นมันชั้นที่ได้จะมีน้ำหนักลดลงมากกว่าชิ้นมันชั้นที่ได้จากการผ่านที่ระยะห่างใบมีด 4 และ 5 มิลลิเมตร เนื่องจากยังผ่านแผ่นมันชั้นยังบางเท่าไร จะยังมีจำนวนแผ่นมันชั้นมากขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำหนักที่เท่ากันทั้งหมด ทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสที่โดนความร้อนและอากาศ ทำให้ความชื้นในแผ่นมันชั้นระเหยออกได้มากกว่า สอดคล้องกับสันติ สุดเจสียว (2550) ที่กล่าวไว้ว่า ขนาดและรูปร่างมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนัก เช่น รูปร่างเหมือนกันขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงแห้งเร็วกว่า ทั้งนี้เมื่อพิจารณาค่าชี้ผลการทดสอบโดยรวม ที่ระยะห่างใบมีด 2 มิลลิเมตร ถือว่ามีสมรรถนะการทำงานดีที่สุด เนื่องจากได้ความสามารถในการทำงานและประสิทธิภาพในการผ่านสูง ในขณะที่ได้เปอร์เซ็นต์สูญเสียและระยะคลาดเคลื่อนต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับระยะห่างใบมีดระดับอื่น และระยะเวลาที่ใช้ในการตากแห้งน้อยกว่าที่ทำให้น้ำหนักแห้งเริ่มมีน้ำหนักคงที่



รูปที่ 10 ผลการใช้เครื่องผ่านขี้มันชั้นในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตสมุนไพรแห้ง

เมื่อนำเครื่องผ่านขี้มันชั้นไปทดลองใช้เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของชุมชนสู่การเป็นชุมชนนวัตกรรมบนฐานภูมิปัญญา และอัตลักษณ์พืชสมุนไพร “ขี้มันชั้น” จังหวัดสุรินทร์ ณ กลุ่มเกษตรกรผู้แปรรูปสมุนไพรบ้านกันตวจระมวล ตำบลกันตวจระมวล อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ พบว่า ช่วยเพิ่มผลผลิตภาพในการผลิตขี้มันชั้นแห้ง ได้แก่ 1) ลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ (Human Error) ในการกะความหนาที่แต่เดิมผู้ปฏิบัติงานผ่านขี้มันชั้นเป็นแผ่น ๆ จากการใช้มือในการผ่าน โดยเพิ่มความแม่นยำในการผ่านจากการใช้เครื่องจักร ซึ่งในกลุ่มนี้ต้องการความหนาของแผ่นขี้มันชั้นที่ 2-3 มิลลิเมตร เมื่อปรับระยะห่างใบมีด 2-3 มิลลิเมตร ความหนาแผ่นขี้มันชั้นที่ผ่านได้จากเครื่องมีความหนาเฉลี่ย 1.98-2.99 มิลลิเมตร ซึ่งถือว่ามีความคลาดของขนาดความหนาแผ่นน้อย 2) สามารถลดระยะเวลาการทำงานและลดการใช้แรงงานคนในขั้นตอนการลดขนาดโดยวิธีการผ่านขี้มันชั้น โดยแต่เดิมความสามารถในการผ่านอยู่ที่ 69.44 กรัมต่อนาที แต่เมื่อประยุกต์ใช้เครื่องผ่านขี้มันชั้นที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีและปรับใช้ในการดำเนินของกลุ่ม สามารถเพิ่มความสามารถในการผ่านเป็น 696.83-727.00 กรัมต่อนาที เมื่อต้องการความหนาของแผ่นขี้มันชั้น 2-3 มิลลิเมตร ทำให้กลุ่มสามารถผ่านขี้มันชั้นได้ในปริมาณที่มากขึ้นโดยใช้ระยะเวลาการทำงานลดลง และ 3) ลดระยะเวลาในการตากแห้งเนื่องจากขี้มันชั้นมีขนาดสม่ำเสมอทำให้ขี้มันชั้นที่ตากแห้งสามารถแห้งสนิทได้พร้อม ๆ กัน ลดเวลาการรอคอยจากแต่เดิมที่ต้องรอแผ่นขี้มันชั้นบางส่วนที่มีความหนามากกว่าแห้งสนิท ทั้งนี้จะเห็นว่าการประยุกต์ใช้เครื่องผ่านขี้มันชั้นที่พัฒนาขึ้นในกลุ่มเกษตรกรผู้แปรรูปสมุนไพร สามารถเพิ่มความสามารถในการผลิตโดยการลดระยะเวลาในการผ่านและเพิ่มความแม่นยำในการผ่านแผ่นขี้มันชั้นให้มีความหนาที่สม่ำเสมอ ส่งผลให้แผ่นขี้มันชั้นสามารถแห้งได้ในระยะเวลาใกล้เคียงกัน ทำให้กลุ่มเกษตรกรสามารถแปรรูปขี้มันชั้นตากแห้งได้ในปริมาณที่มากขึ้นและรวบรวมผลผลิตไปจำหน่ายแก่ลูกค้าได้เร็วขึ้น สอดคล้องกับผลการออกแบบและสร้างเครื่องผ่านขี้มันชั้นเพื่อประยุกต์ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ของ สกล นันทศรีวิวัฒน์ (2565) พบว่า เมื่อใช้ขี้มันชั้น 1,000 กรัม ที่มีความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที ระยะความสูงของใบมีด 3 มิลลิเมตร ใช้เวลา 22 วินาที ผลการหั่นมีความหนา 2-3 มิลลิเมตร ซึ่งระดับความพึงพอใจต่อความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุด และระดับความพึงพอใจต่อลักษณะการใช้งานอยู่ในเกณฑ์ที่มีความพึงพอใจมาก

6. ข้อเสนอแนะ

คณะผู้วิจัยนำเสนอข้อเสนอแนะจากการวิจัย และการวิจัยในอนาคต ดังนี้

6.1 ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการทดสอบการทำงานของเครื่องผ่านขี้มันชั้นในระยะยาว (Long Run Period) เพื่อศึกษาผลกระทบจากความหนืดของใบมีดเมื่อมียางขี้มันชั้นสะสมขึ้นระหว่างการเดินทางเครื่อง และศึกษาอิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ความเร็วของมอเตอร์ ประเภทของมีด การเตรียมวัตถุดิบ แรงและความเร็วในการป้อนวัตถุดิบ เป็นต้น

6.2 ผู้ใช้งานอาจติดตั้งล้อขับเคลื่อนเพื่อให้เกิดความสะดวกในการเคลื่อนย้ายมากขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการการพัฒนาศักยภาพชุมชนนวัตกรรมพืชสมุนไพร “ขมิ้นชัน” เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและพลิกฟื้นเศรษฐกิจฐานราก จังหวัดสุรินทร์ รหัสโครงการ A11F660052 ซึ่งได้รับงบประมาณสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุนส่งเสริม ววน.) และหน่วยบริหารจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.) กรอบการวิจัย “ชุมชนนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” ภายใต้แผนงานย่อยรายประเด็น “การเพิ่มความเข้มแข็งของเศรษฐกิจฐานรากเพื่อให้มศักยภาพในการแข่งขัน สามารถพึ่งพาตนเองได้และกระจายรายได้สู่ชุมชนท้องถิ่น” ประจำปีงบประมาณ 2566

เอกสารอ้างอิง

- กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. (2565). “รายงานข้อมูลพื้นฐานเมืองสมุนไพร”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.moac.go.th/herbs-dwl-files-451391791962>. สืบค้น 15 ธันวาคม 2565.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2566). องค์ความรู้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต สู่การเป็น smart officer : สมุนไพรและเครื่องเทศ. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. (2565). “ขมิ้นชัน”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.agriman.doae.go.th/home/news/2565/27turmeric.pdf>. สืบค้น 31 พฤษภาคม 2566.
- วรเชษฐ์ ศรีประไหม, ทรงพล วิจารณ์จักร, จักรพันธ์ ขาวเหนือ, สุพรรณ ยั่งยืน และจักรมาส เลหาวิช. (2562). “การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นสมุนไพรกึ่งอัตโนมัติ”. ในการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 33. วันที่ 2-5 กรกฎาคม พ.ศ. 2562 โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์อุดรธานี จังหวัดอุดรธานี. 1-6.
- สกล นันทศรีวิวัฒน์. (2565). “เครื่องหั่นขมิ้นชันเพื่อประยุกต์ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์”. วารสารวิชาการเทปสตรี I-TECH. 17(1) : 16-22.
- สัญญา โพธิ์วงษ์, วิรติ อัครานูวัตร, สมพงษ์ แซ่บ่าง และเทพธิดา อนันต์สูงเนิน. (2565). การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องหั่น-ซอยสมุนไพรแบบต่อเนื่อง. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 13(1) : 73-82.
- สันติ สุดเฉลียว. (2550). การศึกษาการอบแห้งด้วยลมร้อนร่วมกับสนามไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

คุณค่าทางวิชาการ

ผลลัพธ์สำคัญที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยนี้ ทำให้เกษตรกรผู้ผลิตขมิ้นชัน ผู้ประกอบการสมุนไพรแห้ง และนักวิชาการ สามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้องค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรม รวมถึงถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องผ่านขมิ้นชันร่วมกับสมุนไพรประเภทหัว เหง้า ราก ชนิดอื่น ๆ เช่น ไพล ว่านมหาเมฆ ว่านนางคำ เป็นต้น เพื่อลดการใช้แรงงานและเวลาในการผ่านสมุนไพรด้วยมือ เพิ่มความหลากหลาย และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์สมุนไพร

การพัฒนาเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านช่อ

ธรรมศาสตร์ ไทยเกิด¹ ก่อพงศ์ ลิทธิไพศาลวรกุล² ธีรรัตน์ ชูโส³ เสริมศักดิ์ เกิดวัน^{4*}
สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย^{1 2 3 4*}

อีเมล : sermsak.k@rmutsv.ac.th^{4*}

วันที่รับบทความ 5 มิถุนายน 2567

วันแก้ไขบทความ 27 สิงหาคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ 10 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยเป็นการพัฒนาเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านช่อ โดยส่วนประกอบของเครื่อง 4 ส่วน ได้แก่ โครงสร้างเครื่องแยกผลพริกไทย ชุดต้นกำลังและระบบส่งกำลัง ชุดตัวถังแยกผลพริกไทย และตะแกรงแยกผลพริกไทย ซึ่งโครงเครื่องทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี มีขนาดความกว้าง 38 เซนติเมตร ยาว 38 เซนติเมตร สูง 53 เซนติเมตร ถังนอกทำด้วยสแตนเลส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร สูง 62 เซนติเมตร ด้านล่างของถังเป็นรูปกรวยเพื่อลำเลียงพริกไทยออกจากตัวถัง ชุดถังในทำด้วยตะแกรงสแตนเลส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ด้านในตัวถังมีแท่งสแตนเลสรูปทรงสามเหลี่ยมช่วยเพิ่มแรงสัมผัสของพริกไทยกับผนัง เพื่อให้พริกไทยแยกออกจากก้านช่อได้ดียิ่งขึ้น ด้านล่างของถังเป็นแผ่นวงกลมทำด้วยตะแกรงสแตนเลส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร หมุนเหวี่ยงพริกไทยให้ไปสัมผัสผนังของถังเพื่อแยกผลพริกไทย ใช้ความเร็วรอบประมาณ 1,200 รอบต่อนาที โดยมีมอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า เป็นต้นกำลัง

ผลการทดสอบการใช้งานของเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านช่อพบว่าสามารถแยกผลพริกไทยได้เฉลี่ย 101.00 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 1.20 บาทต่อชั่วโมง ในขณะที่การแยกผลพริกไทยด้วยแรงงานคนเท่ากับ 1.65 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เครื่องสามารถแยกผลพริกไทยเร็วกว่าแรงงานคนเท่ากับ 98.37 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านช่อเท่ากับ 96.75 เปอร์เซ็นต์ และสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องทำให้สามารถแยกผลพริกไทยได้ปริมาณมากในเวลาที่รวดเร็ว เครื่องจึงมีประสิทธิภาพช่วยลดเวลาในการแยกผลพริกไทยออกจากก้านช่อและตรงตามความต้องการของชุมชน

คำสำคัญ : เครื่องแยก พริกไทย การหมุนเหวี่ยง



Development of a Pepper Fruit Separator Machine from the Peduncle

Tammasat Thaikerd¹ Kophong Sitthiphaisanuaokon² Thidarat Chusot³ Serm Sak Kerdwan^{4*}

Department of Industrial Technology, Faculty of Science and Technology,

Rajamangala University of Technology Srivijaya^{1,2,3,4*}

E – mail: sermsak.k@rmutsv.ac.th^{4*}

Received 5 June 2024

Revised 27 August 2024

Accepted 10 October 2024

Abstract

The research was to development of a pepper fruit separator machine from the peduncle. The components of the machine are 4 parts: pepper separate machine structure, power unit and transmission, pepper separate body set, and pepper separate sieve. The structure of the machine is made of galvanized steel. It measures 38 centimeters in width, 38 centimeters in length, and 53 centimeters in height. The outer tank is made of stainless steel and measures 45 centimeters in diameter and 62 centimeters in height. The bottom of the tank is funnel-shaped to convey pepper out of the hull. The inner body assembly is made with stainless steel grilles. It measures 30 centimeters in diameter and 30 centimeters in height. Inside the body, a triangular-shaped stainless-steel rod increases the contact force of the pepper against the wall, so that the pepper separates off the stem better. The bottom of the tank is a circular plate made with a stainless-steel grate. With a diameter of 30 centimeters, it helps to centrifuge the pepper to touch the walls of the tank to separate off the pepper fruit. It uses a rotational speed of about 1,200 rpm with a 0.5 hp motor.

The test results of the machine separating pepper fruit from peduncle showed that it can separate off an average of 101.00 kg of pepper fruit per hour. The average electricity consumption is 1.20 baht per hour. While separating pepper fruits by manual labor equals 1.65 kg per hour, the machine can separate pepper fruits faster than manual labor, equal to 98.37 percent. the machine separates pepper fruits is 96.75 percent and can be used continuously, making it possible to separate off large quantities of pepper fruits in a quick time. The machine is therefore efficient, reducing the time to separate the pepper fruit and meeting the needs of the community.

Keywords: Separator Machine, Pepper, Centrifugation

1. บทนำ

พริกไทยมีชื่อสามัญ Black Pepper ชื่อทางวิทยาศาสตร์ Piper nigrum L. พริกไทยเป็นเครื่องเทศที่มีรสชาติเผ็ดร้อนและมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพแร่ธาตุที่ดีต่อสุขภาพ (Lee, J. G., et al. 2020) โดยสรรพคุณทางยาช่วยต้านอนุมูลอิสระ ช่วยเสริมการทำงานของสมอง ขับลมในลำไส้และท้องควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมอาหาร พริกไทยสามารถนำไปแปรรูปและใช้ได้ ในอุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมยา และจากสถิติปี พ.ศ.2564 พบว่าพื้นที่ปลูกพริกไทยในประเทศไทยเท่ากับ 2,086.78 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยว 1,926.26 ไร่ มีผลผลิตพริกไทยรวมทั้งหมด 1,023 ตัน โดยจังหวัดที่เป็นแหล่งในการเพาะปลูกพริกไทยมาก 5 อันดับแรก ได้แก่ จันทบุรี พิจิตร โลก เพชรบูรณ์ นครศรีธรรมราช และเลย มีพื้นที่ในการปลูกเท่ากับ 754.22, 269.25, 131.58, 130.66, 113.50 ไร่ ตามลำดับ ซึ่งพริกไทยมีข้อจำกัดด้านผลผลิตพริกไทยไม่เพียงพอต่อปริมาณการใช้ในประเทศ ทำให้มีการนำเข้าพริกไทยจากต่างประเทศ และด้านต้นทุนการผลิต (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2565) ในขณะที่วารณา เรียนสุทธิ (2565) พบว่าค่าความเร็วในการปรับตัวจากการเบี่ยงเบนออกจากดุลยภาพในช่วงเวลาที่ผ่านมา จึงสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทย โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยต่อเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรสำหรับใช้ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทยในอนาคตต่อไป

พริกไทยเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ใช้พื้นที่น้อย อีกทั้งพริกไทยจะให้ผลผลิตเมื่อต้นมีอายุ 8 เดือนเท่านั้น และสามารถขยายพันธุ์นำมาขายเพื่อสร้างรายได้เสริมอีกทางหนึ่ง ราคาพริกไทยสดตามท้องตลาดจะอยู่ที่กิโลกรัมละ 100 บาท อัตราการสั่งซื้อพริกไทยประมาณ 10 - 15 กิโลกรัมต่อวัน ในกระบวนการเก็บเกี่ยวพริกไทย โดยเริ่มจากเก็บเกี่ยวช่อพริกไทยเมื่อแก่เต็มที่ใส่ลงภาชนะเพื่อบ่มเป็นเวลา 1 คืนที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นนำมาเทลงบนพื้นที่สะอาด แล้วทำการแยกเม็ดพริกไทยออกจากช่อ ล้างและคัดแยกเมล็ดโดยนำพริกไทยใส่ภาชนะสำหรับล้าง เติมน้ำให้ท่วมจากนั้นแยกส่วนที่ลอยน้ำออก แล้วล้างด้วยน้ำผ่านก๊อกร้า แล้วนำมาสะเด็ดน้ำ (นภัสวรรณ เลี่ยมนิมิต และคณะ. 2566) ซึ่งการแยกเม็ดพริกไทยออกจากช่อส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการผลพริกไทยออกจากก้านช่อ และไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า สอดคล้องกับ นภัสวรรณ เลี่ยมนิมิต และคณะ (2566) พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกพริกไทยยังขาดองค์ความรู้ทางวิชาการในการผลิต จึงทำการส่งเสริมความรู้ด้วยการฝึกอบรมการผลิต และส่งเสริมการแปรรูปพริกไทย เพื่อเพิ่มมูลค่าทางการตลาด

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงนำเสนอแนวทางในการลดระยะเวลาในการผลพริกไทยออกจากก้านช่อ โดยการสร้างเครื่องจักรที่ใช้ในการแยกผลพริกไทยออกจากก้านช่อ เนื่องจากในการใช้แรงงานคนนั้นในการแยกก้านพริกไทยทำได้ยากและส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เนื่องจากพริกไทยมีขนาดก้านเล็กและรูดยาก โดยการออกแบบและสร้างเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านช่อเพื่อช่วยเพิ่มผลผลิต

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านช่อ
- 2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านช่อ

3. วิธีการวิจัย

3.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

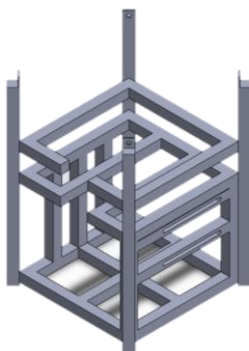
ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพริกไทย คุณสมบัติพริกไทย การเก็บเกี่ยวพริกไทย ขั้นตอนการทำพริกไทยดำ การตากแห้ง มอเตอร์ไฟฟ้า พูลเลย์ เหล็กกล้าไร้สนิม ความเร็วรอบ เครื่องคัดแยก เครื่องสไลด์ เครื่องเหวี่ยง การทดสอบประสิทธิภาพ การวิเคราะห์ผลทางสถิติ เป็นต้น

3.2 ออกแบบและสร้างเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านช่อ

การออกแบบเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านช่อพิจารณาจากความต้องการใช้งานและลักษณะเฉพาะเจาะจงของพริกไทย โดยใช้โปรแกรม SolidWorks ในการออกแบบเครื่องก่อนการสร้างจริง เมื่อแบบที่ได้ตรงตามความต้องการแล้วจึงทำการสร้างเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านช่อด้วยหลักการทางวิศวกรรม โดยการพิจารณาวัสดุ ลักษณะการใช้งาน และการบำรุงรักษาเป็นสำคัญ ซึ่งเครื่องที่ได้จากการออกแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks ซึ่งมีส่วนประกอบ 4 ส่วน ได้แก่ โครงสร้างเครื่องแยกผลพริกไทย ชุดต้นกำลังและระบบส่งกำลัง ชุดตัวถังแยกผลพริกไทย และตะแกรงแยกผลพริกไทย หลังจากนั้นนำแต่ละส่วนมาประกอบกันแสดงดังรูปที่ 6

3.2.1 โครงสร้างเครื่องแยกผลพริกไทย

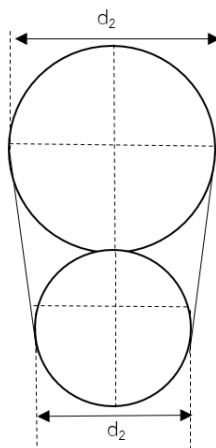
โครงเครื่องทำด้วยเหล็กขนาด 1×1 นิ้ว โครงสร้างเครื่องขนาดความกว้าง 38 เซนติเมตร ยาว 38 เซนติเมตร สูง 53 เซนติเมตร เพื่อรับรองโครงสร้างชุดอื่น ๆ ของเครื่องได้อย่างกะทัดรัดและแข็งแรง ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างเครื่องแยกผลพริกไทย

3.2.2 ชุดต้นกำลังและระบบส่งกำลัง

ชุดต้นกำลังใช้มอเตอร์ขนาด $\frac{1}{2}$ แรงม้า เป็นต้นกำลัง ใช้ชุดต้นกำลังและส่งกำลังด้วยพูลเลย์ขับเคลื่อนผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว พูลเลย์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ใช้สายพาน 26 นิ้ว เป็นตัวส่งกำลัง ทำการคำนวณด้วยสมการที่ 1 เพื่อหาความเร็วรอบของชุดพูลเลย์ใช้มอเตอร์ขนาด $\frac{1}{2}$ แรงม้า ความเร็วรอบ 1,440 รอบต่อนาที ระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ ส่งผลให้ความเร็วรอบของเครื่องแยกผลพริกไทยเท่ากับ 1,200 รอบต่อนาที โดยมีการส่งกำลังดังรูปที่ 2



เฟลา

$n_2 = ?$ รอบต่อนาที

$d_2 = 3$ นิ้ว

มอเตอร์

$n_1 = 1,440$ รอบต่อนาที

$d_1 = 2.5$ นิ้ว

รูปที่ 2 การคำนวณหาความเร็วรอบเครื่องแยกผลพริกไทย

$$\text{ความเร็วรอบ} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad \dots(1)$$

โดย n_1 ความเร็วรอบล้อขับ (รอบต่อนาที)
 n_2 ความเร็วรอบล้อตาม (รอบต่อนาที)
 d_1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์ขับ (รอบต่อนาที)
 d_2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์ตาม (รอบต่อนาที)

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าหาความเร็วรอบเครื่อง} &= \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \\ &= \frac{1,440}{n_2} = \frac{3.0}{2.5} \\ &= \frac{1,440}{n_2} = \frac{3.0}{2.5} \\ n_2 &= \left(\frac{3.0}{2.5} \times 1,440 \right) = 1,200 \text{ รอบต่อนาที} \end{aligned}$$

3.2.3 ชุดตัวถังแยกผลพริกไทย

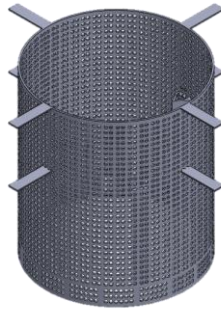
ตัวถังแยกเมล็ดพริกไทยทำจากสแตนเลส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว สูง 24.5 นิ้ว ด้านท้ายเป็นกรวยเพื่อลำเลียงพริกไทยออกจากตัวถัง



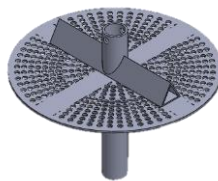
รูปที่ 3 ชุดตัวถังแยกผลพริกไทย

3.2.4 ตะแกรงแยกผลพริกไทย

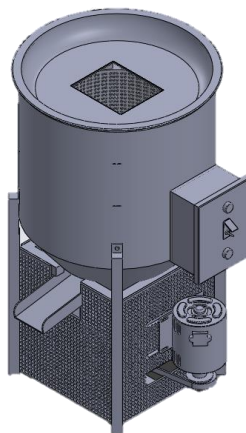
ถังตะแกรงแยกผลพริกไทย ดังรูปที่ 4 ทำจากสแตนเลสหนา 1 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว สูง 12 นิ้ว และจานตะแกรงสไลด์ผลพริกไทยดังรูปที่ 5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว ใช้เพื่อหมั่นแยกผลพริกไทยด้านในตัวถังมีเส้นสแตนเลส เพื่อให้พริกไทยแยกออกจากก้นช่อ



รูปที่ 4 ถังตะแกรงสแตนเลสผลพริกไทย



รูปที่ 5 จานตะแกรงสแตนเลสผลพริกไทย



รูปที่ 6 เครื่องแยกผลพริกไทยที่ได้จากการออกแบบ

3.3 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านช่อและปรับปรุงแก้ไข

ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านช่อ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ระยะเวลาในการสั้ดพริกไทยออกจากชั้วแกน แล้วนำมาคำนวณความสามารถในการแยกผลพริกไทยโดยใช้สมการที่ 1

$$\text{ความสามารถในการแยกผลพริกไทย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)} = \frac{(60 \times 2)}{\text{เวลาแยกผลพริกไทยจากการทดสอบ (นาที)}} \quad \dots(1)$$

หลังจากนั้นบันทึกข้อมูลน้ำหนักผลพริกไทย น้ำหนักก้านพริกไทย น้ำหนักที่สูญเสียเนื่องมาจากการติดค้างภายในเครื่องหลังจากการแยกผลพริกไทย และทำการเปรียบเทียบระหว่างแรงงานคนกับเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านข้อพร้อมทั้งทำการวิเคราะห์ผลความแตกต่างทางสถิติของด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยใช้ One-way ANOVA เพื่อทดสอบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการแยกพริกไทยด้วยเครื่องและแรงงานคนที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 และนำมาหาค่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าจากสมการที่ 2 และนำมาหาค่าไฟฟ้าจากการใช้เครื่องแยกพริกไทย จากสมการที่ 3 โดยค่าพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเท่ากับ 3.2484 บาทต่อหน่วย

$$\text{พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)} = \frac{(\text{กำลังไฟฟ้า (วัตต์)} \times \text{จำนวนการใช้งาน (ชั่วโมง)})}{1,000} \quad \dots(2)$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า (บาท)} = \text{พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)} \times 3.2484 \text{ (บาทต่อหน่วย)} \quad \dots(3)$$

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลจากการออกแบบและสร้างเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านข้อ

ในการการสร้างเครื่องแยกผลพริกไทย ทางคณะผู้วิจัยทำการออกแบบภายใต้หลักการทางวิศวกรรม ซึ่งทำการออกแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks ซึ่งมีส่วนประกอบ 4 ส่วน ได้แก่ โครงสร้างเครื่องแยกผลพริกไทย ชุดต้นกำลังและระบบส่งกำลัง ชุดตัวถังแยกผลพริกไทย และตะแกรงแยกผลพริกไทย และนำมาสร้างเครื่องแยกผลพริกไทยด้วยหลักการทางวิศวกรรม โดยเครื่องแยกผลพริกไทยใช้หลักการเหวี่ยงเพื่อให้ก้านพริกไทยสัมผัสกับตะแกรงทำให้ผลพริกไทยแยกออกมาจากก้านข้ออาศัยหลักการทำงาน



รูปที่ 7 เครื่องแยกผลพริกไทย

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านข้อ

ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องแยกผลพริกไทย จะใช้พริกไทยที่มีลักษณะแก่จัด โดยทดสอบปริมาณครั้งละ 2 กิโลกรัม (ผลผลิตที่ได้สูงสุดโดยประมาณในแต่ละวัน) ปั่นให้ผลพริกไทยหลุดจากก้านข้อจนหมดเพื่อหาเวลาและหาปริมาณผลพริกไทย ก้านพริกไทย และน้ำหนักที่สูญเสียจากเครื่องทำงานได้ ดังตารางที่ 1 จากนั้นนำค่าประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับการทำงานด้วยแรงคน แล้วคิดเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ของเครื่องที่ได้ออกแบบเปรียบเทียบกับการใช้คนแบบดั้งเดิม ผลแสดงดังตารางที่ 2 และนำมาหาเวลาแยกผลพริกไทย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ด้วยสมการที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเครื่องแยกผลพริกไทย

ครั้งที่	เวลา (นาทีก)	ความสามารถในการแยก ผลพริกไทย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	ผลพริกไทย		ก้านพริกไทย		น้ำหนักที่ สูญเสีย	
			กรัม	%	กรัม	%	กรัม	%
1	1.25	96.00	1,800	90	200	10	0	0
2	1.12	107.00	1,600	80	255	12.75	145	7.25
3	1.20	100.00	1,750	87.5	200	10	50	2.5
ค่าเฉลี่ย	1.19	101.00	1,716.67	85.83	218.33	10.92	65.00	3.25
SD	0.07	5.57	104.08	5.20	31.75	1.59	73.65	3.68

จากตารางที่ 1 จากการแยกผลพริกไทย 2 กิโลกรัม ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ซึ่งผลพริกไทยที่ได้จากการแยกดังรูปที่ 8 พบว่าใช้เวลาในการแยกผลพริกไทยเฉลี่ย 1.19 นาที ความสามารถในการแยกผลพริกไทยเท่ากับ 101.00 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.07 และได้น้ำหนักผลพริกไทยหลังจากการแยกผลพริกไทยเฉลี่ยเท่ากับ 1,716.67 กรัม (85.83 เปอร์เซ็นต์) น้ำหนักก้านพริกไทยเฉลี่ยเท่ากับ 218.33 กรัม (10.92 เปอร์เซ็นต์) น้ำหนักที่สูญเสียเฉลี่ยเท่ากับ 65 กรัม (3.25 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเกิดจากก้านพริกไทยและผลพริกไทยบางส่วนติดค้างภายในเครื่อง แต่หลังจากใช้เครื่องเสร็จก็สามารถนำผลพริกไทยส่วนที่ติดค้างภายในเครื่องออกมาใช้ได้



รูปที่ 8 ผลพริกไทยที่ได้จากการแยกด้วยเครื่อง

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบระหว่างแรงงานคนกับเครื่องแยกผลพริกไทย

ครั้งที่	ปัจจัยที่ศึกษา	แรงงานคน	เครื่องแยกผลพริกไทย
1	เวลาที่ใช้ (นาท)	80.00	1.25
	ความสามารถในการแยกผลพริกไทย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	1.50	96.00
	ผลพริกไทย (กรัม)	1,850.00	1,800
	ก้านพริกไทย (กรัม)	100.00	200.00
	น้ำหนักที่สูญเสีย (กรัม)	50.00	0.00
2	เวลาที่ใช้ (นาท)	65.00	1.12
	ความสามารถในการแยกผลพริกไทย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	1.84	107.14
	ผลพริกไทย (กรัม)	1,800.00	1,600.00
	ก้านพริกไทย (กรัม)	160.00	255.00
	น้ำหนักที่สูญเสีย (กรัม)	40.00	145.00
3	เวลาที่ใช้ (นาท)	75.00	1.20
	ความสามารถในการแยกผลพริกไทย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	1.60	100.00
	ผลพริกไทย (กรัม)	1,810.00	1,750.00
	ก้านพริกไทย (กรัม)	120.00	200.00
	น้ำหนักที่สูญเสีย (กรัม)	70.00	50.00
ค่าเฉลี่ย	เวลาที่ใช้ (นาท)	73.30	1.19
	ความสามารถในการแยกผลพริกไทย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	1.65	101.00
	ผลพริกไทย (กรัม)	1,820.00	1,717.00
	ก้านพริกไทย (กรัม)	126.60	218.33
	น้ำหนักที่สูญเสีย (กรัม)	53.30	65.00

จากตารางที่ 2 ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการแยกผลพริกไทยออกจากก้านพริกไทยจำนวน 2 กิโลกรัม ด้วยแรงงานคนและเครื่องแยกผลพริกไทย โดยการศึกษา 4 ปัจจัย ได้แก่ เวลาที่ใช้ ผลพริกไทย ก้านพริกไทย และน้ำหนักที่สูญเสียจากการแยกพริกไทย ซึ่งจากการทดสอบพบว่าน้ำหนักที่สูญเสียที่เกิดจากการติดค้างภายในเครื่องเฉลี่ยเท่ากับ 65.00 กรัม มากกว่าน้ำหนักที่สูญเสียจากการใช้แรงงานคน 11.70 กรัม (18.00 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนที่ไม่มาก และหลังจากใช้เครื่องในการแยกพริกไทยแล้วสามารถนำผลพริกไทยส่วนที่ติดค้างออกมาใช้งานต่อได้ ส่วนเวลาเฉลี่ยที่ใช้จากแรงงานคนและเครื่องเท่ากับ 73.30 นาที และ 1.19 นาที ส่งผลให้ความสามารถในการแยกผลพริกไทย 1.65 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และ 101.00 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยใช้ One-way ANOVA เพื่อทดสอบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการแยกพริกไทยด้วยเครื่องและแรงงานคนที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของเวลาที่ใช้ในการแยกพริกไทย

One-way ANOVA: แรงงานคน, เครื่องแยกผลพริกไทย					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	7807.0	7807.0	267.65	0.000
Error	4	116.7	29.2		
Total	5	7923.7			
S = 5.401 R-Sq = 98.53% R-Sq(adj) = 98.16%					

ตารางที่ 3 ผลจากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยใช้ One-way ANOVA ในการทดสอบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการแยกพริกไทยด้วยเครื่องและแรงงานคน พบว่าค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าเวลาที่ใช้ในการแยกพริกไทยด้วยเครื่องและแรงงานคนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 0.05 แสดงได้อย่างชัดเจนว่าเครื่องแยกพริกไทยใช้เวลาในการนำพริกไทยออกจากข้าวแกนได้รวดเร็วกว่าแรงงานคน

4.3 ผลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องแยกพริกไทยออกจากก้านข่อ

พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องแยกพริกไทยพิจารณาเบื้องต้นจากส่วนต้นกำลังของเครื่อง คือ มอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต กำลังไฟฟ้า 373 วัตต์ จากการทดลองเครื่องแยกผลพริกไทยในเวลา 1 ชั่วโมง ทำการหาค่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าจากสมการที่ 2 และนำมาหาค่าไฟฟ้าจากการใช้เครื่องแยกพริกไทย จากสมการที่ 3 โดยค่าพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเท่ากับ 3.2484 บาทต่อหน่วย

$$\text{พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)} = \frac{(\text{กำลังไฟฟ้า (วัตต์)} \times \text{จำนวนการใช้งาน (ชั่วโมง)})}{1,000} \quad \dots(2)$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า (บาท)} = \text{พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)} \times 3.2484 \text{ (บาทต่อหน่วย)} \quad \dots(3)$$

แทนค่าในสมการที่ 2 เพื่อหาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้

$$\text{พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)} = \frac{(373 \text{ วัตต์} \times 1 \text{ ชั่วโมง})}{1,000} = 0.373 \text{ กิโลวัตต์}$$

แทนค่าลงในสมการที่ 3 เพื่อหาค่าไฟฟ้าจากการใช้เครื่อง

$$\text{ค่าไฟฟ้า (บาท)} = 0.373 \text{ กิโลวัตต์} \times 3.2484 \text{ บาทต่อหน่วย} = 1.21 \text{ บาทต่อชั่วโมง}$$

จากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องแยกพริกไทย พบว่ามีพลังงานที่ใช้เท่ากับ 0.373 กิโลวัตต์ ส่งผลให้ค่าไฟฟ้าจากการใช้เครื่องแยกพริกไทยเท่ากับ 1.21 บาท

5. อภิปรายผลและสรุปผล

การทดสอบสมรรถนะการใช้งานเครื่องแยกผลพริกไทยออกจากก้านข่อ พบว่าเครื่องแยกผลพริกไทยที่สร้างขึ้นสามารถแยกผลพริกไทยได้ครั้งละ 2 กิโลกรัม เครื่องแยกผลพริกไทยสามารถแยกผลพริกไทย 101.00 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ค่าการสิ้นเปลืองพลังงานเฉลี่ย 1.21 บาทต่อชั่วโมง โดยเครื่องแยกผลพริกไทยใช้หลักการเหวี่ยงเพื่อให้ก้านพริกไทยสัมผัสกับตะแกรงทำให้ผลพริกไทยแยกออกมาจากก้านข่ออาศัยหลักการทำงาน สอดคล้องกับ อัญชลี และคณะ (2563) รักษ์พล และคณะ (2563) ทศพร และคณะ (2563) ศักดิ์ชาย และคณะ (2565) อัสนี และคณะ (2565)

เมธัส และคณะ (2565) อธิรัช และคณะ (2566) ในขณะที่การแยกผลพริกไทยด้วยแรงงานคนเท่ากับ 1.65 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เครื่องสามารถแยกผลพริกไทยรวดเร็วกว่าแรงงานคน เช่นเดียวกับ (Nishanth, M. S. et al, 2020) (ยศวรธรณ์ และ นริศร์, 2565) (มานพ และคณะ, 2024) โดยสามารถทำงานได้มากกว่า 98.37 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประสิทธิภาพการแยกผลพริกไทยด้วยแรงงานคนเท่ากับ 97.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประสิทธิภาพเครื่องแยกผลพริกไทยเท่ากับ 96.75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเครื่องประสิทธิภาพในการแยกผลพริกไทยน้อยกว่าแรงงานคน 0.58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในทางปฏิบัติเมื่อทำการแยกผลพริกไทยด้วยเครื่องเสร็จทุกครั้งก็มีการพริกไทยที่ค้างภายในเครื่องออกมาใช้งานได้ การทดสอบการแยกผลพริกไทยพบว่าระยะเวลาในการบ่มพริกไทยมีผลต่อการแยกผลพริกไทย ทำให้การแยกผลพริกไทยแยกยากยิ่งขึ้น เนื่องจากความเหนียวของผลที่ยึดเกาะกับก้านข่อยพริกไทย และอาจทำให้ผิวของผลพริกไทยแตกได้ เนื่องจากสัมผัสกับถึงตะแกรงนานขึ้น เช่นเดียวกับ ปิยะณัฐ ฝกามาศ และคณะ (2562) พบว่าระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวส่งผลต่อคุณภาพและผลผลิตของพริกระยะผลอ่อน

6. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากในการแยกผลพริกออกจากก้านข่อยพริกไทยใช้แรงเหวี่ยงของตัวถัง ส่งผลให้มีเสียงดัง ในการพัฒนาต่อยอดอาจจะลดเสียงจากการแยกผลพริกไทย และลดการสูญเสียพริกไทยที่เกิดจากการตกค้างภายในเครื่องซึ่งมีจำนวนน้อยไม่ให้เกิดค้างภายในเครื่อง

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสวนพริกไทยลุงแยม บ้านนาหลวงเสน ตำบลนาหลวงเสน อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในการอำนวยความสะดวกพื้นที่ในการทดลอง ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

ทศพร เครือยังยืน, ธนวัฒน์ ผลธัญญา, นริศ ธนอมสินทรัพย์. (2563). การออกแบบ สร้าง และพัฒนาชุดคัดแยกของเครื่องนวดพริกไทย. ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นภัสวรรณ เลี่ยมนิมิตร, รัตนา อุ่นจันทร์, พรศิลป์ สีเผือก, สุนันย์ เครือหลี, เสาวนีย์ ชัยเพชร และอรอุมา ลำลี. (2566). การผลิตพริกไทยคุณภาพและการจัดการผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครศรีธรรมราช.

นภัสวรรณ เลี่ยมนิมิตร, สกฤตต์ หาญศึก และรัตนา อุ่นจันทร์. (2566). “การส่งเสริมการปลูกพริกไทยพันธุ์ปะเหลียนเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ สำหรับเกษตรกรในพื้นที่อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง”.

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 40(1): 172-183.

ปิยะณัฐ ฝกามาศ, จ่านอง โสมกุล, สลาลีวัลย์ เน้นแค้น, สมนึก ลีสุขสมบูรณ์ และคุณาธิป ไก่กา. (2562). “ผลของระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพและผลผลิตของพริกระยะผลอ่อน”.

วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 37(4) : 590-597.

มานพ ดอนหมื่น,โยธิน สุริยมาต, เจษฎา คำภูมิ และ ปริญญวัตร ทินบุตร. (2567). “เครื่องสับและผสมอาหารสัตว์ต่อฟาร์มรถแทรกเตอร์”. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์. 9(1): 179-189.

เมธัส ภัททิยธนี วัชศักดิ์ มหาวรรณ วธัญญะ วรรณพรหม บัณฑิตา บัวมาสูง และธวัชชัย อุ่นใจม. (2565). “การพัฒนาเครื่องคัดแยกก่อนฆ่าอุ้งหลังด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับชุมชน”.

วารสารวิชาการรับใช้สังคม มทร.ล้านนา. 6(2): 13-18.



- ยศวรธรณ์ จันทนา, นรุตว์ รัตนวิชัย. (2565). “ปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อการปรับตั้งค่าเครื่องหันใบตะไคร้ด้วยเทคนิค ออกแบบการทดลอง”. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 14(19): 83-95.
- รักษพล มีด้วง, ปริญญา ปัญญาศรี, สุริยันต์ นันตะริสี, อัครวิน สัตตาคม และสุพัตรา สนธิมูล. (2563). “เครื่องแยกเนื้อมะม่วงสุก”. วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา. 4(2): 105-110.
- วารางคณา เรียนสุทธิ. (2565). “การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพริกไทย”. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 39(3): 156-168.
- ศักดิ์ชาย หย่งกิจ, นิพนธ์ หย่งกิจ, ธวัช แก้วศรีพจน์, กัลยารัตน์ สุริยะธรรม และพิเชษฐ จุลพันธ์. (2565). “การพัฒนาเครื่องแยกน้ำมันสำหรับอาหารทอด”. วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1. 7(2): 54-63.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2565). “พริกไทย” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.agriman.doae.go.th/home/news/2565/28pepper.pdf>. สืบค้น 25 พฤษภาคม 2567.
- อธิราช ลีตระกูล, จีระศักดิ์ พิศเพ็ง วิชัย แหวนเพชร และอัษฎา วรณกายนต์. (2566). “การพัฒนาเครื่องแยก ของเหลวออกจากมูลโค”. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์. 8(2): 49-62.
- อัญชลี อินคำปา, ดุสิต สิงห์พรหมมาศ, ปราโมทย์ พลิกามิน และอนุวิทย์ สนศิริ. (2563). “เครื่องแยกเมล็ด ข้าวโพดออกจากชังเพื่อวิสาหกิจชุมชน”. วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีควบคุมอัตโนมัติ. 6(1): 1-9.
- อัสนี อำนวย, สนธยา เกาะสมบัติ จุมพลภัทร์ สีทากุลเศรษฐ์ และศักดิ์ทงศ์ วงศ์เจริญ. (2565). “การพัฒนาและ เพิ่มมูลค่าเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน”. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุรินทร์. 7(2) : 93-103.
- Lee, J. G., Chae, Y., Shin, Y., & Kim, Y. J. (2020). “Chemical composition and antioxidant capacity of black pepper pericarp”. *Applied Biological Chemistry* : 63. 1-9.
- Nishanth, M. S., Jayan, P. R., Pankaj, M. & Ratnakiran, D. W. (2020). “Design, Development and Evaluation of Pepper Harvester”. *Journal of AgriSeach*. 7(2) : 82-85.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างนวัตกรรมเครื่องแยกผลพริกไทย เพื่อลดระยะเวลาในการนำพริกไทยออกจากก้าน ช่วยให้กระบวนการในการผลิตจากพริกไทยรวดเร็วขึ้น โดยในการแยกผลพริกไทยออกจากก้านขออาศัยหลักการ หมุนเหวี่ยงเพื่อให้ผลพริกไทยออกจากก้านข้อ ซึ่งสามารถนำหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยอื่น ๆ ต่อไป

การพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์และขับเคลื่อนสู่ระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรรายย่อย อำเภออดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

มัทนา อินไชย¹ สิริศักดิ์ รัชชุตานติ² เจิมขวัญ รัชชุตานติ^{3*}

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่^{1 3*}

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยชินวัตร^{2*}

อีเมล : mathana_inc@cmru.ac.th^{1*}

วันที่รับบทความ 18 กรกฎาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 10 ตุลาคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ 21 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์และขับเคลื่อนระบบเกษตรอินทรีย์เกษตรกรรายย่อยอำเภออดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเข้าสู่ระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) จากกลุ่มเกษตรกรเกษตรอินทรีย์รายย่อยบ้านดอกแดงตำบลสง่าบ้าน อำเภออดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 22 ราย ใช้ระเบียบวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research, PAR) โดยการสนทนากลุ่มและการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้นำเกษตรกร เพื่อประเมินแนวทางการพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์ที่เหมาะสม การสร้างองค์ความรู้หลักการเกษตรอินทรีย์ อบรมเชิงปฏิบัติการจากผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรอินทรีย์ และทำการตรวจประเมินแปลงเกษตรอินทรีย์ตามขั้นตอนของการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มเกษตรกรยังขาดความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการจัดการพื้นที่เพื่อพัฒนาเข้าสู่ระบบเกษตรอินทรีย์ที่มีมาตรฐาน แนวทางการพัฒนาและขับเคลื่อนคือ 1) การให้องค์ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานของการทำเกษตรอินทรีย์ และ 2) การฝึกทักษะเชิงปฏิบัติการที่ถูกต้องในการจัดการพื้นที่ตามแนวทางเกษตรอินทรีย์แก่กลุ่มเกษตรกร ผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้เกิดเครือข่ายทำให้กลุ่มเกษตรกรตัวอย่างได้เข้าร่วมเป็นสมาชิกของสมาคมเกษตรกรยั่งยืนเชียงใหม่ มีคณะกรรมการสมาคมเป็นพี่เลี้ยงด้านเทคนิคการผลิตรวมถึงถ่ายทอดองค์ความรู้การจัดการระบบเกษตรอินทรีย์แก่กลุ่มเกษตรกร เกษตรกรสามารถปรับเปลี่ยนจัดการพื้นที่การเกษตรเข้าเกณฑ์การรับรองและได้รับการรับรองมาตรฐานแบบมีส่วนร่วม (Participatory Guarantee System: PGS) จำนวน 1 ราย

คำสำคัญ : เกษตรอินทรีย์ ระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม (PGS)



Developing an Organic Farming System and Advancing Towards Organic Agricultural Certification with a Participatory Guarantee System (PGS), Doi Saket District, Chiang Mai Province.

Mathana Inchai¹, Sirisak Ratchusanti², Jermkhuan Ratchusanti^{3*}

Faculty of Management Sciences, Chiang Mai Rajabhat University^{1,3*}

Faculty of Education, Shinawatra University

อีเมล: mathana_inc@cmru.ac.th^{3*}

Received 18 July 2024

Revised 10 October 2024

Accepted 21 October 2024

Abstract

This research aims to explore the development of an organic farming system and strategies for integrating small farmers in Doi Saket District, Chiang Mai Province, into the participatory organic farming standard certification system. The study employed a purposive sampling method, selecting 22 small organic farmers from Ban Dok Daeng, Sanga Ban Subdistrict, Doi Saket District, Chiang Mai Province. Utilizing a participatory action research approach, data were collected through group discussions and in-depth interviews with farmer leaders. The research focused on identifying guidelines for developing an appropriate organic farming system, imparting knowledge on organic farming principles, conducting workshops led by organic farming experts, and assessing organic farming plots according to the participatory organic farming standard certification process. The study found that the farmers still need a proper understanding of land management to transition into a certified organic farming system. The development and advancement approach includes: 1) providing knowledge on organic farming standards and 2) training farmers skill in the correct techniques for managing land according to organic farming principles. The researcher has promoted the creation of a network, causing sample farmers to become members of the Chiang Mai Sustainable Farmers Federation. A federation committee advises on production techniques and transfers knowledge of organic farming system management to farmer groups. In addition, farmers can adjust agricultural land management to meet the certification criteria and receive 1 Participatory Guarantee Standard or PGS certification.

Keywords: Organic farming, Participatory Guarantee System (PGS)

1. บทนำ

วิถีการเกษตรของประเทศไทยได้เปลี่ยนแปลงเป็นการทำเกษตรเพื่อการค้าและการส่งออกระบบเกษตรกรรมของไทยจึงมีการใช้เคมีภัณฑ์และสารเคมีป้องกันศัตรูพืชกันมาก ทำให้เกิดสารเคมีตกค้าง เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีทั้งทางดิน ทางน้ำ ทางอากาศ กระทั่งไปถึงความสมบูรณ์ทางชีวภาพในระบบนิเวศน์และสิ่งแวดล้อม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาเกษตรอินทรีย์เพื่อสนับสนุนการพัฒนาเกษตรอินทรีย์ให้เห็นผลอย่างเป็นรูปธรรม ตั้งแต่กระบวนการผลิต การรับรองมาตรฐาน การจัดการผลผลิต และแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร แผนปฏิบัติการด้านเกษตรอินทรีย์ พ.ศ. 2566-2570 จัดทำภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาเกษตรอินทรีย์ภายใต้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีความสมดุล พอประมาณ มีเหตุผล และภูมิคุ้มกัน สอดคล้องกับภูมิสังคมแต่ละพื้นที่และวิถีดั้งเดิม เป็นการพัฒนาตามลำดับขั้นโดยพัฒนาเกษตรอินทรีย์วิถีชาวบ้านที่เป็นระบบผลิตที่พึ่งตนเองเป็นหลักตามวิถีธรรมชาติ และการพัฒนาเกษตรอินทรีย์ให้ได้การรับรองตามมาตรฐานระดับประเทศ เน้นให้มีการเทียบเคียงมาตรฐานและระบบตรวจสอบรับรองที่เท่าเทียมในระดับสากล (คณะกรรมการพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ. 2566)

มาตรฐานเกษตรอินทรีย์คือเกณฑ์ข้อกำหนดที่เกษตรกรผู้ผลิตจะต้องปฏิบัติตาม และหน่วยงานรับรองจะใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจประเมินการผลิต และตัดสินใจในการรับรองฟาร์มที่ได้ปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐาน มาตรฐานจึงเปรียบเสมือนหนึ่งเป็นกระบวนการแปลความคาดหวังและคุณค่าของเกษตรอินทรีย์ให้เป็นรูปธรรมในทางปฏิบัติ ระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ มี 2 ระบบ คือ 1 ระบบการรับรองโดยบุคคลที่สาม หรือหน่วยตรวจรับรอง (Third party certification body, CB) และ 2) ระบบการรับรองแบบมีส่วนร่วม (Participatory Guarantee System, PGS) ระบบการรับรองแบบมีส่วนร่วมหรือที่เรียกกันทั่วไปว่าระบบ PGS เกิดขึ้นจากการตระหนักถึงปัญหาต่าง ๆ ของระบบการรับรองโดยบุคคลที่สามและเป็นระบบที่กระตุ้นให้ผู้ผลิตเกิดการพัฒนาการผลิตเข้าสู่มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ด้วยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และเกิดเครือข่ายระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค (มูลนิธิเกษตรอินทรีย์ไทย. 2560)

การรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์อย่างมีส่วนร่วม เป็นระบบที่ค่อย ๆ ขยายตัวในประเทศไทยโดยมุ่งหวังว่าจะเป็น การสร้างกระบวนการรับรองมาตรฐานให้เกษตรกรโดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อยได้ปรับเปลี่ยนสู่การทำเกษตรอินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาของกัญญพัสดุ ก่อมนธจเรญญ โสภณ พองเพชร ปิยวรรณ สิริประเสริฐศิลป์ และคณะ (2564) พบว่าผู้ประกอบการร้านอาหารมีความต้องการผลผลิตเกษตรอินทรีย์ในปริมาณมาก ปัญหาและอุปสรรคของเกษตรกรพบว่าส่วนใหญ่เกิดจากการผลิต เช่น การขาดแคลนปัจจัยการผลิต การวางแผนการผลิต ขาดองค์ความรู้ในการแก้ไขปัญหาอย่างถูกต้อง ปัญหาพื้นที่ทำเกษตรอินทรีย์ คือคุณภาพของดินและการจัดการน้ำ โดยการศึกษาของ สวรรค์ มณีโชติ และดุสิต อธิษฐ์วัฒนา (2562) พบว่าหลังจากการนำระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วมมาประยุกต์ใช้กับกลุ่มรักษ์เกษตรอินทรีย์ฟิจิเอส เป็นระยะเวลา 2 ปี พบว่ามีผู้ผ่านการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ด้วยระบบฟิจิเอส ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่าฟิจิเอสเหมาะสมกับการส่งเสริมการทำเกษตรอินทรีย์ภายในชุมชนเกษตรกรรายย่อย ซึ่งมีผลผลิตหลากหลายอย่างละเล็กละน้อยและส่งเสริมให้ชุมชนเข้มแข็งอย่างยั่งยืน อีกทั้งการศึกษา อภิชาติ ไจอารีย์ (2561) พบว่าการสร้างส่วนร่วมของภาคีการพัฒนาสามารถผลักดันให้เกิดการขับเคลื่อนงานในระดับชุมชนได้อย่างยั่งยืนโดยภาคีที่เป็นแกนนำ คือชาวบ้านเกษตรกร กรมวิชาการเกษตร องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทุกระดับ มหาวิทยาลัยที่จัดการเรียนการสอนด้านเกษตรกรรม

ดังนั้นการพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์และขับเคลื่อนเกษตรกรรายย่อยให้ได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วมจึงเป็นกลยุทธ์หนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรเกษตรอินทรีย์รายย่อยในชุมชนมีโอกาสเข้าถึงและได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์มากขึ้น และทำให้เพิ่มโอกาสในการขยายตลาดเข้าถึงกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพในวงกว้างขึ้นจนสามารถสร้างเป็นอาชีพหรือช่องทางเพิ่มรายได้แก่ครัวเรือน

จังหวัดเชียงใหม่ เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ ในแต่ละอำเภอจะมีพื้นที่การเกษตรและครัวเรือนเกษตรจำนวนมาก อำเภอดอยสะเก็ดเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่ประชากรประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นสำคัญ ในปี 2567 มีครัวเรือนเกษตรจำนวน 4,029 ครัวเรือน และมีพื้นที่เพาะปลูก 47,083 ไร่ (สำนักงานเกษตรอำเภอดอยสะเก็ด. 2567) แต่จากการสำรวจพบว่าเกษตรกรที่มุ่งเน้นการผลิตเพื่อการค้าเป็นหลักจึงนิยมใช้เคมีภัณฑ์ในการเพาะปลูก ขณะเดียวกันเกษตรกรรายย่อย

เริ่มสนใจทำการเกษตรอินทรีย์มากขึ้น เพื่อเป็นการส่งเสริมและแรงจูงใจให้เกษตรกรเห็นความสำคัญของความปลอดภัยในอาหาร และการรักษาสิ่งแวดล้อม รวมถึงเป็นการสนับสนุนให้เกษตรกรรายย่อยได้มีโอกาสพัฒนารูปแบบการเกษตรที่ส่งผลกระทบต่อความยั่งยืนในอนาคต ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาแนวทางการส่งเสริมและการพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์ที่เหมาะสมกับบริบทชุมชนสำหรับกลุ่มเกษตรกรรายย่อย อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ พร้อมทั้งขับเคลื่อนระบบเกษตรอินทรีย์ของกลุ่มเกษตรกรเข้าสู่ระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม อันเป็นการดำเนินการภายใต้พื้นฐานปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงที่ชุมชนจะมีความมั่นคงทางอาหาร มีอาชีพ และพึ่งตนเองได้อย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาและขับเคลื่อนระบบเกษตรอินทรีย์ เพื่อให้เกษตรกรรายย่อยในอำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ เข้าสู่ระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม

3. วิธีการวิจัย

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้กำหนดกรอบในการวิจัยจะใช้กรอบตามภาพนี้เป็นแนวทางเพื่อที่จะนำไปสู่การตอบใจทักและวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากรูปที่ 1 ผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม มุ่งเน้นแก้ปัญหาที่ตรงกับบริบทของชุมชนและส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาอาชีพด้วยระบบการผลิตเกษตรอินทรีย์ สร้างเครือข่ายเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้การจัดการระบบเกษตรอินทรีย์และเข้าสู่การรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบชุมชนมีส่วนร่วม โดยมีเป้าหมายให้ครัวเรือนสามารถสร้างอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้ ได้บริโภคอาหารปลอดภัยชุมชนพึ่งตนเองได้อย่างยั่งยืน

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) คือ กลุ่มเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่ตำบลสง่าบ้าน อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากการร่วมกลุ่มเกษตรกรภายใต้ผู้นำอย่างเข้มแข็งมีความสนใจและพร้อมที่จะปรับวิธีการเพาะปลูกในรูปแบบเกษตรอินทรีย์เพื่อพัฒนาเข้าสู่ระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม จึงเข้าร่วมโครงการแบบสมัครใจจำนวนทั้งหมด 22 ราย

3.2 เครื่องมือและการรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนการศึกษา 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูลสถานการณ์ด้านเกษตรอินทรีย์เพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์ที่เหมาะสม โดยโดยเทคนิคการสนทนากลุ่มเกษตรกร 22 ราย ทำการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้นำเกษตรกรจำนวน 5 ราย ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้าง (semi structured interview) และใช้แบบสอบถาม (questionnaire) ในสำรวจระดับปัญหา ประเมินความรู้ ความเข้าใจ และประเมินความพร้อมของเกษตรกร

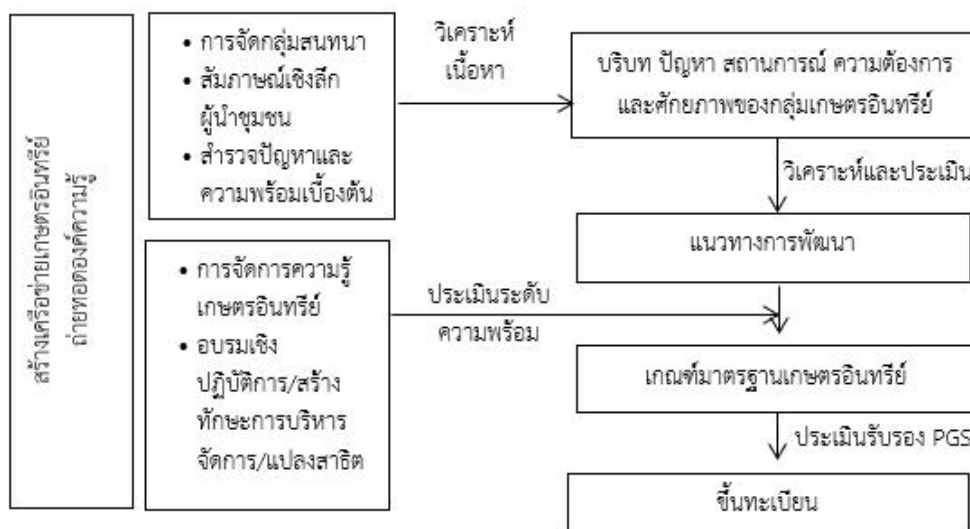
ขั้นตอนที่ 2 ใช้กระบวนการจัดการความรู้ในการสร้างองค์ความรู้หลักการเกษตรอินทรีย์ และอบรมเชิงปฏิบัติการจากผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรอินทรีย์ ทดลองทำแปลงสาธิตเพื่อส่งเสริมศักยภาพเกษตรกรรายย่อยทั้ง 22 ราย จากนั้น ประเมินความรู้ ความเข้าใจ และความพร้อมของเกษตรกรหลังได้รับการพัฒนา

ขั้นตอนที่ 3 ทำการตรวจประเมินแปลงเกษตรอินทรีย์ โดยคณะกรรมการผู้ตรวจแปลงจากสมาพันธ์เกษตรกรมัยยั้งจังหวัดเชียงใหม่ พิจารณาตัดสินการรับรองมาตรฐาน PGS และขึ้นทะเบียนสำหรับผู้ผ่านเกณฑ์

แบบสอบถามมีคำถามแบบเลือกตอบตามมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) แต่ละคำถามประกอบด้วยข้อความที่เป็นคำตอบเรียงความสำคัญ 5 ระดับของลิเคิร์ต (likert) ในการประเมินปัญหา ความรู้ และความสนใจของเกษตรกรในการพัฒนาเข้าสู่ระบบเกษตรอินทรีย์ ทำการแปลค่าระดับปัญหา ความรู้ และความสนใจ จากการนำค่าเฉลี่ยของข้อคำถามแต่ละข้อมาแปลความหมายตามเกณฑ์ โดยความกว้างอันตรภาคชั้นของเกณฑ์การแปลค่าความคิดเห็นคำนวณจากสมการ (คะแนนสูงสุด-คะแนนต่ำสุด)/จำนวนชั้น นั่นคือ ความกว้างของอันตรภาคชั้น = $(5-1)/5 = 0.8$ (วิเชียร เกตุสิงห์. 2556) และผ่านการทดสอบความตรง (Validity) จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Concurrence: IOC) ของข้อคำถาม 0.60 และผ่านการทดสอบค่าความเที่ยง (Reliability) ด้วยการหาค่า Coefficient Alpha วิธีการของ Cronbach ด้วยผลการทดสอบได้ค่า α เท่ากับ 0.97

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่ออธิบายวัตถุประสงค์การศึกษาเป็นขั้นตอนแสดงดังรูปที่ 2 ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2 กระบวนการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล

จากรูปที่ 2 อธิบายว่าการพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์และขับเคลื่อนสู่ระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วมของกลุ่มเกษตรกรรายย่อย อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ผู้วิจัยใช้เทคนิควิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) จากข้อมูลที่ได้จากการจัดกลุ่มสนทนาและ สัมภาษณ์เชิงลึกผู้นำชุมชน เพื่อให้ได้บริบท ปัญหา สถานการณ์ ความต้องการ และศักยภาพของกลุ่มเกษตรกร ผู้วิจัยทำการสำรวจปัญหา ความรู้ ความเข้าใจ และประเมินความพร้อมของกลุ่มเกษตรกรในเบื้องต้น เพื่อวิเคราะห์และประเมิน (analyze and evaluate) กำหนดเป็นแนวทางการพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์ที่เหมาะสม จากนั้นจึงอาศัยเครือข่ายความร่วมมือจากสำนักงานเกษตรอำเภอดอยสะเก็ด และสมาพันธ์เกษตรกรมัยยั้งยืนเชียงใหม่เข้ามาถ่ายทอดองค์ความรู้เพื่อพัฒนาเกษตรกรตามแนวทางที่ประเมินไว้ หลังจากนั้นทำการประเมินความรู้ ความสนใจ ความพร้อมของเกษตรกรอีกครั้ง โดยเกษตรกรที่สามารถปรับวิธีการผลิตรวมถึงจัดการพื้นที่เกษตรจนเข้าเกณฑ์มาตรฐานเกษตรอินทรีย์แล้วก็ยื่นเข้าขอรับการตรวจรับรอง PGS

ระบบการรับรองเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วมเป็นกระบวนการทางสังคมมีความเฉพาะของแต่ละพื้นที่ตามวิถีชีวิต วัฒนธรรม เศรษฐกิจสังคมของชุมชนนั้นๆ กรอบการปฏิบัติอาจแตกต่างกัน แต่ภายใต้หลักการเดียวกันนั้น หลักเกณฑ์กลางสำหรับระบบการรับรองเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วมหรือ PGS ต้องมีองค์ประกอบหลัก 2 ประการ ได้แก่ 1) การจัดการระบบตามหลักการ PGS สากล และ 2) มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ที่กลุ่มใช้อย่างอิงเพื่อการตรวจรับรอง (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดชุมพร. 2564) ในกระบวนการของการประเมินเพื่อรับรอง PGS ในครั้งนี้มีขั้นตอนหลัก 3 ประการ คือ 1) ประเมินความพร้อมเบื้องต้นตามระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม 2) ขับเคลื่อนโดยส่งเสริมเกษตรกรให้มีความรู้และทักษะด้านเกษตรอินทรีย์เพื่อให้เกษตรกรมีความพร้อม เพื่อปรับวิธีการผลิตและการจัดการพื้นที่ให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานการรับรอง 3) ตรวจประเมินแปลงตามเกณฑ์มาตรฐานเกษตรอินทรีย์โดยผู้ประเมินจากสมาพันธ์เกษตรกรมัยยั้งยืนเชียงใหม่ จากนั้นพิจารณาข้อมูลและอนุมัติตามขั้นตอนเพื่อขึ้นทะเบียนลำดับถัดไป

4. ผลการวิจัย

สถานการณ์ด้านเกษตรอินทรีย์ตำบลสง่าบ้าน อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่และแนวทางการพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์ที่เหมาะสม

ปัจจุบันเกษตรกรทำการเกษตรเป็นลักษณะการเพาะปลูกพืชผักผลไม้ ซึ่งเป็นการเกษตรเพื่อการบริโภคและจำหน่ายในท้องถิ่น มีพื้นที่การทำเกษตรขนาดเล็ก มีความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์น้อย เกษตรกรต้องมีการปรับระบบการเพาะปลูกเพื่อเพิ่มมูลค่า รวมถึงการดูแลสภาพแวดล้อม จากรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรตัวอย่างจำนวน 22 ราย เกษตรกรส่วนมากจำนวน 19 ราย คิดเป็นร้อยละ 86.36 เป็นเพศหญิง เกษตรส่วนใหญ่ 12 ราย คิดเป็นร้อยละ 54.55 มีอายุมากกว่า 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 63.64 ส่วนมากจบการศึกษาระดับประถมศึกษา ถือครองที่ดินการเกษตรมีขนาดเล็ก 2.51 งาน ผลการสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มเกษตรกรต่อปัญหาในการพัฒนาที่ดินในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปัญหาของเกษตรกรในการพัฒนาเข้าสู่ระบบเกษตรอินทรีย์

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD.	แปลค่า
ปัญหาการทำเกษตรอินทรีย์ที่ถูกต้อง	3.91	0.53	มาก
ปัญหาเกี่ยวกับแมลง ศัตรูพืช และโรคพืช	4.41	0.59	มากที่สุด
ปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ในการเพาะปลูก	4.27	0.70	มากที่สุด
ปัญหาความเหมาะสมของอุณหภูมิและความชื้น	4.00	0.76	มาก
ปัญหาเกี่ยวกับความสมบูรณ์และการตกค้างของสารเคมีในดิน	4.00	0.69	มาก
ปัญหาเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์	4.09	0.75	มาก
ปัญหาเกี่ยวกับแรงงานที่ใช้ในการทำเกษตรอินทรีย์	4.14	0.64	มาก
ปัญหาเรื่องเวลาในการดูแลเพาะปลูก	4.18	0.73	มาก
ปัญหาในการเพาะปลูกที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ใกล้เคียง	4.18	0.66	มาก
ปัญหาที่เกี่ยวกับรับรองมาตรฐาน	4.05	0.79	มาก
เฉลี่ยรวม	4.12	0.68	มาก

จากตารางที่ 1 ความคิดเห็นของกลุ่มเกษตรกรต่อปัญหาในการพัฒนาที่ดินในรูปแบบเกษตรอินทรีย์พบว่าโดยรวมแล้วเกษตรกรมีความเห็นว่าเกษตรกรมีปัญหาด้านแมลง ศัตรูพืช และโรคพืชมากที่สุดด้วยค่าเฉลี่ย 4.41 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 รองลงมาคือปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ในการเพาะปลูกระดับมากค่าเฉลี่ย 4.27 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.70 รองลงมาเป็นปัญหาเรื่องเวลาในการดูแลเพาะปลูกและปัญหาในการเพาะปลูกที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ใกล้เคียง มีปัญหาในระดับมากด้วยค่าเฉลี่ย 4.18 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.73 และ 0.66 ตามลำดับ

ดังนั้นในการเก็บข้อมูลและตรวจประเมินแปลงอินทรีย์เบื้องต้น จำนวน 22 แปลงของกลุ่มเกษตรกรได้ข้อมูลเพื่อนำไปวางแผนพัฒนาศักยภาพเกษตรกรและแนวทางการพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์ ดังต่อไปนี้ 1) กลุ่มเกษตรกรมีความรู้เรื่องการทำเกษตรปลอดภัยในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่มีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องอยู่บ้างในเรื่องเกษตรอินทรีย์ เช่นการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมในกองปุ๋ยหมัก 2) กลุ่มเกษตรกรมีแนวความคิด เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับครอบครัว ลดค่าใช้จ่ายโดยการปลูกผักใช้บริโภคในครอบครัวและแลกเปลี่ยนกับเพื่อนบ้าน สร้างความเข้มแข็งให้ชุมชน 3) พื้นที่ทำการเกษตรของเกษตรกรหลายรายมีขนาดเล็ก เหมาะกับการปลูกเป็นพืชผักใช้บริโภคในครัวเรือน 4) กลุ่มเกษตรกรและ ผู้นำชุมชนมี

ความกระตือรือร้นในการเปลี่ยนแปลง พัฒนาชุมชนให้เข้มแข็ง สร้างชุมชนอาหารปลอดภัย และ 5) พื้นที่มีสถานที่สามารถใช้เป็นจุดประสานเพื่ออบรม ที่ง่ายและสะดวกต่อกลุ่มเกษตรกร

ข้อบกพร่องในระบบเกษตรอินทรีย์หลัก 3 อันดับแรกของเกษตรกร คือ 1) ข้อกำหนดการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล หัวข้อไม่เคยบันทึกข้อมูลการผลิตหรือบันทึกไม่ครบถ้วน 20 ราย 2) ข้อกำหนดการจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว หัวข้อกรณีที่ต้องใช้เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการคลุกสารเคมีกำจัดแมลงและเชื้อรา กับเมล็ดหรือกล้าพันธุ์ก่อนปลูก ไม่มีกรล้างน้ำสะอาด ก่อนแช่เมล็ด หรือนำไปปลูก 12 ราย และ 3) ข้อกำหนดการจัดการดินและปุ๋ย หัวข้อ ใช้ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าหญ้าหรือคุมหญ้า หรือฮอร์โมนสังเคราะห์ทุกชนิด 6 ราย ตามลำดับ นอกจากนั้นเป็นข้อบกพร่องในหัวข้ออื่น ๆ เช่น มาตรการป้องกันการปนเปื้อน หัวข้อ ไม่มีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนจากแปลงข้างเคียงหรือแหล่งมลพิษ เช่น มีแนวกันชนไม่ต่ำกว่า 1 เมตร เป็นต้น

กล่าวได้ว่ากลุ่มเกษตรกรบ้านดอกแดง ตำบลสง่าบ้าน อำเภอต๋อยสะแกด จังหวัดเชียงใหม่มีความรู้ในด้านเกษตรอินทรีย์ แต่ยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องเกษตรอินทรีย์ที่เพียงพอ ถือได้ว่าเป็นเกษตรกรกลุ่มที่มีศักยภาพสามารถในการพัฒนาต่อเพื่อสามารถนำผลผลิตส่วนเกินนำไปจำหน่ายชุมชนภายนอกในระดับอำเภอ จังหวัด หรือถึงบุคคลภายนอกเข้ามาในพื้นที่เป็นการสร้างจุดขายใหม่ของชุมชนได้ โดยขอการรับรองการผลิตผลผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์เพิ่มเติม ส่วนเกษตรกรที่เน้นการปลูกเพื่อการบริโภคสามารถให้การอบรมที่เน้นด้านการปลูกเพื่อบริโภคอย่างถูกต้องและที่ปลอดภัย

แนวทางที่เหมาะสมกับการพัฒนากลุ่มเกษตรกร เพื่อขับเคลื่อนสู่ระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม คือ 1) พัฒนาเกษตรกรด้านความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับหลักการและมาตรฐานของการทำเกษตรในระบบเกษตรอินทรีย์เพื่อเข้าสู่กระบวนการตรวจรับรองตามมาตรฐาน PGS ได้ และ 2) พัฒนาเกษตรกรให้มีทักษะเชิงปฏิบัติด้านการทำการเกษตรอินทรีย์ที่ถูกต้องเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการเพาะปลูกและ จัดการพื้นที่การเกษตรให้เป็นไปตามมาตรฐานสามารถเข้าสู่กระบวนการตรวจรับรองตามมาตรฐาน PGS ได้

การส่งเสริมและการขับเคลื่อนระบบเกษตรอินทรีย์เกษตรกรรายย่อยอำเภอต๋อยสะแกด จังหวัดเชียงใหม่เข้าสู่ระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม

ในการส่งเสริมกลุ่มเกษตรกรเพื่อขับเคลื่อนสู่ระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วมตามแนวทางที่เหมาะสมที่ประเมินไว้ได้ ผู้วิจัยส่งเสริมให้เกษตรกรเข้าเป็นสมาชิกกลุ่มสมาพันธ์เกษตรยั่งยืนเชียงใหม่ทางสมาพันธ์ได้เข้ามาเป็นที่ปรึกษา ถ่ายทอดองค์ความรู้ ใช้กระบวนการจัดการความรู้และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ภายในกลุ่มในประเด็นการประกอบอาชีพเกษตร รูปแบบและพฤติกรรมของการทำเกษตรในชุมชนที่เหมาะสมทัศนคติของเกษตรกรกับการมีส่วนร่วมในการประกอบอาชีพเกษตรอินทรีย์ และจัดอบรมให้ความรู้ที่ถูกต้องด้านเกษตรอินทรีย์และการเตรียมพร้อมเพื่อเข้ารับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์

เกษตรกรเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการจากผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรอินทรีย์ การทำแปลงสาธิตด้านเกษตรอินทรีย์ การจำลองสถานการณ์การตรวจประเมิน รวมไปถึงไปศึกษารูปแบบเกษตรอินทรีย์ต้นแบบที่ได้มาตรฐาน และร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการการเกษตรอินทรีย์ที่เหมาะสมกับเกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย ครอบคลุมเรื่องปัจจัยการผลิตเกษตรอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคแมลงเบื้องต้น การจัดการฟาร์มอินทรีย์ การจัดการพื้นที่ที่เหมาะสมกับเกษตรอินทรีย์ หลักการตรวจประเมินแปลงเกษตรอินทรีย์ และการตรวจประเมินเพื่อขอการรับรองแปลงเกษตรอินทรีย์ในมาตรฐาน และเอกสารบันทึกฟาร์มและแผนการปลูก ฝึกทำปุ๋ยหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ และเศษผัก ผลไม้ การจัดทำแปลงสาธิตการปลูกพืชผักสวนครัวใช้แบบสอบถามในการประเมินความรู้เกษตรกร กิจกรรมส่งข้างต้นช่วยให้เกษตรกรมีความรู้ ทักษะ และความสามารถในการจัดการพื้นที่ตามเกษตรมาตรฐานเพื่อการตรวจรับรอง PGS



รูปที่ 3 การฝึกทำปุ๋ยหมักชีวภาพ



รูปที่ 4 การจัดกาพื้นที่



รูปที่ 5 การทดลองทำแปลงเกษตรสาธิต



รูปที่ 6 ผลผลิตเกษตรอินทรีย์

นอกจากนั้นการวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาเครือข่ายและความร่วมมือจากหน่วยงานวิชาการ ทั้งจากสำนักงานเกษตรอำเภออดอยสะเก็ด และเครือข่ายสมาพันธ์เกษตรกรกรยั่งยืนเชียงใหม่ ที่เข้ามาเป็นพี่เลี้ยงในการเตรียมความพร้อมและพัฒนากลุ่มเกษตรกรให้มีความรู้ ทักษะ และความสามารถในการจัดการพื้นที่ตามเกษตรมาตรฐานเพื่อการตรวจรับรอง PGS

1) สมาพันธ์เกษตรกรยั่งยืนเชียงใหม่ การจัดกิจกรรมฝึกอบรม อบรมเชิงปฏิบัติการให้ความรู้และสร้างทักษะด้านเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม PGS แก่เกษตรกร

2) สมาพันธ์เกษตรกรยั่งยืนเชียงใหม่จัดเวทีการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ระหว่างเกษตรกรจากเครือข่ายเกษตรกร

3) กลุ่มเกษตรกรเข้าร่วมเป็นสมาชิกของสมาพันธ์เกษตรกรยั่งยืนเชียงใหม่ คณะกรรมการสมาพันธ์เกษตรกรยั่งยืนเชียงใหม่ ให้คำปรึกษาและสนับสนุนทางด้านเทคนิคกลุ่มเกษตรกร

4) สมาพันธ์เกษตรกรยั่งยืนเชียงใหม่จัดกิจกรรมการตรวจประเมินแปลงอินทรีย์ สรุปผลการประเมินพร้อมกับชี้แจงรายละเอียดให้กับเกษตรกรรับทราบ

5) คณะกรรมการสมาพันธ์เกษตรกรยั่งยืนเชียงใหม่การเข้าตรวจรับรองแปลงเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม จังหวัดเชียงใหม่ แก่เกษตรกรที่มีความพร้อมเข้าเกณฑ์มาตรฐาน

ผลจากการบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้การจัดการระบบเกษตรอินทรีย์จากคณะกรรมการสมาพันธ์เกษตรกรยั่งยืนเชียงใหม่ทำให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในระบบเกษตรอินทรีย์มากขึ้นมีความรู้เกี่ยวกับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วมมากขึ้น

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินตนเองก่อนและหลังการได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านเกษตรอินทรีย์
กลุ่มเกษตรกรรายย่อย อำเภอตอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

รายการประเมิน	ก่อนร่วมโครงการ			หลังร่วมโครงการ		
	$\bar{X}$	S.D	แปลค่า	$\bar{X}$	S.D	แปลค่า
ความรู้ ความเข้าใจในระบบเกษตรอินทรีย์	2.73	0.70	ปานกลาง	4.05	0.58	มาก
ความรู้เกี่ยวกับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม	1.95	0.65	น้อย	4.00	0.76	มาก
ทักษะด้านการเกษตรที่สามารถนำไปพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์	4.14	0.64	มาก	4.41	0.50	มากที่สุด
สนใจที่จะพัฒนาระบบเกษตรของท่านเป็นเกษตรอินทรีย์	4.73	0.63	มากที่สุด	4.91	0.29	มากที่สุด
สามารถปรับการเพาะปลูกเป็นเกษตรอินทรีย์ได้	4.73	0.46	มากที่สุด	4.86	0.35	มากที่สุด
สนใจที่จะให้ความร่วมมือในการพัฒนาเกษตรอินทรีย์ของชุมชน	4.82	0.39	มากที่สุด	4.91	0.29	มากที่สุด
ตระหนักในความสำคัญในการทำเกษตรอินทรีย์	4.82	0.39	มากที่สุด	4.82	0.39	มากที่สุด
ตระหนักถึงผลที่จะได้รับการทำการเกษตรอินทรีย์	4.73	0.46	มากที่สุด	4.73	0.46	มากที่สุด
รวม	4.08	0.54	มาก	4.59	0.45	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินตนเองก่อนและหลังการได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านเกษตรอินทรีย์ กลุ่มเกษตรกร พบว่าเกษตรกรความรู้ ความเข้าใจในระบบเกษตรอินทรีย์ เพิ่มขึ้นจากระดับปานกลางเป็นระดับมาก เกษตรกรความรู้เกี่ยวกับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วมเพิ่มขึ้นจากระดับน้อยเป็นระดับมาก เกษตรกรมีทักษะด้านการเกษตรที่สามารถนำไปพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้นจากมากเป็นระดับมากที่สุด

นอกจากนี้ยังพบว่าหลังจากผ่านกระบวนการส่งเสริมและพัฒนาเกษตรกรอินทรีย์ กลุ่มเกษตรกรสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการเพาะปลูกเป็นเกษตรอินทรีย์ได้อย่างเหมาะสม และมีความสนใจที่จะให้ความร่วมมือในการพัฒนาเกษตรอินทรีย์ของชุมชนในระดับมากที่สุด เกษตรกรตระหนักในความสำคัญในการทำเกษตรอินทรีย์และตระหนักถึงผลที่จะได้รับการทำการเกษตรอินทรีย์ในระดับมากที่สุดเช่นกัน

การตรวจประเมินเพื่อการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม

จากการที่ได้ทำการส่งเสริมและการขับเคลื่อนระบบเกษตรอินทรีย์เกษตรกรรายย่อยอำเภอตอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ เข้าสู่ระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วมโดยการให้ความรู้และเพิ่มทักษะเชิงปฏิบัติการด้านเกษตรอินทรีย์ที่ถูกต้องจนเกษตรกรสามารถนำไปปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตได้ คณะกรรมการสมาชิกเกษตรกรยั่งยืนเชียงใหม่ได้ทำการเข้าตรวจรับรองแปลงเกษตรอินทรีย์แก่เกษตรกรรายที่เข้าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีเกษตรกร 1 รายที่เข้าเกณฑ์และผ่านเกณฑ์มาตรฐานรับรองแปลงเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม ซึ่งเป็นเกษตรกรรายนี้ได้เข้าร่วมเข้ากิจกรรมส่งเสริมทุกครั้ง ได้นำความรู้ไปปรับปรุงแปลงเกษตรของตนเอง เป็นเกษตรกรที่มีความพร้อมทั้งด้านความรู้

ทักษะ และการจัดการพื้นที่จึงสามารถเข้าสู่กระบวนการตรวจรับรองตามขั้นตอน PGS โดยสมาพันธ์เกษตรกรมัยยิ่น จังหวัดเชียงใหม่ได้ และผ่านการประเมินขึ้นทะเบียนรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม ประเภทการรับรอง ระยะปรับเปลี่ยน และรับรองแบบไม่มีเงื่อนไข

ส่วนเกษตรกรรายอื่น ๆ ไม่สามารถเข้าสู่กระบวนการเข้ารับการตรวจตามขั้นตอน PSG ได้เพราะไม่เข้าเงื่อนไขของการตรวจรับรองบางประการ อันดับแรกคือ ไม่ผ่านข้อกำหนดการเรื่องจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิต อันดับที่สอง การจัดการดินและปุ๋ย และอันดับที่สาม การไม่มีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนจากแปลงข้างเคียงหรือแหล่งมลพิษ เช่น มีแนวกันชนไม่ต่ำกว่า 1 เมตร ไม่มีบ่อน้ำ ไม่มีรั้ว เป็นต้นอย่างไรก็ตามเกษตรกรหลายรายยังคงจะมีการพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์ของตนเองเพื่อให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานและเข้าสู่กระบวนการรับรองต่อไปในอนาคต

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากการวิจัยพบว่าแนวทางการพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์และขับเคลื่อนระบบเกษตรอินทรีย์ที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มเกษตรกรเพื่อเข้าสู่ระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม คือ 1) พัฒนาเกษตรกรด้านความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับหลักการและมาตรฐานของการทำเกษตรอินทรีย์ และ 2) พัฒนาเกษตรกรให้มีทักษะเชิงปฏิบัติด้านการทำการเกษตรอินทรีย์ที่ถูกต้องเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการเพาะปลูกและจัดการพื้นที่การเกษตรให้เป็นไปตามมาตรฐาน หลังจากได้ทำการส่งเสริมพัฒนาเกษตรกรตามแนวทางเหล่านั้นจนมีความรู้และทักษะทักษะด้านเกษตรอินทรีย์ที่ถูกต้อง พบว่ามีเกษตรกร 1 รายที่มีความพร้อมและสามารถจัดการพื้นที่การเกษตรของตนเองจนมีมาตรฐานตามเกษตรอินทรีย์สามารถผ่านเข้าสู่กระบวนการตรวจรับรองตามมาตรฐาน PGS ส่วนเกษตรกรที่ไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานทั้งหมดมีสาเหตุสำคัญ คือไม่ผ่านข้อกำหนดการเรื่องจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตและการจัดการพื้นที่เกษตรกรเหล่านั้นยังคงจะมีการพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์ของตนเองเพื่อให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานและเข้าสู่กระบวนการรับรองต่อไปในอนาคต

จากการวิจัยพบว่าปัญหาและอุปสรรคของกลุ่มเกษตรกรนั้นมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ กัญญพัสดิ กล่อมธงเจริญ โสภณ พองเพชร ปิยวรรณ สิริประเสริฐศิลป์ และคณะ (2564) ทั้งปัญหาการวางแผนการผลิต ขาดองค์ความรู้ในการแก้ไขปัญหา เกษตรกรมีปัญหาด้านการจัดการพื้นที่ทั้งคุณภาพของดินและการจัดการน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าการขับเคลื่อนเกษตรอินทรีย์ของกลุ่มเกษตรกรรายย่อยโดยการสร้างมีส่วนร่วมของภาคี คือ สำนักงานเกษตรอำเภอดอยสะเก็ด สมาพันธ์เกษตรกรมัยยิ่นเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่สามารถผลักดันให้เกิดการขับเคลื่อนงานในระดับชุมชนได้สอดคล้องกับการศึกษาของ อภิชาติ ใจอารีย์ (2561) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการมีส่วนร่วมของหลายภาคส่วนเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนเกษตรอินทรีย์ที่ประสบความสำเร็จ อีกทั้งยังพบว่าการมีผู้นำเกษตรกรที่เข้มแข็งมีส่วนสำคัญมากในการขับเคลื่อนและการส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ของชุมชนร่วมกับภาคีเครือข่ายให้ประสบความสำเร็จเช่นกัน

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกร

6.1.1 เกษตรกรต้องมีการเข้าใจหลักการพื้นฐานรวมถึงแนวทางปฏิบัติเกษตรอินทรีย์ที่ถูกต้อง และยินดีที่จะปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตหรือมีการจัดการพื้นที่การเกษตรตามเกณฑ์มาตรฐาน

6.1.2 เกษตรกรควรนำข้อเสนอแนะและการประเมินจากผู้ตรวจแปลงไปปรับปรุงวิธีการผลิตและการจัดการพื้นที่

6.1.3 เกษตรกรควรมีการรวมกลุ่มเกษตรกรอย่างเข้มแข็งภายใต้ผู้นำที่มีประสบการณ์หรือมีความกระตือรือร้น จะทำให้สามารถเข้าถึงหน่วยงานภาคีเครือข่ายได้ง่ายขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะส่วนของหน่วยงานภาคี

6.2.1 หน่วยงานภาคีเครือข่ายควรประชาสัมพันธ์ให้เกษตรกรทราบถึงความสำคัญของการทำเกษตรอินทรีย์

6.2.2 หน่วยงานภาคีเครือข่ายควรให้การสนับสนุน ส่งเสริมและติดตามกลุ่มเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง ให้สามารถพัฒนาระบบเกษตรจนเข้าเกณฑ์มาตรฐานเกษตรอินทรีย์

6.2.3 หน่วยงานภาคีเครือข่ายควรช่วยพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายสินค้าเกษตรอินทรีย์ให้แก่กลุ่มเกษตรกร

6.2.4 หน่วยงานภาคีเครือข่ายควรส่งเสริมการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรอินทรีย์

ประเด็นการวิจัยที่น่าสนใจสำหรับการศึกษาในอนาคตคือศึกษาแนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนทุนในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญที่ให้เสนอแนะความคิดเห็นเพื่อการพัฒนา และมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยงานวิจัยชิ้นนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัย เลขที่ IRBCMRU 2024/145.22.03

เอกสารอ้างอิง

- กัญญพัสดุ์ กลุ่มธงเจริญ โสภณ พองเพชร ปิยวรรณ สิริประเสริฐศิลป์ และประภัสสร วรรณสฤติย์. (2564, มกราคม). “การศึกษาความต้องการสินค้าเกษตรอินทรีย์ของร้านอาหารที่ตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่”. วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. 16(1) : 124-148.
- คณะกรรมการพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ. (2566). “แผนปฏิบัติการด้านเกษตรอินทรีย์ พ.ศ. 2566-2570.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.mhesi.go.th/index.php/all-media/book/8857-2566-2570.html>. สืบค้น 20 กันยายน 2567.
- มูลนิธิเกษตรอินทรีย์ไทย. (2560). “คู่มือการรับรองเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม พี จี เอส.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.idd.go.th/Web_PGS/data/pdf/PGSManual.pdf. สืบค้น 2 สิงหาคม 2566.
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2556). สถิติที่ใช้ในการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : กองวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- สวรรณ ภูมิโชติ และดุสิต อธิวุฒนา. (2562, มิถุนายน). “การประยุกต์ใช้ระบบการรับรองแบบมีส่วนร่วม เพื่อส่งเสริมการเกษตรอินทรีย์ภายในชุมชนเกษตรกรายย่อย”. Thai Journal of Science and Technology. 8(5) : 454-467.
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดชุมพร. (2564). “หลักเกณฑ์กลางสำหรับระบบการรับรองเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.opsmoac.go.th/chumphon-dwl- preview 431691791913>. สืบค้น 20 กันยายน 2567.
- สำนักงานเกษตรอำเภอต๋อยสะเก็ด. (2567). “ข้อมูลเกษตรกร.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://chiangmai.doe.go.th/doesaket>. สืบค้น 20 กันยายน 2567.
- อภิชาติ โจอารีย์. (2561, ตุลาคม). “แนวทางการขับเคลื่อนเกษตรอินทรีย์เพื่อสร้างความมั่นคงด้านอาหารปลอดภัย สำหรับชุมชน : บทสะท้อนจากภาคปฏิบัติการ”. วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร. 38(5) :1-17.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้สามารถพัฒนาระบบเกษตรอินทรีย์ของรายย่อยในชุมชนให้ได้มาตรฐานและขับเคลื่อนให้เกษตรกรมีโอกาสได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ ซึ่งนอกจากเป็นการจัดการต้นน้ำเพื่อสร้างคุณภาพด้านการผลิตแล้วยังสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าเกษตร เพิ่มโอกาสให้เกษตรกรรายย่อยขยายตลาดเข้าถึงกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพในวงกว้างขึ้นเป็นช่องทางการเพิ่มรายได้แก่ครัวเรือน อีกทั้งงานกระบวนการวิจัยครั้งนี้ยังได้การพัฒนาศักยภาพผู้นำเกษตรกรให้เข้มแข็งอันเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนและการส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ของชุมชนร่วมกับภาคีเครือข่ายให้ประสบความสำเร็จ

การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีควาร์โค้ด

ตรีรัตน์ ตระกูลอุดมพร¹ เทียงธรรม สิทธิจันทเสน² อัสภา วรรณภายนต์^{3*}

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{123*}

อีเมล : asada2518@hotmail.com^{3*}

วันที่รับบทความ 11 สิงหาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 4 ตุลาคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ 15 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีควาร์โค้ด และ 2) ทดสอบประสิทธิภาพระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีควาร์โค้ด ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับแมวและเจ้าของแมว รวมถึงได้นำเทคโนโลยีควาร์โค้ดมาใช้เชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ทำให้เข้าถึงข้อมูลได้ง่าย และรวดเร็ว ผ่านการสแกนควาร์โค้ดบนปลอกคอแมว งานวิจัยนี้นำแนวคิดวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ที่เลี้ยงแมวได้อย่างชัดเจน จากนั้นนำไปทดสอบประสิทธิภาพระบบสารสนเทศและนำข้อมูลที่ได้นำวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย

ผลการวิจัย 1) ผลการพัฒนาระบบ พบว่า ได้ระบบสารสนเทศที่นำมาใช้ในการจัดเก็บข้อมูล และสามารถแสดงข้อมูลของแมวและเจ้าของแมวที่จำเป็น ผ่านการสแกนควาร์โค้ด ที่ติดอยู่บนปลอกคอแมว ช่วยให้ผู้ที่พบแมวสามารถติดต่อเจ้าของแมวหรือนำส่งแมวกินเจ้าของได้สะดวกและรวดเร็ว และ 2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบพบว่า (1) การเข้าสู่ระบบ สามารถเข้าสู่ระบบได้ถูกต้อง (ร้อยละ 100) และสามารถแจ้งเตือนเมื่อข้อมูลไม่ถูกต้อง ทำให้ไม่สามารถเข้าสู่ระบบได้ (ร้อยละ 100) (2) การจัดการข้อมูลแมว สามารถเพิ่ม, แก้ไข และลบข้อมูลแมวออกจากระบบ ได้อย่างถูกต้อง (ร้อยละ 100) (3) การทดสอบการสแกนควาร์โค้ด สามารถสแกนควาร์โค้ดผ่านโทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟนได้ (ร้อยละ 100) และ (4) การเชื่อมต่อข้อมูล สามารถเชื่อมโยงข้อมูลควาร์โค้ดกับ Facebook และ Line รวมถึง Google Maps ได้ถูกต้อง (ร้อยละ 100)

คำสำคัญ : ระบบสารสนเทศ ควาร์โค้ด วงจรพัฒนาระบบ

Development of an information system for cats using QR code technology

Treerat Trakoonudomporn¹, Teangtum Sittichantasen², Asada Wannakayont³

Faculty of Industrial Technology Surindra Rajabhat University^{1,2,3*}

Email: asada2518@hotmail.com^{3*}

Received 11 August 2024

Revised 4 October 2024

Accepted 15 October 2024

Abstract

This research aims to 1) develop an information system for cats using QR code technology and 2) test the efficiency of the information system. The researcher designed and developed the system to store data related to cats and their owners. It integrates QR code technology, enabling quick and easy access to information by scanning the QR code on a cat's collar. The research applied the System Development Life Cycle (SDLC) approach to design and develop the system to meet the needs of cat owners effectively. The system's performance was then tested, and the resulting data was analyzed using basic statistics, including percentages and averages.

Research findings: 1) The system development resulted in a platform that efficiently stores and displays essential information about cats and their owners through QR code scanning on the cat's collar. This feature allows individuals who find a lost cat to easily contact the owner or return the cat quickly. 2) The system performance test results showed that (1) users could access the system correctly (100%), with alerts notifying them of incorrect information, preventing access (100%); (2) users could accurately add, edit, and delete cat data from the system (100%); (3) QR codes could be scanned via smartphones (100%); and (4) the system correctly linked QR code data with Facebook, Line, and Google Maps (100%).

Keywords: Information system, QR code, System Development Life Cycle

1. บทนำ

แมวเป็นสัตว์เลี้ยงที่ได้รับความนิยมในการนำมาเลี้ยง โดยแมวเป็นสัตว์เลี้ยงในสังคมไทยมา ช้านาน ซึ่งได้อภิสัทธีให้ขึ้นไปอยู่บนเรือนได้ ดังเห็นได้จากประเพณีการขึ้นบ้านใหม่ของคนไทยที่นิยมมอบข้าวของที่เป็นสิ่งของมงคลต่าง ๆ แก่เจ้าของเรือน ซึ่งรวมถึงสัตว์เลี้ยง 2 ชนิด คือ ไก่ และ แมว นอกจากนี้ ในสุภาชีวิตหรือสำนวนไทยต่าง ๆ มีการกล่าวถึงแมวซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงประจำบ้านอยู่มากมาย เช่น หุงข้าวประชิดหมา-ปิ้งปลาประชิดแมว ฝากปลาย่างไว้กับแมว จึงสะท้อนให้เห็นว่าแมวเป็นสัตว์เลี้ยงที่ใกล้ชิดของคนไทยมาตั้งแต่สมัยโบราณ (ดینาร์ บุญธรรม, 2566) แมวมีหลายสายพันธุ์ ซึ่งแมวในแต่ละสายพันธุ์จะมีลักษณะรูปร่างและนิสัยแตกต่างกันไป แมวเป็นสัตว์เลี้ยงที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เลี้ยง เช่น เลี้ยงไว้เป็นเพื่อนคลายเหงา เลี้ยงไว้จับหนู เลี้ยงไว้ไล่กเลี้ยตามสมัยนิยม เป็นต้น แต่เนื่องจากแมวมีลักษณะนิสัยที่ไม่อยู่กับที่ หรืออาจจะมาจากเหตุผลที่มีสุนัขไล่ หรือช่วงผสมพันธุ์ จึงจะทำให้แมวหายไปจากบริเวณที่เคยอยู่อาศัย จึงทำให้เจ้าของต้องตามหาอยู่เป็นประจำ ทำให้เสียทั้งเวลา เงิน และความรู้สึกของเจ้าของที่มีความห่วง และวิตกกังวล เมื่อแมวหายไป

ในปัจจุบันเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้เข้ามามีบทบาทในการเลี้ยงดูสัตว์เลี้ยง ซึ่งจะมีรูปแบบและวิธีการที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับความคิดค้นและพัฒนาทั้งผลิตภัณฑ์และอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนรักสัตว์เลี้ยง โดย จิตต์สุภา ฉิน (2566) ได้กล่าวไว้ว่า เทคโนโลยีสัตว์เลี้ยง หรือ PetTech มีแนวโน้มที่จะเติบโตไปพร้อม ๆ กับอุตสาหกรรมสัตว์เลี้ยงที่โตขึ้นเรื่อย ๆ เพราะความสัมพันธ์ระหว่างคนกับสัตว์เลี้ยงมีความใกล้ชิดผูกพันกันมากขึ้น การใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อติดตามสัตว์เลี้ยงในแต่ละประเภทมีทั้งข้อดี และข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป ยกตัวอย่างเช่น การใช้ความถี่วิทยุ (RF) นิยมใช้ติดตามสัตว์เลี้ยงเพื่อการศึกษาพฤติกรรมสัตว์ ซึ่งประกอบไปด้วยเครื่องส่งสัญญาณ และเครื่องรับสัญญาณจะมีข้อจำกัดในส่วนของความแรงของสัญญาณ ระยะทางในการรับ-ส่งสัญญาณ ภูมิประเทศที่ค้นหา และเครื่องส่งสัญญาณมีขนาดใหญ่ เป็นต้น การใช้ WiFi, บลูทูธ (Bluetooth) ติดตามสัตว์เลี้ยง จะมีข้อจำกัดในส่วนพื้นที่ที่ครอบคลุมระยะไม่ไกล ใช้การสื่อสารกับสมาร์ตโฟนผ่านบลูทูธ และแบตเตอรี่พลังงานต่ำ เป็นต้น (โมโกสมาร์ท, 2566) การใช้เทคโนโลยี GPS เช่น Pet Tracker ที่เป็นอุปกรณ์ติดตามสัตว์เลี้ยง มีน้ำหนักเบาสามารถระบุตำแหน่งระยะไกลที่แม่นยำ ติดตามตำแหน่งแบบเรียลไทม์ผ่านอินเทอร์เน็ต รองรับเครือข่าย 2G/4G แบตเตอรี่ 500 mAh และสแตนด์บายได้ 2-3 วัน (ทรู มูฟ เฮช, 2566) อุปกรณ์ GPS ติดตามสัตว์เลี้ยงในท้องตลาดเหล่านี้ส่วนมากจะมีราคาแพง โดยจะไม่สามารถติดตามสัตว์เลี้ยงได้หากไม่มีสัญญาณดาวเทียมที่ชัดเจนหรือสัญญาณโทรศัพท์มือถือที่ตำแหน่งนั้น ๆ มีค่าบริการสัญญาณโทรศัพท์มือถือ และความจุของแบตเตอรี่ซึ่งจะมีผลต่อเวลาในการใช้งานของอุปกรณ์ เป็นต้น และ การใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อติดตามสัตว์เลี้ยง ซึ่งปัจจุบันเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่น่าจะนำมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์, ฝ้าสังเกต, เก็บข้อมูลสุขภาพ, ติดตามกิจกรรม และให้อาหาร เป็นต้น รวมไปถึงการนำเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมาใช้ก็เป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจซึ่งรหัสคิวอาร์ หรือชื่อภาษาอังกฤษที่เรียกว่า QR Code (Quick Response) มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย และได้กลายเป็นที่นิยมในทั่วโลก รวมไปถึงในประเทศไทยด้วย เนื่องจากเป็นรหัสที่มีการอ่านอย่างรวดเร็วและสามารถเก็บความจุได้มากกว่า เมื่อเทียบกับบาร์โค้ดมาตรฐานที่มีใช้ในปัจจุบัน (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2566) โดยคิวอาร์โค้ดสามารถนำมาประยุกต์ใช้บันทึกข้อมูลสัตว์เลี้ยง เช่น Smart Tag One ที่เป็นป้ายชื่อหมาแมวอัจฉริยะ ทำงานผ่านสมาร์ตโฟน เพียงแค่สแกนคิวอาร์โค้ดก็สามารถบอกข้อมูลสัตว์เลี้ยง ข้อมูลการติดต่อเจ้าของ (HOBBY QR, 2566) อุปกรณ์ดังกล่าวมีข้อจำกัดรายละเอียดของข้อมูลสัตว์เลี้ยงที่ครอบคลุมยังไม่มากพอ เช่น พันธุ์ของสัตว์เลี้ยง จุดสังเกตอื่น ๆ ควรระบุข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงของชนิดสัตว์เลี้ยงให้ชัดเจน อีกทั้งมูลค่าของ Smart Tag One ค่อนข้างมีราคา หากผู้เลี้ยงมีจำนวนสัตว์เลี้ยงที่มาก อาจจะทำให้มีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลสำหรับเฉพาะสัตว์เลี้ยงนั้น โดยเฉพาะแมวที่เป็นสัตว์เลี้ยงอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับนิยมนำมาเลี้ยง โดยการพัฒนาระบบสารสนเทศ ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของแมวโดยเฉพาะ เช่น ประวัติ

เบอร์โทรศัพท์ ที่อยู่ เพื่อใช้ในการระบุตัวตนของแมว และเจ้าของแมวตัวนั้น ร่วมกับการนำเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมาใช้เป็นสัญลักษณ์ในการเชื่อมโยงข้อมูลสัตว์เลี้ยงที่เก็บอยู่ในระบบสารสนเทศ ผู้พบเห็นแมวเพียงแคสแกนคิวอาร์โค้ดที่อยู่บนป้ายคอลลาร์แมวด้วยสมาร์ทโฟน ก็สามารถเข้าถึงข้อมูลแมวและเจ้าของแมวได้สะดวก รวดเร็ว มีราคาถูก ไม่ต้องกังวลว่าแบตเตอรี่จะหมดหรือไม่ มีการนำ Facebook หรือ Line ที่เป็นผู้ให้บริการเครือข่ายสื่อสารสังคมออนไลน์ (Social Network) เข้ามาใช้เพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างเจ้าของและผู้พบเห็น รวมไปถึงใช้ Google Maps ที่ให้บริการเทคโนโลยีทางด้านแผนที่มาช่วยนำทาง โดยจะแสดงเส้นทางไปยังจุดหมาย เพื่อให้นำทางในการส่งมอบสัตว์เลี้ยงให้ถึงมือเจ้าของได้อย่างสะดวก และปลอดภัย ดังนั้น การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด จึงทำให้กระบวนการในการติดตามแมวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้ที่พบเห็นแมวสามารถเข้าถึงข้อมูลที่เก็บไว้ได้ทันทีในกรณีที่แมวพลัดหลงหรือสูญหาย นอกจากนี้ ระบบสารสนเทศดังกล่าวยังช่วยเพิ่มโอกาสให้ผู้พบเห็นสามารถส่งคืนแมวได้สะดวกและรวดเร็วขึ้นผ่านการเข้าถึงข้อมูลที่จำเป็นโดยไม่ต้องเสียเวลาในการค้นหา อีกทั้งระบบนี้ยังช่วยลดความยุ่งยากในขั้นตอนการประสานงานระหว่างผู้พบเห็นและเจ้าของ ด้วยการเชื่อมโยงไปยังแพลตฟอร์มการสื่อสารในเครือข่ายสื่อสารสังคมออนไลน์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน และเทคโนโลยีแผนที่ที่ใช้งานได้ง่าย ทำให้การส่งคืนสัตว์เลี้ยงเกิดขึ้นอย่างปลอดภัย

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด
- 2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

3.1 การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด

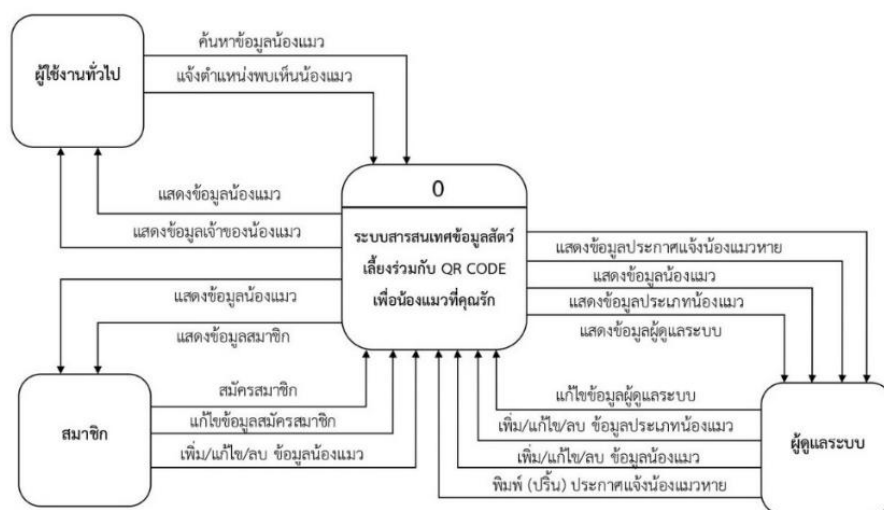
การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด ผู้วิจัยได้นำแนวคิดวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) มี 5 ขั้นตอน (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2560 : 46-53) มาใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศ ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

3.1.1 การวางแผนโครงการ (Project Planning) การวางแผนงาน ที่เป็นกระบวนการในการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดนั้น เริ่มต้นจากการศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้เลี้ยงแมวและผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งพบว่า มีความต้องการทราบข้อมูลในเบื้องต้นของแมว ซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงที่ได้รับความนิยม โดยมีปัญหาในส่วนของลักษณะนิสัยของแมวที่ไม่ค่อยอยู่กับที่ บางครั้งหายหรือพลัดหลงไปจากบ้าน เพื่อทำให้ผู้ที่พบเห็นแมวได้นำส่งหรือติดต่อเพื่อนำส่งแมวที่หาย หรือพลัดหลงคืนให้กับเจ้าของแมว โดยสอบถามข้อมูลจากผู้เลี้ยงแมวและผู้ที่ยื่นขอบแมว ในจังหวัดสุรินทร์ รวมไปถึงข้อมูลของแมวที่ต้องการจะได้มาจากการสำรวจข้อมูลของแมวที่หาย หรือพลัดหลงจากเจ้าของจากอินเทอร์เน็ต และความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด

3.1.2 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและความต้องการต่าง ๆ ของระบบสารสนเทศสำหรับแมวที่ได้ เพื่อนำมาวิเคราะห์ในการกำหนดโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของระบบหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแมวจากนั้นนำมาสรุปและเขียนแผนผังบริบท (Context Diagram) และแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) ของระบบปัจจุบัน

โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำมาออกแบบแผนภาพบริบท (Context Diagram) และแผนภาพการออกแบบ กระแสข้อมูล (DFD) ของระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยี และตั้งชื่อให้สื่อถึงระบบที่มีชื่อว่า QR-PET-TAG โดยมีวิธีการและรายละเอียดในการออกแบบดังนี้

การออกแบบระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด ได้แก่ การออกแบบส่วนประกอบของระบบคิวอาร์โค้ดที่สามารถเก็บข้อมูลสำคัญของแมว เช่น ชื่อ อายุ ประวัติสุขภาพ และข้อมูลเจ้าของ และการวางแผนการพัฒนา วางแผนการพัฒนาระบบทั้งในด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ รวมถึงการจัดเตรียมฐานข้อมูลและส่วนประสานงานกับผู้ใช้ (User Interface) โดยความสัมพันธ์ในระบบ คือ เจ้าของแมว (User) มีความสัมพันธ์แบบ One-to-Many กับแมว (Cat) กล่าวคือ ผู้ใช้งานหนึ่งคนสามารถเป็นเจ้าของแมวได้หลายตัว และข้อมูลของแมวจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคิวอาร์โค้ดที่ใช้ในการระบุตัวตนแมวแต่ละตัว



รูปที่ 1 แผนภาพบริบท (Context Diagram) ของระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด

จากรูปที่ 1 ในการออกแบบแผนภาพบริบท (Context Diagram) ของระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด ผู้วิจัยได้แบ่งกระบวนการเกี่ยวข้องกับผู้ใช้งาน 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ใช้งานทั่วไป สมาชิก และ ผู้ดูแลระบบ โดยสามารถแยกกระบวนการทำงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานทั้งหมด 5 กระบวนการ คือ 1) เข้าสู่ระบบ 2) การจัดการผู้ดูแลระบบ 3) จัดการข้อมูลสมาชิก 4) จัดการข้อมูลแมวสมาชิก และ 5) สมัครสมาชิก

จากรูปที่ 2 แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD) ของระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด สามารถอธิบายกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้

กระบวนการที่ 1 เข้าสู่ระบบ เป็นกระบวนการเข้าระบบเพื่อใช้งาน “ระบบสารสนเทศข้อมูลสัตว์เลี้ยงร่วมกับคิวอาร์โค้ดเพื่อน้องแมวที่คุณรัก...” จำแนกสิทธิ์การใช้งานของผู้ใช้ ซึ่งระบบแยกเป็น ผู้ใช้งานทั่วไป สมาชิก และ ผู้ดูแลระบบ เมื่อเข้าใช้งานระบบด้วยชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านก็จะได้หน้าเพจสำหรับใช้งานระบบตามสิทธิ์ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบ

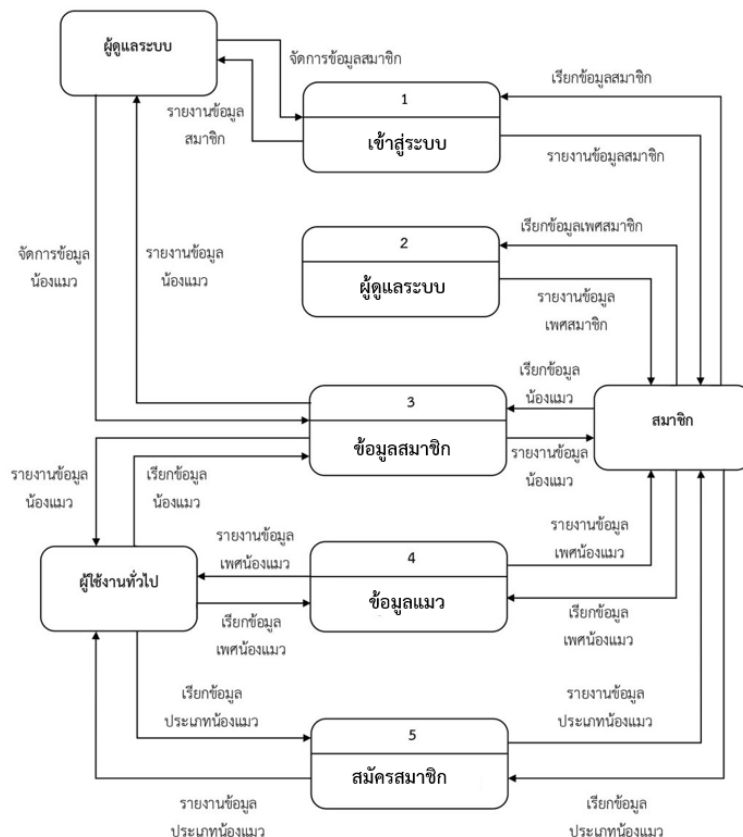
กระบวนการที่ 2 การจัดการผู้ดูแลระบบ เป็นกระบวนการที่ผู้ดูแลระบบในการจัดการข้อมูลและเพิ่มข้อมูลสมาชิกได้แก่ ชื่อ-นามสกุล ที่อยู่ของเจ้าของแมว ช่องทางการติดต่อ เช่น เบอร์โทร เฟสบุ๊ก ไลน์ และ จัดการข้อมูลแมวสมาชิก ทั้งหมด ได้แก่ รูป ชื่อ เพศ อายุ สายพันธุ์ของแมว ลักษณะเด่นหรือพิเศษ/ตำหนิของแมว ชื่อ ที่อยู่ของเจ้าของแมว ช่องทางการติดต่อ เช่น เบอร์โทร เฟสบุ๊ก ไลน์ รวมถึงการลบและการแก้ไขประเภทของข้อมูล

กระบวนการที่ 3 จัดการข้อมูลสมาชิก เป็นกระบวนการที่สมาชิก ทำการเพิ่มข้อมูลรวมถึงการลบและการแก้ไขข้อมูล ชื่อ-นามสกุล ที่อยู่ของเจ้าของแมว ช่องทางการติดต่อ เช่น เบอร์โทร เฟสบุ๊ค และไลน์ เป็นต้น

กระบวนการที่ 4 จัดการข้อมูลแนวสมาชิก เป็นกระบวนการที่ผู้ดูแลระบบ ทำการเพิ่มข้อมูลรวมถึงการลบ และการแก้ไขข้อมูล ข้อมูลของแม่ และเจ้าของแม่ ได้แก่ รูป ชื่อ เพศ อายุ สายพันธุ์ของแม่ ลักษณะเด่นหรือ พิเศษ/ตำหนิของแม่ ชื่อ ที่อยู่ของเจ้าของแม่ ช่องทางการติดต่อ เช่น เบอร์โทร เฟสบุ๊ค ไลน์ เป็นต้น

กระบวนการที่ 5 สัมครสมาชิก เป็นกระบวนการที่สมาชิก ทำการลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบโดยทำการเพิ่มข้อมูลชื่อผู้ใช้ และ รหัสผ่าน

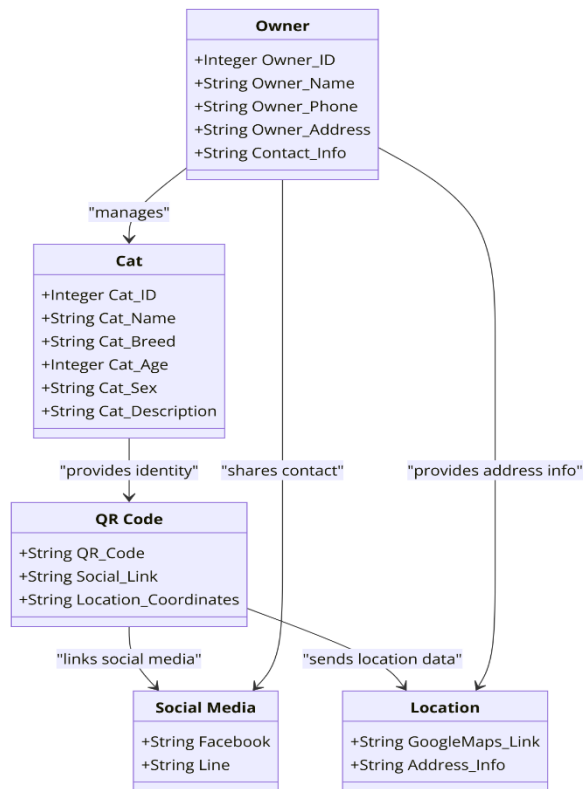
3.1.3 การออกแบบ (Design) ในขั้นตอนนี้นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ (Analysis) มาออกแบบพัฒนาโปรแกรม แบ่งออกเป็น 2 ระยะคือ 1) การออกแบบเชิงตรรกะ (Logical Design) เป็นการออกแบบลักษณะการทำงานของระบบ ด้วยแผนผังบริบท และ แผนภาพกระแสข้อมูล 2) การออกแบบเชิงกายภาพ (Physical Design) เป็นการระบุลักษณะการทำงานทางเทคนิค อุปกรณ์และเทคโนโลยีตลอดจนโปรแกรมภาษาที่จะนำมาใช้ในการเขียนโปรแกรม โดยพัฒนาโปรแกรมด้วย ภาษาพีเอชพี (PHP) เป็นหลัก และเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) รวมถึงการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ให้มีความน่าสนใจ รวมถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด จากนั้นนำแบบที่ได้ออกแบบไว้ไปพัฒนาระบบโดยใช้โปรแกรม Adobe Dreamweaver ช่วยในการสร้างเว็บไซต์ และโปรแกรมตกแต่งภาพ ตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้



รูปที่ 2 แผนภาพการออกแบบ กระแสข้อมูล (DFD) ของระบบสารสนเทศสำหรับเมฆด้วยเทคโนโลยีคลาวด์

ตารางที่ 1 Data Dictionary ระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด

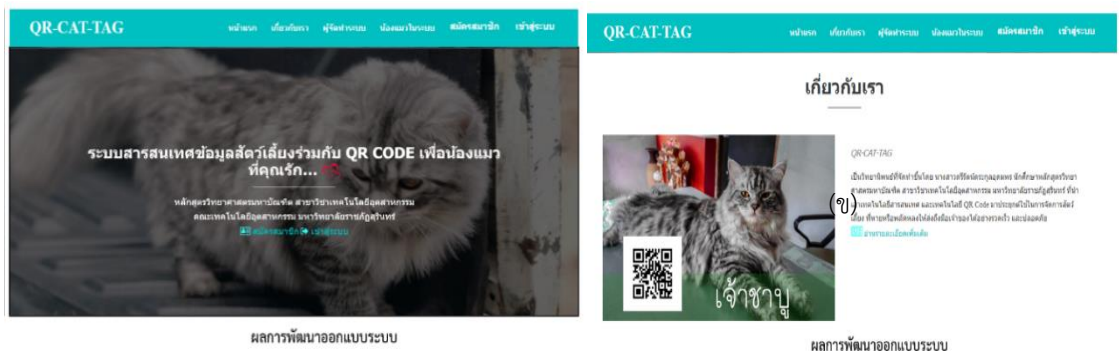
Field	Description	Data Type	Length	Constraints
Cat_ID	Unique identifier for each cat	Integer	-	Primary Key
Cat_Name	Name of the cat	Varchar	255	Not Null
Cat_Breed	Breed of the cat	Varchar	255	-
Cat_Age	Age of the cat	Integer	-	-
Cat_Sex	Gender of the cat	Varchar	1	Values: M/F
Cat_Description	Specific markings or special features	Varchar	255	-
Owner_ID	Unique identifier for the cat owner	Integer	-	Foreign Key
Owner_Name	Name of the cat owner	Varchar	255	Not Null
Owner_Phone	Phone number of the owner	Varchar	15	-
Owner_Address	Address of the owner	Varchar	255	-
QR_Code	QR code associated with the cat's profile	Varchar	255	Not Null
Social_Link	Links to the owner's social media (Facebook, Line)	Varchar	255	-
Location_Coordinates	Coordinates for tracking via Google Maps	Varchar	100	-



รูปที่ 3 ER-Diagram ระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด

การออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด มีขั้นตอน ดังนี้

- 1) หน้าแรก ซึ่งเป็นหน้าเพจแรกของระบบ ถือว่าเป็นหน้าสำหรับต้อนรับผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้เปิดเข้ามาในระบบก็จะพบกับหน้านี้เป็นอันดับแรก โดยจะแสดงชื่อ รวมไปถึงภาพที่สื่อความหมายถึงระบบดังกล่าวดังแสดงในรูปที่ 4 (ก)
- 2) เกี่ยวกับ QR-CAT-TAG เป็นหน้าเพจที่แสดงถึงรายละเอียดที่เกี่ยวกับระบบ QR-CAT-TAG ดังแสดงในรูปที่ 4 (ข)

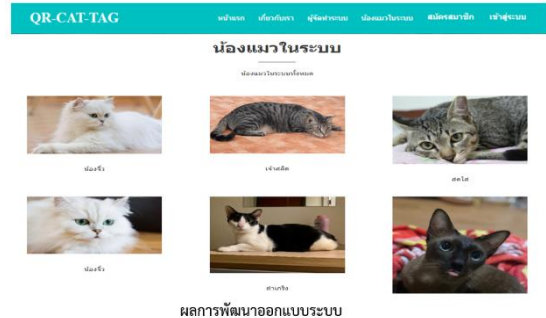


รูปที่ 4 (ก) หน้าเพจหน้าแรก, (ข) หน้าเพจเกี่ยวกับ QR-CAT-TAG

3) ผู้จัดทำระบบ เป็นหน้าเพจที่แสดงถึงผู้จัดทำระบบ รวมไปถึงข้อมูลการติดต่อผู้จัดทำระบบ ดังแสดงในรูปที่ 5 (ก)



(ก)



(ข)

รูปที่ 5 (ก) หน้าเพจผู้จัดทำระบบ, (ข) หน้าเพจข้อมูลแมวในระบบ

4) ข้อมูลแมวในระบบ เป็นหน้าเพจที่แสดงถึงข้อมูลแมวทั้งหมดที่เข้ามาลงทะเบียน และมีอยู่ในระบบ QR-CAT-TAG ดังแสดงในรูปที่ 5 (ข)

5) เข้าสู่ระบบ เป็นหน้าที่ใช้สำหรับกรอกชื่อเข้าใช้งานเพื่อเข้าใช้งานไปกรอกข้อมูลแมว (ผู้ใช้งาน) และปรับแต่ง แก้ไข ลบข้อมูล (ผู้ดูแลระบบ) และเพื่อเข้าสู่สมัครสมาชิกในระบบ QR-CAT-TAG ดังแสดงในรูปที่ 6 (ก)

6) สมัครสมาชิก เป็นหน้าที่ใช้สำหรับกรอกข้อมูลเพื่อสมัครสมาชิกเข้าใช้งานในระบบ QR-CAT-TAG ดังแสดงในรูปที่ 6 (ข)



(ก)



ผลการพัฒนาออกแบบระบบ

(ข)

รูปที่ 6 (ก) หน้าเพจเข้าสู่ระบบ, (ข) หน้าเพจสมัครสมาชิก

7) กรอกข้อมูลแมว (ผู้ใช้งาน) เป็นหน้าที่ใช้สำหรับกรอกข้อมูลแมว (ที่ได้จากการศึกษาในวัตถุประสงค์ข้อที่ 1) เข้าไปในระบบ QR-CAT-TAG ดังแสดงในรูปที่ 7 (ก)

8) ผู้ดูแลระบบ เป็นหน้าเพจที่ให้ผู้ดูแลระบบเข้าไปบริหารจัดการ (ปรับแต่ง แก้ไข ลบข้อมูล) ในระบบ QR-CAT-TAG ดังแสดงในรูปที่ 7 (ข)

(ก)

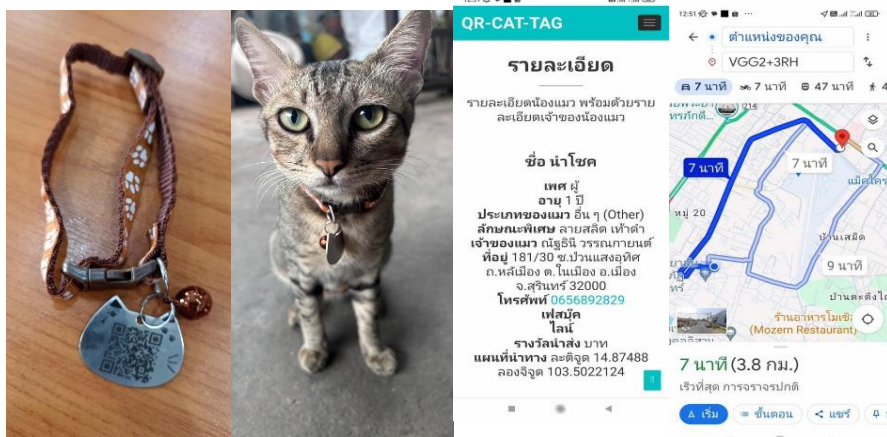
ชื่อ	เพศ	อายุ	ประเภท	ชื่อเจ้าของ	ที่อยู่	โทรศัพท์	จำนวนเงิน	QR CODE	บันทึก	ลบ
1	เมีย	2 ปี	แมวเปอร์เซีย (Persian)	นางสาวกัญญา ใจดี	188 ม.1 ต.พนาภิรักษ์ อ.เมือง สุพรรณบุรี จ.สุพรรณ 32000	0610147799	จำนวนเงิน 00	QR CODE 00	บันทึก 0	ลบ 0
2	เจ้า	ผู้	1 ปี	นางสาวกัญญา ใจดี	188 ม.1 ต.พนาภิรักษ์ อ.เมือง สุพรรณบุรี จ.สุพรรณ 32000	0610147799	จำนวนเงิน 00	QR CODE 00	บันทึก 0	ลบ 0
3	ตัวผู้	ผู้	1 ปี	นางสาวกัญญา ใจดี	89 ม.1 ต.พนาภิรักษ์ อ.เมือง สุพรรณบุรี จ.สุพรรณ 32000	0610147799	จำนวนเงิน 00	QR CODE 00	บันทึก 0	ลบ 0
4	เมีย	ผู้	1 ปี	นางสาวกัญญา ใจดี	เลขที่ 259 บ้านกุดสิงห์ อ.เมือง สุพรรณบุรี จ.สุพรรณ 32000	0610111111	จำนวนเงิน 00	QR CODE 00	บันทึก 0	ลบ 0
5	ตัวผู้	ผู้	4	นางสาวกัญญา ใจดี	199/25 บ้านกุดสิงห์ อ.เมือง สุพรรณบุรี จ.สุพรรณ 32000	0640909393	จำนวนเงิน 00	QR CODE 00	บันทึก 0	ลบ 0
6	ตัวผู้	ผู้	3	นางสาวกัญญา ใจดี	199/25 บ้านกุดสิงห์ อ.เมือง สุพรรณบุรี จ.สุพรรณ 32000	0640909393	จำนวนเงิน 00	QR CODE 00	บันทึก 0	ลบ 0
7	ตัวผู้	ผู้	3	นางสาวกัญญา ใจดี	199/25 บ้านกุดสิงห์ อ.เมือง สุพรรณบุรี จ.สุพรรณ 32000	0640909393	จำนวนเงิน 00	QR CODE 00	บันทึก 0	ลบ 0
8	ตัวผู้	ผู้	2	นางสาวกัญญา ใจดี	199/25 บ้านกุดสิงห์ อ.เมือง สุพรรณบุรี จ.สุพรรณ 32000	0640909393	จำนวนเงิน 00	QR CODE 00	บันทึก 0	ลบ 0
9	ตัวผู้	ผู้	1 ปี	นางสาวกัญญา ใจดี	188 ม.1 ต.พนาภิรักษ์ อ.เมือง สุพรรณบุรี จ.สุพรรณ 32000	0610147799	จำนวนเงิน 00	QR CODE 00	บันทึก 0	ลบ 0

ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน

(ข)

รูปที่ 7 (ก) หน้าเพจกรอกข้อมูลแมวในระบบ (ผู้ใช้งาน), (ข) หน้าเพจผู้ดูแลระบบ

3.1.4 ขั้นการนำไปใช้ (Implementation) ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด ไปทำการทดสอบโดยใช้โทรศัพท์มือถือแบบสมมติ สแกนคิวอาร์โค้ดที่อยู่บนปลอกคอแมว โดยเชื่อมโยงไปยังข้อมูลของแมวที่หาย หรือพลัดหลงจากเจ้าของในระบบสารสนเทศ สังเกตดูข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการเชื่อมโยงข้อมูลการแสดงผลข้อมูล เป็นต้น ถ้ามีข้อบกพร่องก็นำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนการนำไปใช้จริง สุดท้ายนำไปสู่การบำรุงรักษา ในขั้นตอนที่ 5 ต่อไป



รูปที่ 8 ตัวอย่างการนำระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดไปใช้งาน

3.1.5 การบำรุงรักษา (Maintenance) เป็นขั้นตอนการปรับปรุงระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด หลังจากที่ได้มีการติดตั้งและใช้งานระบบแล้ว ในขั้นตอนนี้อาจเกิดจากปัญหาจากโปรแกรม (Bug) หรือการใช้งานในสถานการณ์จริง ซึ่งอาจจะเกิดจากความต้องการของผู้ใช้งาน จึงต้องบำรุงรักษาข้อมูลใหม่

ความถูกต้องและปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน เช่น ปัญหาเรื่องการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต, ปัญหาเกี่ยวกับการสแกนคิวอาร์โค้ดในพื้นที่ที่มีแสงน้อย ส่งผลให้ต้องมีการปรับปรุงระบบเพื่อให้เข้ากับสภาพการใช้งานจริง และการอัปเดตข้อมูลแม่และเจ้าของแม่ รวมถึงการแก้ไขข้อมูลที่ไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ เป็นต้น

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพระบบสารสนเทศสำหรับแม่ด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 เตรียมระบบสารสนเทศสำหรับแม่ด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด

3.2.2 นำคิวอาร์โค้ดไปดำเนินการทำป้ายคล้องคอสำหรับแม่

3.2.3 นำป้ายคล้องคอที่มีคิวอาร์โค้ดไปใส่ให้กับแม่

3.2.4 ทำการทดสอบประสิทธิภาพระบบสารสนเทศสำหรับแม่ด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด มีการดำเนินการทดสอบ 4 ด้าน ๆ ละ 10 ครั้ง ดังนี้

1) การเข้าสู่ระบบ

- (1) การเข้าสู่ระบบด้วยข้อมูลที่ถูกต้อง
- (2) การเข้าสู่ระบบด้วยข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง

2) การจัดการข้อมูลแม่

- (1) การเพิ่มข้อมูลแม่ใหม่
- (2) การแก้ไขข้อมูลแม่
- (3) การลบข้อมูลแม่

3) การสแกนคิวอาร์โค้ด

- (1) การสแกนคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟน
- (2) การสแกนคิวอาร์โค้ดในสภาพแสงน้อย

4) การเชื่อมต่อข้อมูล

- (1) การเชื่อมโยงข้อมูลคิวอาร์โค้ดกับ Google Maps
- (2) การเชื่อมต่อกับ Facebook/Line

3.2.5 ผู้วิจัยทำการจดบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพลงในตารางบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบสารสนเทศสำหรับแม่ด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด

3.2.6 ผู้วิจัยทำการสรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบสารสนเทศสำหรับแม่ด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด เพื่อนำไปใช้ในการสรุปผลการวิจัย ต่อไป

3.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 ค่าร้อยละ

3.3.2 ค่าเฉลี่ย (ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2549 : 153)

4. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแม่ด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแม่ด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด ได้ระบบสารสนเทศ ที่นำมาใช้ในการเก็บข้อมูลประจำตัวสำหรับแม่ เพื่อช่วยเจ้าของแม่ในการจัดการข้อมูลของแม่ และเจ้าของแม่ เช่น ชื่อ เพศ อายุ ประเภทของแม่ ชื่อ ที่อยู่ และโทรศัพท์เจ้าของแม่ และใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลของแม่ และเจ้าของแม่ได้ทันที ผ่านการสแกนคิวอาร์โค้ดที่ติดอยู่บนปลอกคอแม่ ช่วยให้ผู้

พบแมวสามารถติดต่อเจ้าของแมวหรือนำส่งแมวคืนเจ้าของได้สะดวกและรวดเร็ว มีส่วนประกอบหลักและความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานและระบบ ได้แก่ 1) ผู้ใช้งานทั่วไปที่สามารถเยี่ยมชม และใช้งานในการแจ้งพบเจอแมวที่ไม่สามารถระบุตัวตน 2) สมาชิกที่สามารถจัดการข้อมูล แก้ไข เพิ่ม ข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลระบุตัวตนของแมว และคิวอาร์โค้ด 3) ผู้ดูแลระบบที่สามารถจัดการแก้ไข เพิ่มข้อมูลส่วนตัวของผู้ดูแล และ แก้ไข เพิ่มข้อมูลภาพรวมทั้งหมด ข้อมูลสมาชิก ข้อมูลระบุตัวตนของแมว และคิวอาร์โค้ด

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบสารสนเทศสำหรับแมวด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด

หัวข้อการทดสอบ	รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	สรุปผลลัพธ์ที่ได้	หมายเหตุ
1. การเข้าสู่ระบบ	การเข้าสู่ระบบด้วยข้อมูลที่ถูกต้อง	ผู้ใช้เข้าสู่ระบบได้และแสดงหน้าหลักได้ทันที	ร้อยละ 100	
	การเข้าสู่ระบบด้วยข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง	ไม่สามารถเข้าสู่ระบบได้และระบบมีการแจ้งเตือน	ร้อยละ 100	
2. การจัดการข้อมูลแมว	การเพิ่มข้อมูลแมวใหม่	มีข้อมูลแมวเพิ่มขึ้นใหม่	ร้อยละ 100	
	การแก้ไขข้อมูลแมว	ข้อมูลถูกแก้ไขและอัปเดตข้อมูลในทันที	ร้อยละ 100	
	การลบข้อมูลแมว	ข้อมูลถูกลบออกจากระบบสำเร็จ	ร้อยละ 100	
3. การสแกนคิวอาร์โค้ด	การสแกนคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์ทโฟน	แสดงผลข้อมูลผ่านการสแกนได้ทันที	ร้อยละ 100	
	การสแกนคิวอาร์โค้ดในสภาพแสงน้อย	ระบบสามารถอ่านคิวอาร์โค้ดได้ในที่แสงน้อย	ร้อยละ 100	
4. การเชื่อมต่อข้อมูล	การเชื่อมโยงข้อมูลคิวอาร์โค้ดกับ Google Maps	แสดงเส้นทางใน Google Maps ไปยังที่อยู่เจ้าของแมวได้ถูกต้อง	ร้อยละ 100	
	การเชื่อมต่อกับ Facebook/Line	ระบบเชื่อมต่อ Line/Facebook ได้และเปิดได้สำเร็จ	ร้อยละ 100	
ร้อยละเฉลี่ยของการทดสอบ			ร้อยละ 100	

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบสารสนเทศสำหรับแม่ด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด ในภาพรวม ร้อยละเฉลี่ยของการทดสอบ จากการทดสอบทั้งหมด 4 ด้าน ๆ ละ 10 ครั้ง อยู่ที่ร้อยละ 100

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า 1) การเข้าสู่ระบบ พบว่า สามารถเข้าสู่ระบบและแสดงหน้าหลักได้ทันทีเมื่อข้อมูลที่ใช้อยู่ (ร้อยละ 100) และสามารถแจ้งเตือนเมื่อข้อมูลไม่ถูกต้อง ทำให้ไม่สามารเข้าสู่ระบบ (ร้อยละ 100) โดยไม่มีข้อผิดพลาด 2) การจัดการข้อมูลแม่ พบว่า สามารถเพิ่มข้อมูลแม่ใหม่, แก้ไขข้อมูลแม่ที่มีอยู่ และการลบข้อมูลแม่ออกจากระบบ โดยทั้งหมดดำเนินการได้อย่างถูกต้องและทันที (ร้อยละ 100) 3) การทดสอบการสแกนคิวอาร์โค้ด พบว่า สามารถสแกนคิวอาร์โค้ดผ่านสมาร์โฟนได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ (ร้อยละ 100) รวมทั้งในสภาพแสงน้อยก็ยังสามารถอ่านคิวอาร์โค้ดได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ร้อยละ 100) และ 4) การเชื่อมต่อข้อมูล พบว่า สามารถเชื่อมโยงข้อมูลคิวอาร์โค้ดกับ Google Maps เพื่อแสดงเส้นทางไปยังที่อยู่ของเจ้าของแม่ได้อย่างถูกต้อง (ร้อยละ 100) และยังสามารถเชื่อมต่อกับแพลตฟอร์มสื่อสังคมออนไลน์อย่าง Facebook และ Line ได้สำเร็จ (ร้อยละ 100)

5. อภิปรายผล

การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแม่ด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด ใช้แนวคิดวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ในการออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศของ โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2560) ซึ่งถือว่าเป็นแนวคิดที่ได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลาย ในการพัฒนาระบบสารสนเทศ โดยแนวคิด “วงจรการพัฒนาระบบ” จะเป็นการนำเสนอกระบวนการที่มีการทำงานตามลำดับและขั้นตอนอย่างเป็นระบบในการพัฒนาระบบสารสนเทศ โดยมีแนวทางและขั้นตอนในการดำเนินงานที่ชัดเจน สามารถปรับเปลี่ยนได้เพื่อให้มีความเหมาะสมกับบริบทในการพัฒนาระบบสารสนเทศ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนะวัชร จริยะภูมิ และรุ่งโรจน์ สุบรรณจ้อย ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบสั่งอาหารออนไลน์ ที่พบว่า การใช้ทฤษฎีวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) ในการออกแบบและพัฒนาระบบ ช่วยทำให้การพัฒนาระบบสั่งอาหารออนไลน์มีขั้นตอนที่ชัดเจน มีการวางแผนและพัฒนาที่ครอบคลุมทุกขั้นตอน ทำให้ระบบที่ได้มีประสิทธิภาพในการทำงานลดข้อผิดพลาด และอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานอย่างมาก (ธนะวัชร จริยะภูมิ และรุ่งโรจน์ สุบรรณจ้อย, 2560)

ระบบสารสนเทศสำหรับแม่ที่พัฒนาขึ้นนำมาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลประจำตัวสำหรับแม่ เพื่อช่วยเจ้าของแม่ ในการจัดการข้อมูลของแม่ และเจ้าของแม่ เช่น ชื่อ เพศ อายุ ประเภทของแม่ ชื่อ ที่อยู่ และโทรศัพท์ เจ้าของแม่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ จารุกิตติ์ สายสิงห์ ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบสนับสนุนและบริหารจัดการผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ที่พบว่า การพัฒนาเพื่อจัดการข้อมูลการผลิตและการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร โดยใช้เทคโนโลยีการจัดการข้อมูลและการประมวลผล ซึ่งช่วยให้เกษตรกรสามารถจัดการข้อมูลการผลิตและวางแผนการขายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างระบบเพื่อการตัดสินใจที่ดีขึ้น (จารุกิตติ์ สายสิงห์, 2563) เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดที่ติดอยู่บนปลอกคอแม่ สามารถสแกนผ่านโทรศัพท์มือถือ แบบสมาร์โฟน ทำให้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ได้ง่าย ช่วยเข้าถึงข้อมูลของแม่ และเจ้าของแม่ ทำให้ผู้ที่พบแม่สามารถติดต่อเจ้าของแม่หรือนำส่งแม่คืนเจ้าของได้สะดวกและรวดเร็ว สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิคม ลนขุนทด อัสภา วรรณกายนต์ สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม และ สุชาติ ดุมนิล ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด สำหรับข้อมูลผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชน ประเภทผักอินทรีย์ ที่พบว่า การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด สำหรับข้อมูลผักอินทรีย์ นั้น สามารถนำเสนอข้อมูลผักอินทรีย์ ที่ทำให้ผู้บริโภคได้รู้จักกับเกษตรกรผู้ผลิตสินค้า สร้างตัวเชื่อมโยง (Link) ข้อมูล โดยใช้คิวอาร์โค้ดเป็นสัญลักษณ์ ทำให้ง่ายในการเข้าถึงข้อมูลผักอินทรีย์ของเกษตรกร (นิคม ลนขุนทด อัสภา วรรณกายนต์ สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม และสุชาติ ดุมนิล, 2563) รวมถึงการประยุกต์ใช้ ควบคู่ไปกับการใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดในการจัดการข้อมูลระบุตัวตนของแม่มีส่วนช่วยให้ ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับแม่ด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด สามารถช่วยในการระบุตัวตนของ

แมว และเจ้าของแมว ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติกวิน ตาวงศ์ และพงศกร วงศ์กระจ่าง ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ด และ บาร์โค้ด บนฉลากยา พบว่า การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ด และ บาร์โค้ด สามารถช่วยในการสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของยา แนะนำรายละเอียดของยาแก่ผู้ป่วยได้เพื่อความถูกต้องและความปลอดภัยในการใช้ยามากขึ้น (กิตติกวิน ตาวงศ์ และพงศกร วงศ์กระจ่าง. 2560) ซึ่งสอดคล้องกับ จินห์นิกา แสงสุข (2565) ที่ได้ศึกษาในเรื่อง เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดกับการประยุกต์ใช้ในชีวิตวิถีใหม่ พบว่า เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมีการผสมผสานอย่างลงตัวเมื่อใช้งานร่วมโทรศัพท์เคลื่อนที่ ใช้งานง่าย สะดวกรวดเร็ว เหมาะสมกับทุกสาขาอาชีพ สุดแท้แต่ว่าจะนำไปประยุกต์หรือปรับใช้อย่างไรให้เหมาะสมกับงานนั้น ๆ

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรพิจารณาการขยายขอบเขตของระบบให้ครอบคลุมการจัดการข้อมูลสัตว์เลี้ยงชนิดอื่น เช่น สุนัข นก หรือสัตว์เลี้ยงที่มีลักษณะเฉพาะอื่น ๆ เพื่อเพิ่มความหลากหลายและสามารถนำไปใช้ในวงกว้างขึ้น

6.2 ควรมีการทดสอบระบบในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย หรือในกรณีที่สัตว์เลี้ยงสูญหาย เพื่อประเมินความสามารถในการใช้งานจริงในสถานการณ์ต่าง ๆ และปรับปรุงระบบให้เหมาะสมกับการใช้งานในชีวิตจริง

6.3 ควรพิจารณาการบูรณาการระบบกับเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น GPS เพื่อช่วยติดตามตำแหน่งของสัตว์เลี้ยงในกรณีที่สูญหาย หรือการเชื่อมต่อกับระบบคลาวด์เพื่อเพิ่มความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลและการสำรองข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าของบทความ เอกสาร ตำราและหนังสือ ที่ผู้วิจัยใช้ในการสืบค้น ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในด้านเอกสาร และสถานที่ในการวิจัย ขอขอบคุณตัวแทนผู้เลี้ยงแมวในจังหวัดสุรินทร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญในการวิจัย รวมไปถึงผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทรงคุณวุฒิต่าง ๆ ที่ให้คำแนะนำและเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี ขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

8. เอกสารอ้างอิง (References)

กิตติกวิน ตาวงศ์ และพงศกร วงศ์กระจ่าง. (2560). การประยุกต์ใช้ QR code และ Barcode บนฉลากยา. ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.

จารุกิตติ์ สายสิงห์. (2563, กรกฎาคม – ธันวาคม). “การพัฒนาระบบสนับสนุนและบริหารจัดการผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร”. วารสารเกษตรพระวร. 17(2) : 229-310.

จิตต์สุภา ฉิน (ชูชิ่ง). (2566). “เทคโนโลยีสัตว์เลี้ยง PeTech กำลังมาแรง”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.matichonweekly.com/column/article_227367. สืบค้น 20 ธันวาคม 2566.

จินห์นิกา แสงสุข. (2565, กรกฎาคม- ธันวาคม). “เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดกับการประยุกต์ใช้ในชีวิตวิถีใหม่”. วารสารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง ฉบับเทคโนโลยีการศึกษา. 6(2) : 1-13.

ตินาร์ บุญธรรม. (2566). “ตำราคูแมว”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://wow.in.th/2M20Q>. สืบค้น 22 ธันวาคม 2566.

ทรู มูฟ เฮช. (2566). “Pet Tracker อุปกรณ์ติดตามสัตว์เลี้ยง รุ่น GTS P34-4G”.

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.wemall.com/d/L91766448>. สืบค้น 23 กันยายน 2566.

ชนะวัชร จริยะภูมิ และรุ่งโรจน์ สุพรรณชัย. (2560, กรกฎาคม - ธันวาคม). “การพัฒนาระบบสั่งอาหารออนไลน์”.

วารสารเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. 2(2) : 6-15.

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2549). การวิจัยและวิเคราะห์ทางสถิติด้วย SPSS. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : วี.อินเตอร์ พรินท์.

นิคม ลนขุนทด, อัญญา วรรณกายนต์, สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม และ สุชาติ ดุมนิล. (2563). การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด สำหรับข้อมูลผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชน ประเภทผักอินทรีย์. สุรินทร์ : กองทุนสนับสนุนการวิจัย ปีงบประมาณ 2563 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

โมโกสมาร์ท. (2565). “10 แอปพลิเคชัน IoT สำหรับอุปกรณ์ติดตามสัตว์เลี้ยง”. [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก <https://www.mokosmart.com/th/iot-applications-for-pet-tracking-devices/>. สืบค้น 20 สิงหาคม 2566.

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2566). “QR Code คืออะไร”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://qrgo.page.link/Xp4Uk>. สืบค้น 22 ธันวาคม 2566.

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2560). การวิเคราะห์และออกแบบระบบ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

HOBBY QR . (2566). “Smart Tag One ป้ายชื่อหมาแมวอัจฉริยะ”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://hobbyqr.com/>. สืบค้น 24 กันยายน 2566.

9. คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการจัดเก็บข้อมูลประจำตัวของแมวและข้อมูลที่จำเป็นของเจ้าของแมว โดยใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด เข้ามาช่วยเพิ่มความสะดวกในเชื่อมโยงข้อมูล คิวอาร์โค้ดนี้ช่วยให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทันทีผ่านการสแกนคิวอาร์โค้ดที่ติดอยู่บนปลอกคอแมว ช่วยให้ผู้ที่พบแมวสามารถติดต่อเจ้าของแมวได้อย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้ยังเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในรูปแบบที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เลี้ยงสัตว์ในยุคดิจิทัล ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ไม่เพียงแต่จะช่วยเพิ่มความความสะดวกสบายและประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลเท่านั้น แต่ยังช่วยสร้างองค์ความรู้ใหม่ในด้านการนำเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดมาประยุกต์ใช้ในบริบทของการดูแลสัตว์เลี้ยง นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังมีความสำคัญต่อการพัฒนานวัตกรรมที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยหรือการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับสัตว์เลี้ยงประเภทอื่น ๆ ซึ่งจะช่วยให้อาณาเขตสัตว์เลี้ยงมีวิธีการจัดการและดูแลสัตว์เลี้ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมขนาดเล็ก ความเร็วรอบต่ำภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ดุสิต อุทิศสุนทร

สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

อีเมล : dusit.ut@bru.ac.th

วันที่รับบทความ 29 พฤษภาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 26 กันยายน 2567

วันตอบรับบทความ 8 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมขนาดเล็กความเร็วรอบต่ำ โดยการนำพลังงานลมซึ่งเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อมมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการผลิตไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อ : 1) ออกแบบสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลม 2) ทดสอบความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมแกนตั้งและแกนนอน ในการออกแบบสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นประกอบด้วยส่วนที่เคลื่อนที่มาจากแผ่นจานแม่เหล็กถาวร จำนวน 48 ก้อน หล่อด้วยเรซิน และขดลวดสเตเตอร์ ใช้ขดลวดทองแดงเบอร์ # 23 AWG. จำนวน 10 ขด จำนวนขดละ 1,500 รอบ จากนั้นทำการออกแบบใบพัดกังหันลมให้เหมาะสมกับความเร็วลมรอบต่ำ ประกอบด้วยกังหันลมแบบแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine) ประยุกต์ใช้พัดลมระบายอากาศของหลังคามิกลิบทั้งหมด 36 กลีบ มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 60 ซม. มีความสูงของใบที่ 50 เซนติเมตร และกังหันลมแบบแกนนอน (Horizontal axis Wind Turbine) สร้างจากท่อพลาสติกมีความยาวที่ต่างกันคือ ยาว 60 เซนติเมตร 80 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร จากนั้นทำการทดสอบเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สร้างขึ้น จากผลการทดลองจะเห็นค่าความแตกต่างของกังหันลมทั้งสองแบบในการผลิตไฟฟ้าที่แตกต่างกันพบว่า แรงดันไฟฟ้าของใบพัดแกนนอนขนาดความยาวใบพัด 80 เซนติเมตร สามารถผลิตไฟฟ้าได้ปริมาณสูงสุดที่ความสูง 6 เมตร ความเร็วลม 4 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบ 358 รอบต่อนาที ขนาดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 40.67 โวลต์ และต่ำสุดที่ความสูง 2 ม. ขนาดความยาวใบพัด 100 เซนติเมตร ความเร็วลม 1.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบ 167 รอบต่อนาที ขนาดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 13.41 โวลต์ ซึ่งจะแตกต่างกับกังหันลมผลิตไฟฟ้าแกนตั้งที่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ความสูง 6 เมตร ความเร็วลม 4 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบ 64 รอบต่อนาที ขนาดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 26.54 โวลต์ และต่ำสุดที่ความสูง 2 เมตร ความเร็วลม 1.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที ขนาดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 13.74 โวลต์ จากผลดังกล่าวเป็นแนวทางการพัฒนาพลังงานทดแทนโดยใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าต่อไป

คำสำคัญ : กังหันลมขนาดเล็ก เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ความเร็วลมต่ำ



Assessment of the Feasibility of Small Wind Turbines for Electricity Generation within Buriram Rajabhat University

Dusit Uthitsunthorn

Department of Electrical Engineering Technology, Faculty of Industrial Technology,
BuriramRajabhat University

E – mail : dusit.ut@bru.ac.th

Received 29 May 2024

Revised 26 September 2024

Accepted 8 October 2024

Abstract

This research attempted to study the feasibility of generating electricity with a small wind turbine at low wind speeds, by using wind energy, which is the clean energy, creating no pollution to environment for the best benefit for power generation. The objectives are: (1) to design and construct a wind generator and (2) to test the electricity-generating capability of both vertical and horizontal axis wind turbines. The generator design includes a moving component made up of 48 permanent magnet plates encased in resin, and a stator coil composed of 10 coils of #23 AWG copper wire, with 1,500 turns per coil. The wind turbine blades are optimized for low wind speeds. The vertical axis wind turbine (VAWT) features a roof ventilation fan with 36 blades, measuring 60 cm in diameter and 50 cm in height. The horizontal axis wind turbine (HAWT) is constructed from plastic pipes of varying lengths: 60 cm, 80 cm, and 100 cm. Comparative tests were conducted to assess the electricity generation of each turbine design. Experimental results show significant differences between the two turbine types in electricity production. The HAWT with 80 cm blades, operating at a height of 6 meters and a wind speed of 4 meters per second, achieved the highest power output, with a rotation speed of 358 rpm and a voltage of 40.67 volts. In contrast, the lowest output for the HAWT occurred with 100 cm blades at a height of 2 meters, a wind speed of 1.1 meters per second, a rotation speed of 167 rpm, and a voltage of 13.41 volts. The VAWT, by comparison, reached its peak performance at a height of 6 meters, with a wind speed of 4 meters per second, a rotation speed of 64 rpm, and a voltage of 26.54 volts. The lowest output for the VAWT was observed at a height of 2 meters, a wind speed of 1.1 meters per second, a rotation speed of 30 rpm, and a voltage of 13.74 volts. These findings provide valuable guideline for further development of renewable energy systems using wind turbine.

Keywords : small wind turbine, small generator, low wind speed

1. บทนำ

ในปัจจุบันพลังงานทดแทนเป็นพลังงานทางเลือกมีส่วนสำคัญในการเสริมความมั่นคงด้านพลังงานกันมากขึ้น พลังงานลมเป็นอีกพลังงานหนึ่งที่มีผู้สนใจเป็นอย่างมากในการนำมาผลิตไฟฟ้า โดยเฉพาะพื้นที่ชนบทห่างไกลระบบสายส่งไปไม่ถึงหมู่บ้านที่มีขนาดเล็ก 5 - 10 ครัวเรือน หรือตามไร่นาที่มีสิ่งปลูกสร้างที่ต้องการใช้ไฟฟ้าจะไม่คุ้มค่าในการลงทุนในการขยายสายส่งไฟฟ้า (ศรายุทธ วัยวุฒิ. 2556) ดังนั้นพลังงานลมจึงเป็นทางเลือกอย่างหนึ่งที่ค่อนข้างมั่นคงตามศักยภาพซึ่งเป็นพลังงานทดแทนที่ยั่งยืน สะอาด และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายจากการจัดหาพลังงานเหล่านั้น ทั้งนี้เพื่อให้พลังงานไฟฟ้าเพียงพอรองรับต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าพื้นฐานในชีวิตประจำวัน กังหันลมเป็นเครื่องจักรกลที่แปลงพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมให้เป็นพลังงานกลเพื่อขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในการผลิตกระแสไฟฟ้า สำหรับลมในประเทศไทยโดยเฉลี่ยต่ออยู่ในระดับ 1-5 เมตรต่อวินาที (วิรัช โยธินรินทร์. 2551) เพราะฉะนั้นในการติดตั้งกังหันลมต้องสังเกตความเร็วลม ทิศทาง เป็นต้น การออกแบบกังหันลมจึงต้องมีพื้นที่กวาดใบที่เหมาะสมสามารถดึงพลังงานได้พอต่อความต้องการการผลิตพลังงานไฟฟ้า จากความสำคัญของปัญหาดังกล่าวจึงนำพลังงานลมความเร็วต่ำมาใช้ประโยชน์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและประหยัดพลังงาน (พงษ์เทพ นามศิริ. 2552) ด้วยเหตุผลนี้จึงทำการศึกษารูปแบบสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมที่ความเร็วลมต่ำโดยทำการออกแบบใบพัดกังหันลมให้ได้ขนาดและกำลังการผลิตที่เหมาะสม (ไมตรี พลสงคราม และคณะ. 2557) และเปรียบเทียบกังหัน 2 แบบ คือกังหันลมผลิตไฟฟ้าแกนตั้งใบพัดทำจากสังกะสี และกังหันลมผลิตไฟฟ้าแกนนอนใบพัดทำจากท่อพลาสติก ทำการศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดพลังงานลม เปรียบเทียบผลการทดลองความสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วทำการเก็บสะสมพลังงานลงแบตเตอรี่เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดขนาดเล็ก ราคาถูก (เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์. 2556) โดยชิ้นส่วนสามารถหาได้เองภายในประเทศ กลไกไม่ซับซ้อน เหมาะแก่พื้นที่ห่างไกล

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อออกแบบสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลม
- 2.2 เพื่อทดสอบความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของกังหันลมแกนตั้งและแกนนอน

3. วิธีการวิจัย

ในการออกแบบสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้ามีวิธีการดำเนินงานและศึกษาข้อมูล ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกังหันลมมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ทฤษฎีพลังงานลม

การใช้ประโยชน์จากพลังงานลมโดยทั่วไปมีวัตถุประสงค์หลักคือการสูบน้ำและการผลิตไฟฟ้า พลังงานจลน์ที่เกิดจากลมนั้นเกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ (Wood, 2011) สามารถพิจารณาการเคลื่อนที่ของลมในรูปของสมการของพลังงานจลน์ (Hau. 2013) ดังสมการที่ (1)

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1)$$

เมื่อ E_k = พลังงานจลน์ (J)
 m = มวลของวัตถุ (kg)
 v = ความเร็ว (m/s)

เนื่องจากการเคลื่อนที่ของอากาศในช่วงหน่วยเวลาจะทำให้ลมในรูปของพลังงานจลน์เปลี่ยนเป็นกำลังงานลม P_w สามารถหาค่าได้ดังสมการที่ (2)

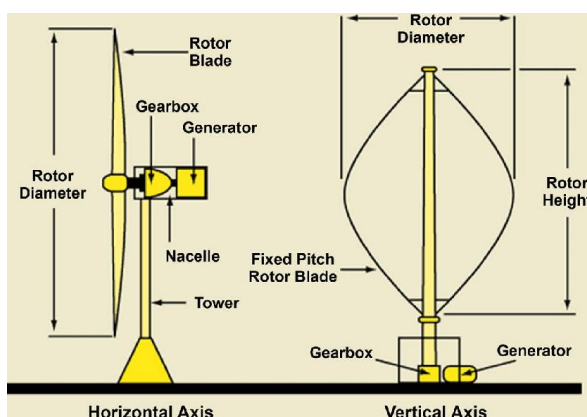
$$P_w = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\rho Av^3 \quad (2)$$

เมื่อ P_w = กำลังลม (w)
 m = อัตราการไหลมวลของอากาศ
 ρ = ความหนาแน่นของอากาศ = 1.225 kg/m³
 v = ความเร็วลม (m/s)
 A = พื้นที่หน้าตัดรับลม (m²)

จากสมการที่ (1) และ (2) แสดงความสัมพันธ์ของความเร็วลมในรูปพลังงานจลน์เมื่อมากระทำต่อพื้นที่ใบพัดรับลมแล้วจะทำให้เกิดกำลังลมไปหมุนใบพัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จากหลักการดังกล่าวจึงนำแนวคิดมาออกแบบสร้างใบพัดกังหันลม (ธนวัฒน์ อัครชัยพันธุ์. 2556)

3.2 กังหันลม (Wind Turbine)

กังหันลมเป็นเครื่องจักรกลที่สามารถรับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมให้เป็นพลังงานกลได้ จากนั้นนำพลังงานกลมาใช้ประโยชน์ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการออกแบบกังหันลมอาศัยหลักการด้านพลศาสตร์ของลมและหลักวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ได้กำลังงาน พลังงาน และประสิทธิภาพ โดยทั่วไปกังหันลมจะมีลักษณะและรูปร่างแตกต่างกัน สามารถจำแนกตามลักษณะแนวแกนหมุนของกังหันจะได้ 2 แบบ คือ กังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbine) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบ โดยมีใบพัดเป็นตัวตั้งฉากกับแรงลม (Wright, A. K., & Wood, D. H.. 2004) มีการนำมาใช้งานมากในปัจจุบันเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานสูงแต่ต้องติดตั้งบนเสาที่มีความสูงมาก และ กังหันลมแนวแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine) ลักษณะใบพัดตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบซึ่งสามารถรับลมได้ทุกทิศทางและติดตั้งอยู่ในระดับต่ำ (Eid, A. M., et al. 2006) และ (Saad, M. M., & Asmuin, N.. 2014) ข้อดีของกังหันลมแกนตั้งคือ สามารถรับลมได้ทุกทิศทาง

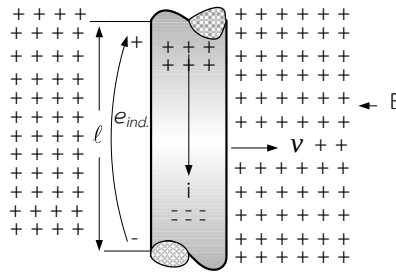


รูปที่ 2 กังหันลมแบบแกนนอนและแกนตั้ง (Islam, S. M., et al. 2018)

3.3 แรงดันเหนี่ยวนำบนตัวนำเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก

แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำบนตัวนำจะเกิดขึ้นเมื่อตัวนำเคลื่อนที่ที่ตัดกับเส้นแรงแม่เหล็กจะเกิดแรงดันเหนี่ยวนำในตัวนำ (ธวัชชัย อัครชัยพันธุ์กุล, 2546) ขนาดของแรงดันเหนี่ยวนำแปรผันตามความหนาแน่น ความยาว และความเร็ว

ของการเคลื่อนที่สามารถหาได้จากสมการที่ 3 แสดงลักษณะตัวนำเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก (Chapman, S. J., 1992. p. 305) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวนำเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก (Chapman, S. J., p. 305)

$$e_{ind.} = B\ell v \sin \theta \quad (3)$$

เมื่อ	$e_{ind.}$	คือ แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V)
	B	คือ ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก (Wb/m ²)
	ℓ	คือ ความยาวของลวดตัวนำ (m)
	v	คือ ความเร็วลม (m/s)

3.4 การออกแบบสร้างระบบการผลิตไฟฟ้าพลังงานลม

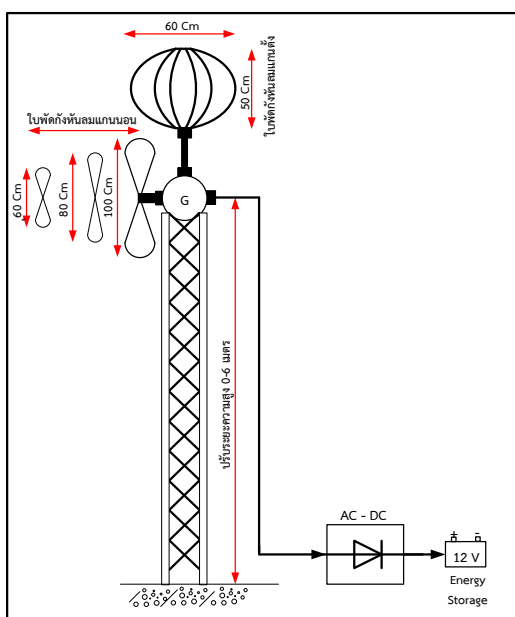
งานวิจัยนี้ทำการออกแบบสร้างใบพัดกังหันลมแกนนอนนั้นมี 3 ใบ ใบพัดมีความยาว 3 ขนาด ทำจากท่อพลาสติก (PVC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว โดยมีความยาวใบพัดตั้งแต่ 60 ซม. 80 ซม. และ 100 ซม. แกนนอนจะหมุนรอบไปกับพื้น ดังรูปที่ 3 ส่วนกังหันลมแกนตั้งประยุกต์ใช้พัดลมระบายอากาศของหลังคามีกลิบทั้งหมด 36 กลิบ มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 60 ซม. มีความสูงของใบที่ 50 ซม. แกนหมุนจะหยายขึ้นฟ้าเพื่อให้แกนตั้งรับลมดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 ลักษณะการออกแบบใบพัดกังหันลมแบบแกนนอน



รูปที่ 4 ลักษณะการออกแบบใบพัดกังหันลมแบบแกนตั้ง



รูปที่ 5 การจำลองระบบผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมขนาดเล็ก

ระบบที่ใช้ทดสอบกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้นทำการติดตั้งเสาปรับระดับความสูงตั้งแต่ระยะ 0 – 6 เมตร เพื่อวัดความเร็วลมโดยเปรียบเทียบผลการทดลองใบพัดกังหันลมทั้ง 2 แบบ จากนั้นออกแบบสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งส่วนที่เคลื่อนที่ (Rotor) ทำจากแผ่นวงกลมจากแม่เหล็กถาวรทั้งหมด 48 ก้อน เจาะรูจัดวางขั้วเหนือและใต้สลับกันหล่อด้วยเรซิน ดังรูปที่ 6 ส่วนขดลวดสเตเตอร์ (Stator) ใช้การพันขดลวดทองเบอร์ #23 AWG. จำนวน 10 ขดลวดแต่ละขดมีจำนวน 1,500 รอบ ต่อแบบสตาร์ (อำพล สีดาดี และ ศรายุทธ วิทยวุฒิ, 2552) เมื่อเกิดการหมุนที่แกนเพลาทำหน้าที่รับแรงจากใบพัดกังหันลมตัดผ่านแม่เหล็กอยู่จึงผลิตไฟฟ้ากระแสสลับออกมาปลายสายต่อเข้ากับเพาเวอร์ไดโอดบริดจ์เรกติไฟเออร์ เพื่อเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 6 เครื่องกำเนิดจากจานแม่เหล็กถาวรที่หล่อเสร็จแล้ว

4. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาความเร็วลมในเดือนสิงหาคม 2566 บริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ระดับความสูงระดับต่างๆ และทดสอบความเร็วลมภายในห้องปฏิบัติการกองอาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยการแบ่งระยะห่างที่ต่างกัน ซึ่งจะมีผลการทดสอบที่แตกต่างกันออกไปตามระยะ ความสูง สถานที่ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาแรงลมออกมาเพื่อนำไปสู่การทดสอบการหมุนของใบพัดของกังหันลมทั้งสองชนิดประกอบด้วย กังหันลมแกนตั้งและกังหันลมแกนนอน เพื่อหารูปแบบใบพัดที่เหมาะสมในการนำมาขับเคลื่อนชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูปที่ 7 การทดสอบบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

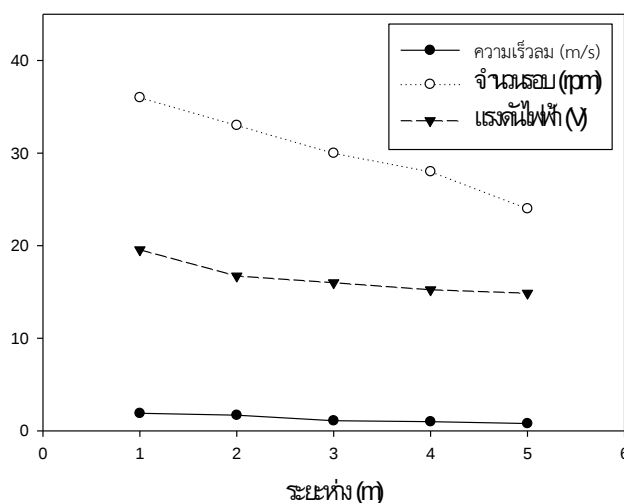
ในการทดสอบหาความเร็วลมเพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่สร้างขึ้นนั้น ใช้ผู้วิจัยใช้บริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ดังรูปที่ 7 จะเป็นสถานที่โล่งกระแสลมผ่านได้ดี มีลมพัดผ่านตลอดเวลา ไม่มีอาคารหรือต้นไม้บังลมไว้ จึงเหมาะแก่การทำการทดสอบหาความเร็วลม โดยทำการวัดวัดความเร็วลมตามระยะความสูงจาก 2 เมตร ถึง 6 เมตร ซึ่งมีผลการทดสอบกังหันลมทั้ง 2 แบบ ประกอบด้วย

5.1 ผลการทดสอบหาแรงดันไฟฟ้าในสถานที่จริงและในห้องปฏิบัติการของกังหันลมผลิตไฟฟ้าแกนตั้ง

ในการทดสอบหาแรงดันไฟฟ้ากังหันลมแกนตั้งภายในห้องปฏิบัติการที่กองอาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยใช้กระแสลมจากพัดลมพัดผ่านมายังกังหันลมตามระยะที่ห่างจากพัดลม 1 เมตร ถึง 5 เมตร โดยวัดความเร็วลมควบคู่กับการวัดแรงดันไฟฟ้า ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงการวัดแรงดันไฟฟ้ากักเก็บในถังเก็บน้ำในห้องปฏิบัติการ



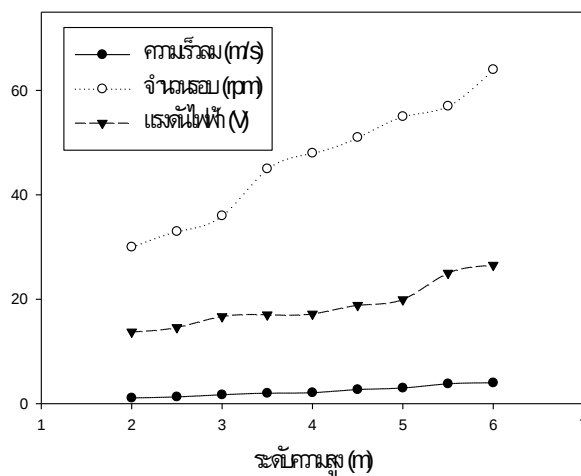
รูปที่ 9 ผลการทดสอบกักเก็บน้ำในถังเก็บน้ำในห้องปฏิบัติการ

จากการทดลองหาแรงดันไฟฟ้ากักเก็บในถังเก็บน้ำในห้องปฏิบัติการที่กองอาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ในรูปที่ 9 จะเห็นได้ว่า ระยะห่างของพัดลมอยู่ใกล้กักเก็บน้ำที่ระยะทาง 1 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.9 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 36 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าที่ 19.55 โวลต์ แต่เมื่อระยะทางที่ 5 เมตร มีความเร็วลมลดลงเท่ากับ 0.8 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 24 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าลดลงเท่ากับ 14.87 โวลต์

ในการทดสอบหาแรงดันไฟฟ้ากักเก็บน้ำในสถานที่จริงสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยทำการวัดค่าตามระดับความสูงที่กำหนด กระแสลมที่พัดผ่านจะมีในทุกทิศทางจึงทำให้กักเก็บน้ำสามารถผลิตไฟฟ้าออกมาค่อนข้างดี ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงการวัดแรงดันแรงดันไฟฟ้ากั้นล้มแกดตั้งในสนามกีฬามหาวิทยาลัย



รูปที่ 11 ผลการทดสอบกั้นล้มแกดตั้งภายในสนามกีฬามหาวิทยาลัย

จากการทดลองหาแรงดันไฟฟ้ากั้นล้มแกดตั้งบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ในรูปที่ 11 จะเห็นได้ว่า ที่ความสูง 2 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 30 รอบต่อนาที จะได้แรงดันไฟฟ้า 13.74 โวลต์ แต่เมื่อความสูงของกั้นล้มที่ 6 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 4.0 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 64 รอบต่อนาที จะได้แรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 26.54 โวลต์

5.2 ผลการทดสอบหาแรงดันไฟฟ้าในสถานที่จริงและในห้องปฏิบัติการของกั้นล้มผลิตไฟฟ้าแกนนอน

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแกนนอนที่มีความยาว 3 ขนาด ในห้องปฏิบัติการ กองอาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ดังรูปที่ 12 และบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ดังรูปที่ 13 มีรายละเอียดดังนี้



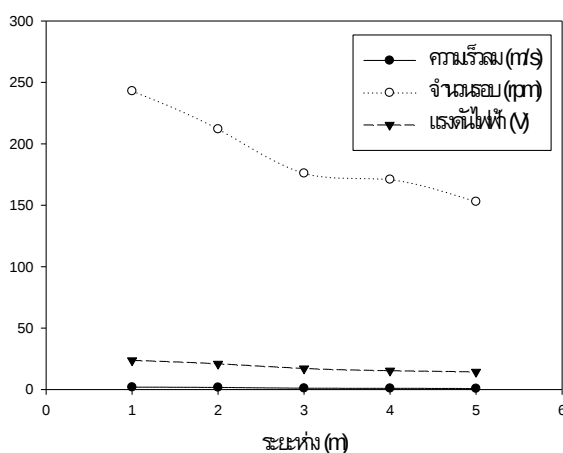
รูปที่ 12 การทดสอบกังหันลมแกนนอนในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 13 การทดสอบแรงดันไฟฟ้าบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ของกังหันลมแกนนอน

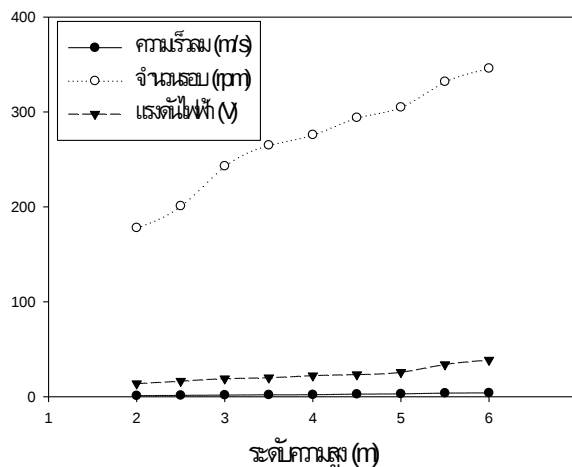
5.2.1 การทดสอบหาแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 60 ซม.

ในการทดสอบการวัดความเร็วลมและแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 60 ซม. ในห้องปฏิบัติการโดยทำการวัดค่าตามระดับความสูงที่กำหนด



รูปที่ 14 ผลการทดสอบกังหันลมแกนนอนความยาวของใบพัดที่ 60 ซม. ในห้องปฏิบัติการ

จากผลการทดลองของแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 60 ซม. ภายในห้องปฏิบัติการกองอาคาร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ในรูปที่ 14 จะเห็นได้ ระยะห่างของพัดลมอยู่ใกล้กังหันลมที่ระยะทาง 1 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.9 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 243 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 23.70 โวลต์ แต่เมื่อมีระยะห่างจากพัดลมที่ 5 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 0.8 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 153 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 14.37 โวลต์



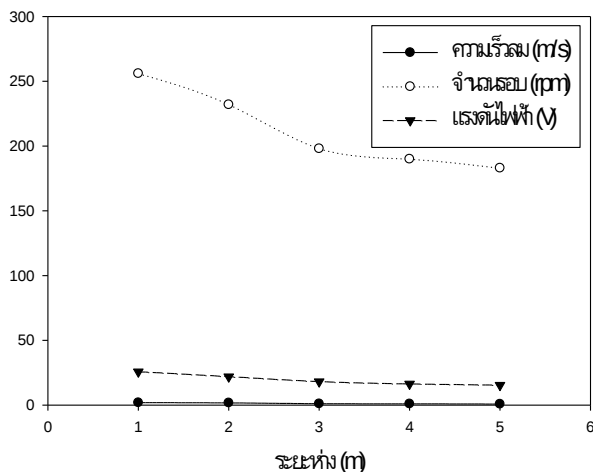
รูปที่ 15 การทดสอบกังหันลมแกนนอนความยาวของใบพัดที่ 60 ซม. บริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัย

จากผลการทดลองหาแรงดันไฟฟ้าบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 60 ซม. ในรูปที่ 15 จะเห็นได้ว่า ที่ระดับความสูง 2 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 178 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 13.78 โวลต์ แต่เมื่อมีความสูงที่ 6 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 4.0 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 346 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 38.67 โวลต์

5.2.2 การทดสอบหาแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 80 ซม.

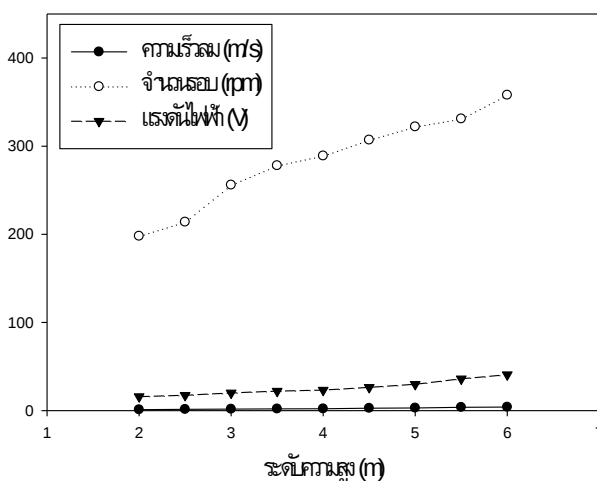
ในการทดสอบการวัดความเร็วลมและแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 80 ซม. ในห้องปฏิบัติการและสถานที่จริงสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยทำการวัดค่าตามระดับความสูงที่กำหนด

จากผลการทดลองหาแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 80 ซม. ภายในห้องปฏิบัติการกองอาคาร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ในรูปที่ 16 จะเห็นได้ ระยะห่างของพัดลมอยู่ใกล้กังหันลมที่ระยะทาง 1 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.9 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 256 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 25.70 โวลต์ แต่เมื่อมีระยะห่างที่ 5 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 0.8 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 183 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 15.37 โวลต์



รูปที่ 16 การทดสอบกังหันลมแกนนอนความยาวของใบพัดที่ 80 ซม.ในห้องปฏิบัติการ

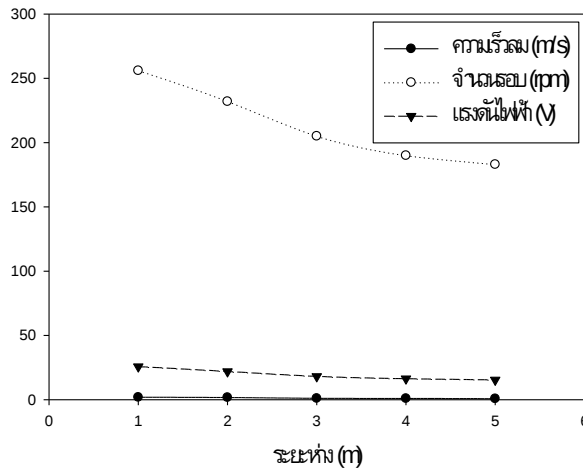
จากผลการทดลองหาแรงดันไฟฟ้าบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 80 ซม. ในรูปที่ 17 จะเห็นได้ว่า ที่ระดับความสูง 2 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 198 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 15.78 โวลต์ แต่เมื่อมีความสูงที่ 6 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 4.0 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 358 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 40.67 โวลต์



รูปที่ 17 การทดสอบกังหันลมแกนนอนความยาวของใบพัดที่ 80 ซม. ภายในสนามกีฬามหาวิทยาลัย

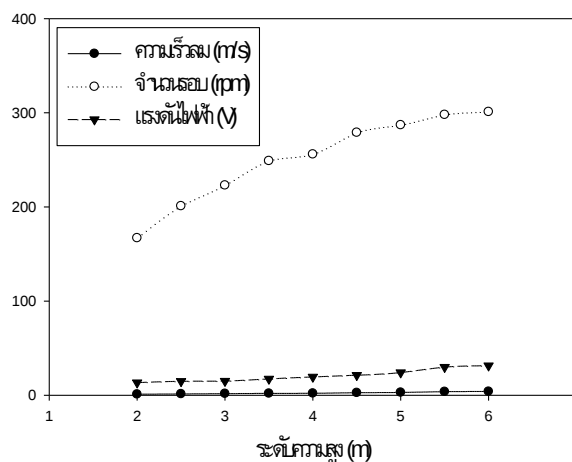
5.2.3 การทดสอบหาแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 100 ซม.

ในการทดสอบการวัดความเร็วลมและแรงดันไฟฟ้าของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 100 ซม. ในห้องปฏิบัติการและบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยทำการวัดค่าตามระดับความสูงที่กำหนด



รูปที่ 18 การทดสอบกังหันลมแกนนอนความยาวของใบพัดที่ 100 ซม. ในห้องปฏิบัติการ

จากตารางผลการทดลองหาแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 100 ซม. ภายในห้องปฏิบัติการกองอาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ในรูปที่ 18 จะเห็นได้ ระยะห่างของพัดลมอยู่ใกล้กังหันลมที่ระยะทาง 1 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.9 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 256 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 25.70 โวลต์ แต่เมื่อมีระยะห่างจากพัดลมที่ 5 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 0.8 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 183 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 15.37 โวลต์



รูปที่ 19 การทดสอบกังหันลมแกนนอนความยาวของใบพัดที่ 100 ซม. บริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัย

จากผลการทดลองหาแรงดันไฟฟ้าบริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ของกังหันลมแกนนอนที่มีขนาดความยาวของใบพัดที่ 100 ซม. ในรูปที่ 19 จะเห็นได้ว่า ที่ระดับความสูง 2 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 167 รอบต่อนาที จะมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 13.41 โวลต์ แต่เมื่อมีความสูงที่ 6 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 4.0 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 301 รอบต่อนาที มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 31.45 โวลต์

5. อภิปรายและสรุปผล

จากผลการทดลองการสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าความเร็วต่ำภายใต้การทำงานโดยลมธรรมชาติภายในพื้นที่บริเวณสนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ความเร็วลมมีค่าเท่ากับ 1.1 – 4.0 เมตรต่อวินาที พบว่ากังหันลมแบบแกนนอนขนาด 3 ใบพัด มีความยาวใบพัด 60 เซนติเมตร 80 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร เมื่อระดับความสูงมีค่าเพิ่มขึ้นทำให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้นตามด้วยมีกำลังลมในการหมุนใบพัด ซึ่งใบพัดขนาดความยาว 80 เซนติเมตรสามารถผลิตไฟฟ้าได้ปริมาณสูงสุดที่ความสูง 6 เมตร ความเร็วลม 4 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบ 358 รอบต่อวินาที ขนาดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 40.67 โวลต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกังหันลมแกนตั้ง ที่ความสูง 2 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 1.1 เมตรต่อวินาที จำนวนรอบเท่ากับ 30 รอบต่อวินาที มีแรงดันไฟฟ้า 13.74 โวลต์ แต่เมื่อเพิ่มความสูงของกังหันระดับเดียวกันที่ 6 เมตร มีความเร็วลมเท่ากับ 4.0 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบเท่ากับ 64 รอบต่อวินาที มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 26.54 โวลต์ ดังนั้นกังหันลมแบบแกนนอนสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้ามากกว่ากังหันลมแบบแกนตั้งสอดคล้องกับ Wright & Wood (2004) และ Wood (2011) เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นกระทำต่อพื้นที่หน้าตัดรับลมทำให้มีแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามด้วยดังสมการที่ (3) จะเห็นได้ว่าใบพัดกังหันแบบแกนนอนที่เหมาะสมมีความยาว 60-80 ซม. สามารถใช้งานกับสภาพจริงในความเร็วลมรอบต่ำที่ 2-4 เมตรต่อวินาที ซึ่งเหมาะกับเกษตรกรครัวเรือนขนาดเล็กและขนาดกลางดังการศึกษาของ วิรัชย์ โรยรินทร์ (2551) เพื่อเก็บสะสมพลังงานเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรงไปชาร์จแบตเตอรี่ จากผลดังกล่าวกังหันลมนี้สามารถชาร์จแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ ภายใน 4-6 ชั่วโมง ใกล้เคียงแนวคิดของ เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์ (2556) กังหันลมความเร็วต่ำมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าที่ไม่สูงนัก โดยเน้นการผลิตไฟฟ้าเหมาะที่นำมาใช้ประโยชน์กับการติดตั้งโหลดขนาดเล็กในชุมชนที่ขาดแคลนไฟฟ้าใช้ในชีวิตประจำวัน

6. ข้อเสนอแนะ

การออกแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าสามารถใช้งานในระดับความเร็วลม 2-4 เมตรต่อวินาที แต่ที่ความยาว 100 ซม. นั้นทำให้ใบพัดบิดเบี้ยวและหักเมื่อเจอลมแรงๆ ซึ่งกังหันลมนี้เหมาะกับเกษตรกรครัวเรือนขนาดเล็กและขนาดกลาง ในการออกแบบควรเพิ่มจำนวนของแม่เหล็กและจำนวนรอบของขดลวดเพื่อให้ขนาดแรงดันไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น นอกจากนั้นควรใช้เสาหลักที่มั่นคงและมีระดับความสูงที่แตกต่างสามารถทนทานกับสภาวะของแรงลมที่มากกระหน่ำ นอกจากนั้นกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมามีราคาถูกกว่ากังหันลมที่จำหน่ายในปัจจุบัน

7. เอกสารอ้างอิง

- ธนพัฒน์ อัครชัยพันธุ์. (2556). การออกแบบและทดสอบใบกังหันลมแกนตั้งความเร็วลมต่ำ โดยการจำลองพลศาสตร์ของไหล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- รัชชัย อัครชัยพันธุ์. (2546). เครื่องกลไฟฟ้า 1. ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ.
- พงษ์เทพ นามศิริ. (2552). การประยุกต์ใช้กังหันลมขนาดเล็ก 200 W เพื่อผลิตพลังงานทดแทนบนโซลาร์กรณศึกษาของบริษัท Katoen Natie Services. การศึกษาอิสระปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ไมตรี พลสงคราม, ปรีชา ชันติโกมล, และ ภัสสฤษฎ์ วิฑิตมหัทธกุล. (2557). “การศึกษาเชิงทดลองต้นแบบกังหันลมแกนตั้งแบบใบปรับมุมพิชต์ด้วยกลไกแบบ 4 ชั้น”. การประชุมวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 7. ประจวบคีรีขันธ์. (642-649).
- วิรัชย์ โรยรินทร์. (2551). การพัฒนาสาธิต ต้นแบบเทคโนโลยีกังหันลมผลิตไฟฟ้าความเร็วลมต่ำ. รายงานการศึกษาวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

- ศรายุทธ ้วยวุฒิ. (2556). “การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมความเร็วต่ำเพื่อใช้ในบ้านสำหรับชุมชนไร้สายส่ง”. วารสารวิจัย มสค. SUD Res.J. 6 (1) : 25-36.
- เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์. (2556). กังหันลมผลิตไฟฟ้าสำหรับการส่องสว่างภายนอกอาคาร. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- อำพล สีดาดี และ ศรายุทธ ้วยวุฒิ. (2552). “การผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมความเร็วต่ำสำหรับชุมชนกรณีศึกษาจังหวัด พิษณุโลก”. การประชุมเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2. ธันวาคม 2551. วิทยาลัยพลังงานทดแทน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 22-23
- Chapman, S. J. (1992). **Electric machinery fundamentals (2nd ed.)**. McGraw-Hill.
- Eid, A. M., Abdel-Salam, M., & Abdel-Rahman, M. T. (2006). “Vertical-axis wind turbine modeling and performance with axial-flux permanent magnet synchronous generator for battery charging applications”. **Eleventh International Middle East Power Systems Conference**, (pp. 162-166). El-Minia, Egypt.
- Hau, E. (2013). **Wind turbines: Fundamentals, technologies, application, economics**. Springer-Verlag.
- Islam, S. M., Nayar, C. V., Abu-Siada, A., & Hasan, M. M. (2018). “Power electronics for renewable energy sources. In Power electronics handbook”. **Butterworth-Heinemann**. (4th ed., pp. 783-827).
- Saad, M. M., & Asmuin, N. (2014). “Comparison of horizontal axis wind turbines and vertical axis wind turbines”. **IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)**, 4 (8) : 27-30.
- Wood, D. (2011). **Small wind turbines: Analysis, design, and application**. Springer.
- Wright, A. K., & Wood, D. H. (2004). “The starting and low wind speed behavior of a small horizontal axis wind turbine”. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**. 92 (14-15) : 1265-1279.

การศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรง ชนิดไร้แปรงถ่านของจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง

โชคติ ปัตนา^{1*} อานนท์ มุงวงษา²
วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม^{1 2*}
อีเมล : Patna1879@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 5 สิงหาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 12 พฤศจิกายน 2567

วันตอบรับบทความ 18 พฤศจิกายน 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านในจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อดัดแปลงจักรยานธรรมดาให้ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน 2) เพื่อศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ที่ความเร็วระดับต่างๆ และ 3) เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการซื้อจักรยานไฟฟ้า หลังจากที่มีการออกแบบและทำการติดตั้งชุดอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องมือวัดของรถจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง ซึ่งการทดลองใช้ภาระโหลดที่ 40, 30 และ 20 กิโลกรัม ที่ความเร็ว 10, 15, และ 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในการทดสอบครั้งนี้เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้และการหาค่ากำลังไฟฟ้าของมอเตอร์

ผลจากการทดลองพบว่า มอเตอร์ใช้กระแสมากที่สุดที่ภาระโหลด 40 กิโลกรัม (1.44 แอมป์แปร์) รองลงมาที่ 30 กิโลกรัม (1.38 แอมป์แปร์) และ 20 กิโลกรัม (1.22 แอมป์แปร์) ตามลำดับ สำหรับการหาค่ากำลังไฟฟ้ามอเตอร์ใช้กำลังไฟฟ้ามากที่สุดที่ภาระโหลด 40 กิโลกรัม (29.37 วัตต์) รองลงมาที่ 30 กิโลกรัม (28.15 วัตต์) และ 20 กิโลกรัม (24.88 วัตต์) ตามลำดับ การวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการดัดแปลงจักรยานธรรมดาด้วยมอเตอร์ไร้แปรงถ่านสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในหลายด้าน ได้แก่ ลดต้นทุนในการซื้ออุปกรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับจักรยานไฟฟ้าสำเร็จรูป ช่วยให้สามารถประหยัดพลังงานเมื่อใช้งานในภาระและความเร็วที่เหมาะสม ลดความถี่ในการชาร์จไฟฟ้า ลดค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษา เนื่องจากมอเตอร์ไร้แปรงถ่านมีโครงสร้างที่เรียบง่าย และยังมีอายุการใช้งานของจักรยาน ช่วยลดความจำเป็นในการซื้อจักรยานใหม่

คำสำคัญ : จักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง มอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน การใช้พลังงานไฟฟ้า

Study of Electrical Energy Consumption of Brushless DC motors modified electric bicycle batteries

Chokdee Patna^{1*}, Anon Mungwongsa²

That Phanom College, Nakhon Phanom University^{1 2*}

E – mail : Patna1879@gmail.com^{1*}

Received 5 August 2024

Revised 12 November 2024.

Accepted 18 November 2024

Abstract

This research investigates the electrical energy consumption of a brushless DC motor in a modified electric bicycle, with three objectives: 1) to convert a conventional bicycle to be powered by a brushless DC motor, 2) to study the motor's energy consumption rate at different speeds, and 3) to reduce costs compared to purchasing a commercially available electric bicycle. After designing and installing the electric drive system and measuring instruments on the modified electric bicycle, experiments were conducted using load weights of 40, 30, and 20 kilograms at speeds of 10, 15, and 20 kilometers per hour. The aim was to measure the current and electrical power consumption of the motor under these conditions.

The results indicate that the motor consumed the highest current with a 40 kg load (1.44 A), followed by 30 kg (1.38 A) and 20 kg (1.22 A). In terms of power consumption, the motor required the most power under a 40 kg load (29.37 W), followed by 30 kg (28.15 W) and 20 kg (24.88 W). This research suggests that converting a conventional bicycle with a brushless DC motor can help reduce costs in several areas, including lowering the initial equipment cost compared to buying a pre-built electric bicycle, conserving energy when operated at appropriate loads and speeds, reducing the frequency of recharging, and lowering maintenance expenses due to the simple structure of brushless DC motors. Furthermore, it extends the bicycle's lifespan, reducing the need to purchase a new one.

Keywords : Modified Electric Bicycle, Brushless DC Motor, Electrical Energy Consumption

1. บทนำ

ในสภาวะปัจจุบัน ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงได้ปรับตัวขึ้นอย่างมาก และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลมาจากหลายปัจจัย เช่น การเติบโตของจำนวนประชากรและการขยายตัวของอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้พลังงานมากขึ้น การใช้รถยนต์หรือเครื่องจักรที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทำให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีอยู่ลดลง นอกจากนี้ การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเหล่านี้ยังเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม เช่น การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีส่วนในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเกิดปรากฏการณ์โลกร้อน (นะโม ขวลิขิต, 2566) แนวคิดเกี่ยวกับพลังงานทดแทนได้รับความสนใจในปัจจุบันเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นพลังงานสะอาดที่สามารถนำมาใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงและลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอย่างจำกัด พลังงานทดแทนที่ได้รับความนิยมและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง คือ พลังงานไฟฟ้าและพลังงานแสงอาทิตย์ การใช้พลังงานทดแทนมีข้อดีหลายประการ เช่น ลดมลพิษทางอากาศ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานในระยะยาว

จักรยานไฟฟ้าเป็นหนึ่งในยานพาหนะที่ประชาชนใช้เป็นพลังงานทดแทน โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านมาเป็นตัวขับเคลื่อนและใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานแทน จักรยานไฟฟ้ามีข้อดีหลายประการ เช่น ไม่ปล่อยไอเสีย ลดเสียงรบกวน และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางในระยะยาว ซึ่งปัจจุบันจักรยานไฟฟ้ามีความต้องการเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ แต่ยังมีข้อจำกัดเรื่องราคาที่ค่อนข้างแพง ทำให้ประชาชนทั่วไปไม่สามารถซื้อมาใช้งานได้ (วีรยุทธ เต็มสวัสดิ์, 2562)

จากเหตุผลดังกล่าวทางผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญและปัญหาของการดัดแปลงรถจักรยานธรรมดาที่ประชาชนมีอยู่แล้วนำมาดัดแปลงเป็นจักรยานไฟฟ้าขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์ศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านของจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลงตามภาระโหลดที่ความเร็วระดับต่าง ๆ ที่สามารถวิ่งได้เพื่อใช้เป็นตัวเลือกในการตัดสินใจในการสร้างจักรยานไฟฟ้ามาใช้งาน และเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อจักรยานไฟฟ้าที่มีราคาสูง

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อปรับเปลี่ยนจักรยานธรรมดาให้สามารถขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน
- 2.2 เพื่อศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านภายใต้ภาระโหลด และความเร็วระดับต่าง ๆ
- 2.3 เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อจักรยานไฟฟ้าที่มีราคาสูง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านของจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย

- 3.1.1 จักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง
- 3.1.2 ตารางแสดงผลการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า
- 3.1.3 กราฟแสดงผลการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.2.1 รถจักรยานผู้วิจัยได้นำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านเข้ามาใช้ในการสร้าง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดปัญหา ผู้วิจัยได้ทราบปัญหาในในสภาวะปัจจุบัน ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงได้ปรับตัวขึ้นอย่างมาก และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลมาจากหลายปัจจัย เช่น การเติบโตของจำนวนประชากรและการขยายตัวของอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้พลังงานมากขึ้น การใช้รถยนต์หรือเครื่องจักรที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทำให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีอยู่ลดลง นอกจากนี้ การใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงเหล่านี้ยังเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม เช่น การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีส่วนในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเกิดปรากฏการณ์โลกร้อนแนวคิดเกี่ยวกับพลังงานทดแทนได้รับความสนใจในปัจจุบันเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นพลังงานสะอาดที่สามารถนำมาใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงและลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอย่างจำกัด พลังงานทดแทนที่ได้รับความนิยมและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง คือ พลังงานไฟฟ้าและพลังงานแสงอาทิตย์ การใช้พลังงานทดแทนมีข้อดีหลายประการ เช่น ลดมลพิษทางอากาศ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานในระยะยาว

2) การรวบรวมข้อมูล การรวบรวมข้อมูลในการออกแบบและสร้างรถจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง ผู้วิจัยได้รวบรวมปัญหาที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของประชาชนที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงโดยพบปัญหาน้ำมันเชื้อเพลิงได้ปรับตัวสูงขึ้นอย่างมาก และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการสร้างรถ จักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง ที่ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน ขึ้นมาจึงเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาคือช่วยลดการใช้พลังงานน้ำมันเชื้อเพลิงและช่วยนำรถจักรยานที่ไม่ได้ใช้แล้วกลับมาดัดแปลงใช้ใหม่ให้เป็นประโยชน์ต่อไป

3) เลือกวิธีการ ในการเลือกวิธีการผู้วิจัยได้เลือกวิธีการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านขึ้นมาเพื่อปรับเปลี่ยนจักรยานธรรมดาให้สามารถขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน

4) ออกแบบและปฏิบัติการ ในการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์มีขั้นตอนในการดำเนินการ โดยเริ่มจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและการติดตั้งอุปกรณ์รถจักรยานไฟฟ้า ต่าง ๆ โดยมีขั้นตอนออกแบบและสร้าง ดังต่อไปนี้

(1) การร่างแบบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการร่างและแบบการติดตั้งโดยใช้ดินสอร่างแบบของเครื่องต้นแบบที่ต้องการ โดยกำหนดรายละเอียดคร่าว ๆ ถึงโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องต้นแบบ

(2) การออกแบบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบการติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าโดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. โครงสร้าง ผลิตขึ้นมาจากเหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กชนิดนี้มีความแข็งแรงสูงและทนทาน และค่อนข้างมีน้ำหนักมากกว่าวัสดุชนิดอื่น ๆ และมักจะนำมาใช้ในจักรยานที่มีราคาประหยัด สามารถรับน้ำหนักได้ประมาณ 100-150 กิโลกรัม

ข. วงล้อ ผลิตมาจากอลูมิเนียมเป็นวัสดุที่นิยมใช้มากที่สุด ปัจจุบันวงล้อจักรยานจะมีน้ำหนักเบา แข็งแรง และทนทาน มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 26 นิ้ว

ค. ระบบส่งกำลัง ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน มีแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์, กำลังไฟ 250 วัตต์, สเตออร์ 16 ฟัน, ความเร็วสูงสุด 3300 rpm, อัตราส่วนการลด 9.78

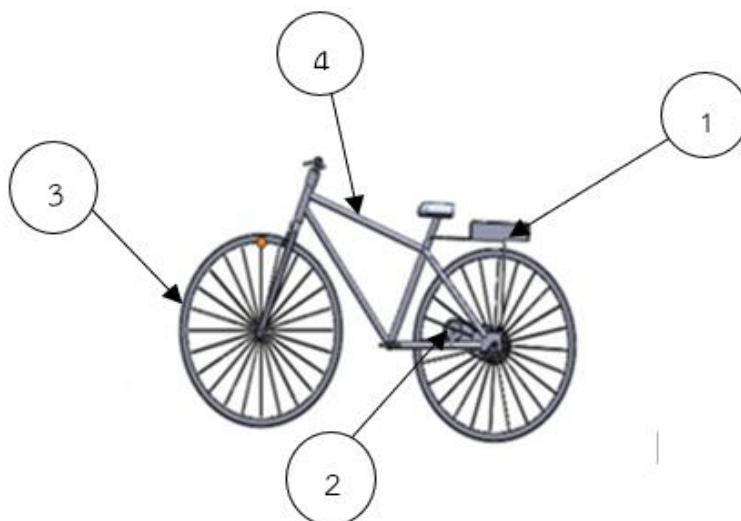
ง. แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน จำนวน 2 ก้อน 24V 20Ah

จ. มอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน จะใช้สนามแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวรและขดลวดไฟฟ้าเพื่อสร้างแรงหมุน โดยมีการควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวดแต่ละขดโดยผ่านตัวควบคุมเพื่อทำให้มอเตอร์หมุนอย่างต่อเนื่อง

ฉ. ในการเร่งความเร็วของจักรยานไฟฟ้าที่ใช้มอเตอร์ชนิดไร้แปรงถ่าน ระบบควบคุมจะทำงานโดยการเพิ่มระดับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์เพื่อสร้างแรงบิดที่สูงขึ้นและจะผ่านตัวควบคุมที่เป็น

อินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะแปลงไฟกระแสตรงจากแบตเตอรี่ให้เป็นกระแสสลับแล้วจ่ายเข้าสู่ขดลวดของมอเตอร์ตามลำดับที่กำหนด ตัวควบคุมจะปรับระดับของกระแสไฟฟ้าตามความเร็วที่ต้องการ โดยการปรับความเร็วหมุนของมอเตอร์ขึ้นอยู่กับสัญญาณจากคันเร่ง ซึ่งสามารถควบคุมได้ผ่านการหมุนหรือการบีบคันเร่ง

และผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียนแบบและโครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องต้นแบบโดยใช้โปรแกรม Solid work ในการเขียนแบบทางด้านวิศวกรรม



รูปที่ 1 การออกแบบจักรยานไฟฟ้าดัดแปลงติดตั้งมอเตอร์ชนิดไร้แปรงถ่าน

รายละเอียดส่วนประกอบของรถจักรยานไฟฟ้า

1. ชุดวงจรควบคุมและแบตเตอรี่
2. มอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน
3. วงล้อ
4. โครงรถ

(3) การสร้างและประกอบ ผู้วิจัยได้นำแบบที่ได้จากการออกแบบมาทำการกำหนดวัสดุประมาณการจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์เพื่อทำการประกอบขึ้นส่วนตามแบบที่ได้ออกแบบไว้จากนั้นดำเนินการประกอบขึ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกันตามที่ได้ออกแบบไว้และมีต้นทุนที่น้อย เช่น สามารถปรับแต่งให้เหมาะสมกับความต้องการเฉพาะบุคคลได้ มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ดีขึ้น สามารถกำหนดขนาดและน้ำหนักให้เบากว่าจักรยานที่มีขายในท้องตลาดและกำหนดเทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น โดยเฉพาะในด้านการเร่งความเร็วและความคล่องตัว

4) ทดสอบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบจักรยานไฟฟ้าติดตั้งมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน โดยการทดสอบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) ทดสอบที่มีภาระโหลดตามที่กำหนด (รายละเอียดแสดงในขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย)

5) ปรับปรุงแก้ไข

ในส่วนของการปรับปรุงแก้ไขจักรยานไฟฟ้าติดตั้งมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน ผู้วิจัยได้นำผลจากการทดสอบในกรณีที่มีข้อผิดพลาดมาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้จักรยานไฟฟ้าติดตั้งมอเตอร์

กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านสามารถทำงานได้ โดยเปลี่ยนแบตเตอรี่แบบแห้งชนิดตะกั่วกรดซึ่งแบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถเก็บประจุไฟได้น้อยและตัวแบตเตอรี่มีน้ำหนักมากจึงเปลี่ยนมาเป็นแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ซึ่งแบตเตอรี่ชนิดนี้ น้ำหนักเบา อายุการใช้งานนาน ให้พลังงานสูง, คงที่ และชาร์จได้เร็วเพื่อให้จักรยานไฟฟ้าทำงานได้ต่อเนื่องไม่เกิดการกระตุกและทำให้มอเตอร์มีอายุการใช้งานที่ดีขึ้น

3.3 วิธีการดำเนินวิจัย

การศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านของจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง มีขั้นตอนการทดลองดังนี้ การวัดความเร็วของจักรยานไฟฟ้าต้องเริ่มจากการเตรียมความพร้อมของจักรยานและอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ ก่อนที่จะลงมือทำการทดสอบจริง เริ่มต้นด้วยการตรวจสอบจักรยานไฟฟ้าเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทั้งหมดทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ไม่ว่าจะเป็นมอเตอร์, แบตเตอรี่, และระบบควบคุม นอกจากนี้ยังต้องติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร็ว เช่น เซนเซอร์วัดความเร็วที่สามารถวัดค่าความเร็วได้เพื่อการบันทึกข้อมูลที่แม่นยำเมื่อจักรยานไฟฟ้าพร้อมแล้ว ขั้นตอนถัดมาคือการเลือกสถานที่ทดสอบที่เหมาะสมที่มีพื้นผิวเรียบและปลอดภัยเพื่อป้องกันปัจจัยที่อาจรบกวนการทดลองการทดสอบเริ่มด้วยการขับขี่จักรยานไฟฟ้าจากจุดเริ่มต้น โดยให้ผู้ทดสอบเร่งความเร็วตามค่าที่กำหนด จากนั้นอุปกรณ์วัดความเร็วที่ติดตั้งจะทำหน้าที่บันทึกค่าความเร็วหรือค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างการขับขี่ การบันทึกข้อมูลควรทำอย่างต่อเนื่องและทดสอบหลายรอบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายเพียงพอและลดความคลาดเคลื่อนหลังการทดสอบเสร็จสิ้น ข้อมูลที่ได้จากการวัดจะถูกบันทึกเพื่อนำไปวิเคราะห์ ค่าความเร็วจากการทดสอบแต่ละครั้งจะถูกจดบันทึก เช่น อุณหภูมิและความชื้น เพื่อวิเคราะห์ผลที่ได้ในเชิงลึก ค่าความเร็วเหล่านี้จะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อสรุปผลการทดลอง การวิเคราะห์อาจรวมถึงการเปรียบเทียบกับผลการทดสอบในสถานการณ์หรือภาระที่แตกต่างกัน

ในการวิจัยเรื่องการศึกษอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านของรถจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง ภาระโหลดแต่ละขนาดสามารถกำหนดขึ้นได้โดยการใช้ระบบจำลองน้ำหนักที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริง เช่น การบรรทุกสิ่งของหรือจำลองผู้ขับขี่ที่มีน้ำหนักต่างกัน เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการใช้งานและอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน ตัวกำหนดน้ำหนักของโหลดอาจใช้น้ำหนักของผู้ขับขี่หรืออุปกรณ์เสริมที่ติดตั้งเพิ่มเติมกับจักรยาน เช่น ถังทราย อิฐหรืออุปกรณ์ถ่วงน้ำหนักที่ปรับแต่งได้ เพื่อให้สามารถจำลองภาระที่หลากหลายตามสถานการณ์ที่ต้องการทดสอบ โดยการเลือกขนาดของโหลดจะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดระดับภาระที่เหมาะสม ตั้งแต่ภาระเบาที่จำลองการขับขี่ทั่วไป ไปจนถึงภาระหนักที่อาจจำลองการขับขี่ขึ้นทางลาดหรือบรรทุกสิ่งของขนาดใหญ่

ในการศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านของจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลงที่ภาระโหลดน้ำหนัก 40 กิโลกรัม เริ่มจากการติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร็วที่เหมาะสม เช่น สปีดเซนเซอร์ (speed sensor) ที่ติดตั้งกับล้อจักรยานที่สามารถบันทึกค่าความเร็วได้ เมื่อทำการทดสอบจริงปรับความเร็วให้อยู่ในระดับที่ต้องการ คือ 10, 15, และ 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ ในระหว่างการขับขี่ อุปกรณ์วัดความเร็วจะทำการบันทึกค่าความเร็วของจักรยานอย่างต่อเนื่องเพื่อให้แน่ใจว่าจักรยานรักษาความเร็วที่ตั้งไว้อย่างสม่ำเสมอ การทดสอบแต่ละครั้งควรทำซ้ำหลายครั้งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำและลดความคลาดเคลื่อน ผลการวัดจะถูกบันทึกเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและการวิเคราะห์ผลการใช้พลังงานในแต่ละความเร็วแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การทดลองภาระโหลดที่น้ำหนัก 40 กิโลกรัม

ในการศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านของจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลงที่ภาระโหลดน้ำหนัก 30 กิโลกรัม เริ่มจากการติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร็วที่เหมาะสม เช่น สปีดเซนเซอร์ (speed sensor) ที่ติดตั้งกับล้อจักรยานที่สามารถบันทึกค่าความเร็วได้ เมื่อทำการทดสอบจริงปรับความเร็วให้อยู่ในระดับที่ต้องการ คือ 10, 15, และ 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ ในระหว่างการขับขี่ อุปกรณ์วัดความเร็วจะทำการบันทึกค่าความเร็วของจักรยานอย่างต่อเนื่องเพื่อให้แน่ใจว่าจักรยานรักษาความเร็วที่ตั้งไว้อย่างสม่ำเสมอ การทดสอบแต่ละครั้งควรทำซ้ำหลายครั้งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำและลดความคลาดเคลื่อน ผลการวัดจะถูกบันทึกเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและการวิเคราะห์ผลการใช้พลังงานในแต่ละความเร็วแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การทดลองภาระโหลดที่น้ำหนัก 30 กิโลกรัม

ในการศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านของจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลงที่ภาระโหลดน้ำหนัก 20 กิโลกรัม เริ่มจากการติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร็วที่เหมาะสม เช่น สปีดเซนเซอร์ (speed sensor) ที่ติดตั้งกับล้อจักรยานที่สามารถบันทึกค่าความเร็วได้ เมื่อทำการทดสอบจริงปรับความเร็วให้อยู่ในระดับที่ต้องการ คือ 10, 15, และ 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ ในระหว่างการขับขี่ อุปกรณ์วัดความเร็วจะทำการบันทึกค่าความเร็วของจักรยานอย่างต่อเนื่องเพื่อให้แน่ใจว่าจักรยานรักษาความเร็วที่ตั้งไว้อย่างสม่ำเสมอ การทดสอบแต่ละครั้งควรทำซ้ำหลายครั้งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำและลดความคลาดเคลื่อน ผลการวัดจะถูกบันทึกเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและการวิเคราะห์ผลการใช้พลังงานในแต่ละความเร็วแสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การทดลองภาระโหลดที่น้ำหนัก 20 กิโลกรัม

4. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านของจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 การทดลองภาระโหลดกับความเร็ว เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าของมอเตอร์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านในจักรยานไฟฟ้าที่ได้รับการดัดแปลง โดยพิจารณาภายใต้ภาระโหลดอยู่ 3 ระดับ ได้แก่ น้ำหนัก 40 กิโลกรัม, 30 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม การวัดค่ากระแสไฟฟ้าในแต่ละระดับได้ทำการทดสอบอยู่ทั้งหมด 5 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดลองที่ภาระโหลดกับความเร็ว เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าของมอเตอร์

การรับภาระโหลดที่น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กระแสคังที่ (แอมป์แปร์) ความเร็ว 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง	กระแสคังที่ (แอมป์แปร์) ความเร็ว 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง	กระแสคังที่ (แอมป์แปร์) ความเร็ว 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง	อุณหภูมิเฉลี่ยของมอเตอร์ไฟฟ้า (องศาเซลเซียส)
40	1.26	1.34	1.44	40.9
30	1.24	1.26	1.38	34.5
20	1.11	1.15	1.22	31.2

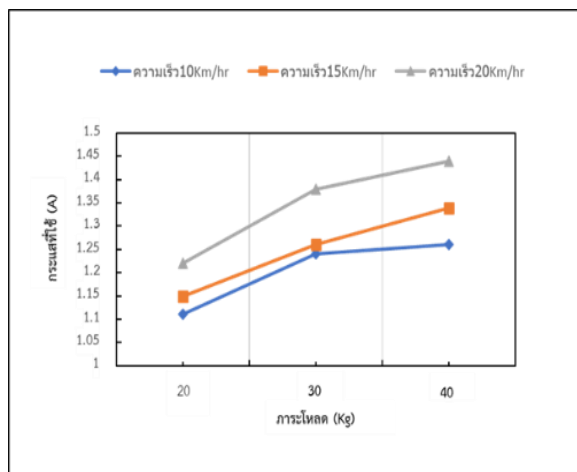
จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองของการรับภาระโหลดที่น้ำหนักต่างๆ ต่อการใช้กระแสไฟฟ้าในระบบ จักรยานไฟฟ้า และได้ทำการทดลองในการะโหลดอยู่ 3 ระดับ ได้แก่ 40 กิโลกรัม, 30 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม มอเตอร์ใช้กระแสไฟฟ้าที่แตกต่างกัน โดยใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าทำการต่อเข้ากับสายไฟของมอเตอร์จากนั้นเครื่อง จะอ่านค่าวัดในแต่ละระดับของภาระโหลด ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อภาระโหลดเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

การรับภาระโหลดที่น้ำหนัก 40 กิโลกรัม ใช้ความเร็วสูงสุด 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง กระแสที่ใช้ 1.44 แอมป์แปร์, ใช้ความเร็วปานกลาง 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง กระแสที่ใช้ 1.34 แอมป์แปร์ และความเร็วต่ำสุด 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง กระแสที่ใช้ 1.26 แอมป์แปร์ ตามลำดับและอุณหภูมิเฉลี่ยของมอเตอร์ไฟฟ้า 40.9 องศาเซลเซียส

การรับภาระโหลดที่น้ำหนัก 30 กิโลกรัม ใช้ความเร็วสูงสุด 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง กระแสที่ใช้ 1.38 แอมป์แปร์, ใช้ความเร็วปานกลาง 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง กระแสที่ใช้ 1.26 แอมป์แปร์ และความเร็วต่ำสุด 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง กระแสที่ใช้ 1.24 แอมป์แปร์ ตามลำดับและอุณหภูมิเฉลี่ยของมอเตอร์ไฟฟ้า 34.5 องศาเซลเซียส

การรับภาระโหลดที่น้ำหนัก 20 กิโลกรัม ใช้ความเร็วสูงสุด 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง กระแสที่ใช้ 1.38 แอมป์แปร์, ใช้ความเร็วปานกลาง 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง กระแสที่ใช้ 1.26 แอมป์แปร์ และความเร็วต่ำสุด 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง กระแสที่ใช้ 1.24 แอมป์แปร์ ตามลำดับและอุณหภูมิเฉลี่ยของมอเตอร์ไฟฟ้า 31.2 องศาเซลเซียส

4.2 กราฟแสดงการทดลองภาระโหลดกับความเร็ว เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าของมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 กราฟแสดงการทดลองภาระโหลดกับความเร็วจานมอเตอร์

การทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน ของจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง แสดงผลในรูปที่ 5 พบว่ามีการใช้กระแสไฟฟ้าที่มีความต่างกันตามน้ำหนักของภาระโหลดที่ไม่เท่ากัน โดยมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านใช้กระแสไฟฟ้ามากที่สุด เมื่อรับภาระโหลดที่น้ำหนัก 40 กิโลกรัม ใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 1.44 แอมป์แปร์ สำหรับภาระโหลดที่น้ำหนัก 30 กิโลกรัม มอเตอร์ใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 1.38 แอมป์แปร์ และที่ภาระโหลด 20 กิโลกรัม มอเตอร์ใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 1.22 แอมป์แปร์ ตามลำดับ

กราฟแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักภาระโหลดส่งผลให้มีการใช้กระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างภาระโหลดและการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ ผลการทดลองนี้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านในจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในภาระโหลดต่าง ๆ

4.3 การทดลองภาระโหลดกับความเร็ว เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าของมอเตอร์

การศึกษ้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านของจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง มีอยู่ 3 ระดับ ประกอบด้วย ภาระโหลดที่น้ำหนัก 40 กิโลกรัม, 30 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม เพื่อทดลองหาค่ากระแสที่ใช้ไปของมอเตอร์ไฟฟ้าขณะที่วิ่งด้วยความเร็วในระดับต่าง ๆ สามารถนำมาคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$P = E I$$

กำลังไฟฟ้า (P)	มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)
แรงดันไฟฟ้า (E)	มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)
กระแสไฟฟ้า (I)	มีหน่วยเป็น แอมป์ (A)

ตารางที่ 2 การทดลองที่ภาระโหลดกับความเร็ว เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าของมอเตอร์

การรับภาระโหลดที่น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กำลังไฟฟ้า(วัตต์) ความเร็ว 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง	กำลังไฟฟ้า(วัตต์) ความเร็ว 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง	กำลังไฟฟ้า(วัตต์) ความเร็ว 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง	อุณหภูมิเฉลี่ยของมอเตอร์ไฟฟ้า (องศาเซลเซียส)
40	25.70	27.33	29.37	40.9
30	25.29	25.70	28.15	34.5
20	22.64	23.46	24.88	31.2

จากตารางที่ 2 การทดลองที่ภาระโหลดกับความเร็ว เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ ได้ทำการทดลองในภาระโหลดที่ต่างกันอยู่ 3 ระดับ ได้แก่ 40 กิโลกรัม, 30 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อภาระโหลดเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้กำลังที่ใช้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากการเสียดทานระหว่างล้อจักรยานไฟฟ้ากับพื้นถนนเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมีการใช้กำลังไฟฟ้าที่สูงขึ้น ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

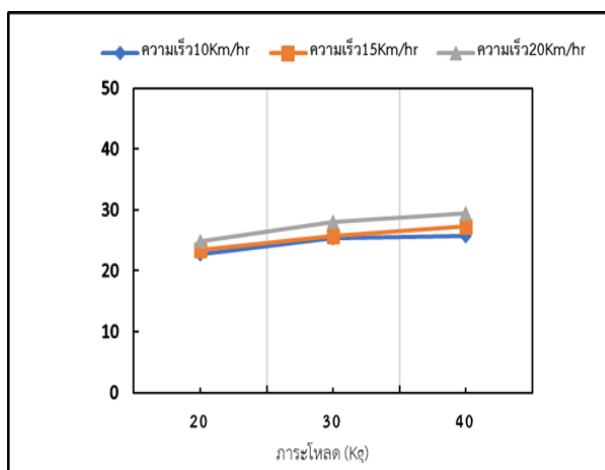
การรับภาระโหลดที่น้ำหนัก 40 กิโลกรัม ใช้ความเร็วสูงสุด 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 29.37 วัตต์, ใช้ความเร็วปานกลาง 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 27.33 วัตต์ และความเร็วต่ำสุด 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 25.70 วัตต์ ตามลำดับและอุณหภูมิเฉลี่ยของมอเตอร์ไฟฟ้า 40.9 องศาเซลเซียส

การรับภาระโหลดที่น้ำหนัก 30 กิโลกรัม ใช้ความเร็วสูงสุด 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 28.15 วัตต์, ใช้ความเร็วปานกลาง 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 25.70 วัตต์ และความเร็วต่ำสุด 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 25.29 วัตต์ ตามลำดับและอุณหภูมิเฉลี่ยของมอเตอร์ไฟฟ้า 34.5 องศาเซลเซียส

การรับภาระโหลดที่น้ำหนัก 20 กิโลกรัม ใช้ความเร็วสูงสุด 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 24.88 วัตต์, ใช้ความเร็วปานกลาง 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 23.46 วัตต์ และความเร็วต่ำสุด 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 22.64 วัตต์ ตามลำดับและอุณหภูมิเฉลี่ยของมอเตอร์ไฟฟ้า 31.2 องศาเซลเซียส

ในการทดลองตามภาระโหลดและความเร็วในระดับต่างๆ มอเตอร์ไฟฟ้าจะมีความร้อนเกิดขึ้น ดังนั้นในการทดลองจึงใช้เครื่องเทอร์โมมิเตอร์ติดตั้งเข้ากับตัวของมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อทำการวัดอุณหภูมิและทำการบันทึกข้อมูล

4.4 กราฟแสดงการทดลองภาระโหลดกับความเร็ว เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าของมอเตอร์



รูปที่ 5 กราฟแสดงการทดลองภาระโหลดกับความเร็ว เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้ามอเตอร์

จากการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านในจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง พบว่าอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์จะแตกต่างกันตามภาระโหลดที่รับ โดยมีการทดสอบที่ภาระโหลดน้ำหนัก 20 กิโลกรัม, 30 กิโลกรัม และ 40 กิโลกรัม ผลการทดสอบพบว่าภาระโหลดที่ 40 กิโลกรัม ทำให้มอเตอร์ใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 29.37 วัตต์ ตามด้วยภาระโหลดที่ 30 กิโลกรัม ซึ่งใช้กำลังไฟฟ้า 28.15 วัตต์ และภาระโหลดที่ 20 กิโลกรัม ใช้กำลังไฟฟ้า 24.88 วัตต์ จากผลการทดลองนี้ สามารถสรุปได้ว่าเมื่อภาระโหลดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้มอเตอร์ใช้กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามลำดับ

5. อภิปรายผลและสรุปผล

ในการศึกษาวิจัย เรื่อง การศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านในจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังต่อไปนี้

ผลการศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านซึ่งการทดลองใช้ภาระโหลดอยู่ที่ 40, 20, 30 กิโลกรัม และใช้ความเร็วอยู่ที่ 10, 15 และ 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง มอเตอร์ไฟฟ้าจะใช้กระแสมากที่สุดในการะโหลดที่ 40 กิโลกรัม, กระแสที่ใช้ 1.44 แอมป์แปร์, ลองลงมาภาระโหลดที่ 30 กิโลกรัม, กระแสที่ใช้ 1.38 แอมป์แปร์ และภาระโหลดที่ 20 กิโลกรัม, กระแสที่ใช้ 1.22 แอมป์แปร์ ตามลำดับ และ การทดลองเพื่อหา กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์นั้นจะใช้กำลังไฟฟ้ามากที่สุดในภาระโหลดที่ 40 กิโลกรัม, กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 29.37 วัตต์, ลองลงมาภาระโหลดที่ 30 กิโลกรัม, กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 28.15 วัตต์ และภาระโหลดที่ 20 กิโลกรัม, กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 24.88 วัตต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตตินันท์ ไชยัม และศุภพล เสนาสุข (2563) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง รถสามล้อไฟฟ้า ผลการวิจัยพบว่า ชิ้นงานสามารถรับภาระได้ไม่มากและมีความเร็วที่ต่ำ โดยขึ้นต้นแก้ปัญหาการทอดรอบเฟืองของมอเตอร์เพื่อเพิ่มแรงบิดและเพิ่มขนาดเพลา แบริง พบว่าชิ้นงานมีความเร็วและรับภาระได้เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฐิติกร ปินดอกไม้ ฤทธิภูมิ ปิ่นงาม ฌรัฐพล แดนประสาธ วัชรพล พลีสัตย์ อธิพิพล เหลาพรม และรุ่งโรจน์ สงวนวัฒนา (2565) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง รถจักรยานไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน ผลการวิจัยพบว่า การควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านสามารถควบคุมได้เป็นอย่างดี โดยมีการทำงานของสวิตซ์ทั้ง 6 ตัวโดยไม่เกิดการลัดวงจร ซึ่งรถจักรยานไฟฟ้าที่สร้างขึ้นสามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 120 กิโลกรัม สามารถวิ่งได้ในทางเรียบและทางลาดชัน มีคุณสมบัติเหมาะกับการนำไปใช้งานทำรถจักรยานไฟฟ้า สอดคล้องกับที่ กันตภณ โกลนพันธ์ (2564) ได้รายงาน ว่า มอเตอร์แม่เหล็กถาวรขนาด 50 x 50 x 5 มม. มีสมรรถภาพสูงที่สุดเมื่อเทียบกับมอเตอร์ต้นแบบให้แรงบิดสูงสุดเพิ่มขึ้น 33.47 เปอร์เซ็นต์ กำลังไฟฟ้าด้านทางออกเพิ่มขึ้น 4.46 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพสูงสุดเพิ่มขึ้นประมาณ 1.99 เปอร์เซ็นต์ และการวิเคราะห์ด้วยการใช้ไฟไนต์เอลิเมนต์ เป็นประโยชน์สำหรับการออกแบบและการพัฒนาสมรรถภาพของมอเตอร์ไฟฟ้า และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วีรยุทธ เต็มสวัสดิ์ และจักรกฤษณ์ จันทศิริ (2562) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารถสามล้อไฟฟ้าเพื่อคนพิการทางขา ได้กล่าวไว้ว่า การพัฒนารถสามล้อไฟฟ้าเพื่อคนพิการทางขา สามารถเพิ่มหรือลดความเร็วได้โดยการใช้นิ้วบิดคันเร่ง ซึ่งควบคุมการทำงานด้วยชุดคอนโทรล ทดลองความเร็วบนถนนลาดยาง ถนนคอนกรีต และถนนลูกรัง ผลการวิจัยพบว่า ถนนลาดยางรถสามารถวิ่งได้ความเร็วเฉลี่ย 24.28 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถนนคอนกรีตสามารถวิ่งได้ ความเร็วเฉลี่ย 23.13 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถนนลูกรังสามารถวิ่งได้ ความเร็วเฉลี่ย 19.66 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และระยะทางที่รถสามารถวิ่งได้ต่อการประจุแบตเตอรี่หนึ่งครั้งสามารถวิ่งได้เฉลี่ย 20.05 กิโลเมตร

การวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการดัดแปลงจักรยานธรรมดาด้วยมอเตอร์ไร้แปรงถ่านสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในหลายด้าน ได้แก่ ลดต้นทุนในการซื้ออุปกรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับจักรยานไฟฟ้าสำเร็จรูป ช่วยให้สามารถประหยัดพลังงานเมื่อใช้งานในภาระและความเร็วที่เหมาะสม ลดความถี่ในการชาร์จไฟฟ้า ลดค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษา เนื่องจาก

มอเตอร์ไร้แปรงถ่านมีโครงสร้างที่เรียบง่าย และยังมีอายุการใช้งานของจักรยาน ช่วยลดความจำเป็นในการซื้อจักรยานใหม่

6. ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินวิจัย การศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านของจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลง มีข้อเสนอแนะในการวิจัย ดังนี้

6.1 ควรออกแบบและสร้างชิ้นวางภาระโหลดให้มีความแข็งแรงและทนทาน เพื่อลดความเสี่ยงจากการเสียหายที่อาจเกิดจากการรับน้ำหนักที่ไม่สม่ำเสมอหรือเกินขีดจำกัด

6.2 ควรจัดให้มีวิธีการยึดจักรยานไฟฟ้าให้แน่นและมั่นคงบนชิ้นวาง เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่หรือการหลุดล่นที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการใช้งาน

6.3 วงล้อของจักรยานต้องได้รับการตรวจสอบและปรับแต่งให้มีความสมดุลและแข็งแรง เพื่อให้การขับขี่ปลอดภัยและลดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุจากการสึกหรอหรือความไม่สมดุลของวงล้อ

7. เอกสารอ้างอิง

- กันตภณ โกล่นพันธ์. (2564). การวิเคราะห์สมรรถภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับรถจักรยาน ไฟฟ้า ด้วยการใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กิตตินันท์ ไชยัม และศุภพล เสนาสุข. (2563). สามล้อไฟฟ้า. ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จิตกร ปันดอกไม้ หละภูมี้ ปันงาม ณัฐพล แดนประสาธ วีระพล พลีสัตย์ อธิพิล เหลาพรหม และรุ่งโรจน์ สงวนวัฒนา. (2565). “รถจักรยานไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน”. ในการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. 15 มีนาคม 2565. จังหวัดกำแพงเพชร. 786 - 794.
- นะโม ขวลิต. (2566). การลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย. สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, วิทยาลัยการจัดการ, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วีรยุทธ เดิมสวัสดิ์ และ จักรกฤษณ์ จันทศิริ. (2562). การพัฒนารถสามล้อไฟฟ้าเพื่อคนพิการทางขา. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

8. คุณค่าทางวิชาการ

การศึกษาด้านการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านในจักรยานไฟฟ้าแบบดัดแปลงมีคุณค่าทางวิชาการที่สำคัญหลายด้าน โดยการวิจัยนี้ไม่เพียงแต่ช่วยในการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานไฟฟ้าและการออกแบบจักรยานไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ยังมีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยรวมและสนับสนุนการวิจัยในสาขาพลังงานทดแทน การศึกษาด้านการสิ้นเปลืองพลังงานช่วยให้สามารถระบุจุดที่มอเตอร์อาจสูญเสียพลังงานและหาวิธีการลดการสูญเสียนั้นๆ ซึ่งมีความสำคัญต่อการปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบขับเคลื่อนต่าง ๆ การศึกษานี้ยังสามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมและการศึกษาในระดับอุดมศึกษาและวิชาชีพเพื่อสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ และการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

การออกแบบและสร้างเครื่องปั่นกล้วยสุก

ก้องภพ จันทรแดง¹ กิตติชนม์ เมืองเกตุ² ขาดิชาชัย สนเสริม³ บัญชา พุทธากุล⁴ อติศักดิ์ ไสวอมร^{5*}
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี^{1 2 3 4 5*}

อีเมล : atisak142531@gmail.com ^{5*}

วันที่รับบทความ 5 สิงหาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 17 ตุลาคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ 30 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการปลูกกล้วยเพื่อการค้าในประเทศไทย มีอยู่ 3 ชนิดคือ กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่และกล้วยหอม กล้วยแต่ละชนิดอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารและโภชนาการที่แตกต่างกันออกไป หากรับประทานเป็นประจำจะทำให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากการรับประทานผลสุกของกล้วยหรือนำมาประกอบอาหารแล้ว กล้วยยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นขนมต่าง ๆ ได้ เช่น กล้วยกวน กล้วยฉาบ กล้วยตาก กล้วยอบเนย ทอฟฟี่ แป้งกล้วย และกล้วยในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง เป็นต้น งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องปั่นกล้วยสุก เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องปั่นกล้วยโดยการศึกษาเปรียบเทียบ การใช้ใบมีด 2 แบบคือ 1.ใบมีดแบบตรง มีจำนวน 3 ใบ ความยาวใบด้านบนและความยาวใบด้านล่าง ขนาด 4x21 เซนติเมตร ใบตรงกลาง ขนาด 4x19 เซนติเมตร และ 2.ใบมีดแบบโค้ง มีจำนวน 3 ใบ ความยาวใบด้านบนและความยาวใบด้านล่างขนาด 4x21 เซนติเมตร ใบตรงกลาง ขนาด 4x19 เซนติเมตร ปลายใบบนงอขึ้น 170 องศา ใบล่างงอลง 170 องศา ความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที ใช้กล้วยในการทดลอง 5,000 กรัม น้ำเปล่า 1,000 มิลลิลิตร การศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพของใบมีดแบบตรงและแบบโค้ง เพื่อหาเวลาที่ดียิ่งที่สุดในการปั่นกล้วยสุกและวิเคราะห์ผลจากการทดลอง ผลการทดลองปั่นกล้วยสุกด้วยเครื่องปั่น ใบมีด แบบโค้ง มีประสิทธิภาพดียิ่งที่สุดและใช้เวลาน้อยที่สุด เวลาในการปั่นเฉลี่ยอยู่ที่ 46.08 วินาที ปริมาณกล้วยที่ไม่ถูกปั่น เฉลี่ยอยู่ที่ 0 กรัม คิดเป็น 0 เปอร์เซ็นต์ ใช้กล้วยในการทดลอง 5,000 กรัม น้ำเปล่า 1,000 มิลลิลิตร น้ำหนักกล้วยรวมน้ำหนักของน้ำเท่ากับ 6 กิโลกรัม หลังปั่นกล้วยสุกด้วยเครื่องปั่นเฉลี่ยน้ำหนักอยู่ที่ 6 กิโลกรัม คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : เครื่องปั่นกล้วยสุก กล้วย ใบมีด



The Designing and Building of a Ripe Banana Blender

Kongpob Chandang¹, Kittichon Muangket², Chatchay Sonserm³, Buncha Puttakoon⁴,
Atisak Sawaiamon^{5*}

Faculty of Industrial Education Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
Suphan Buri Campus^{1,2,3,4,5*}

E – mail : atisak142531@gmail.com^{5*}

Received 5 August 2024.

Revised 17 October 2024

Accepted 30 October 2024

Abstract

Nowadays, there are 3 types of commercial bananas cultivated in Thailand: Namwa bananas, Khai bananas, and Hom bananas, each of these is rich in different nutrients. Eating them regularly is extremely beneficial to the body. Besides eating ripe bananas as fruits or using them for cooking, bananas can also be processed into various snacks such as banana preserves, banana chips, dried bananas, bananas baked in butter, toffee, banana flour and canned bananas in syrup. Before processing the bananas into these snacks, they need to be blended. This research is therefore aimed at (1) designing and constructing a ripe banana blender. (2) To determine the efficiency of banana blenders by comparative study, using 2 types of blades: 1. 3 straight blades. The length of the top and bottom blades are 4x21 centimeters, and that of the middle blade is 4x19 centimeters. 2. There are 3 curved blades. The upper and lower blade length is 4x21 centimeters. The middle blade is 4x19 centimeters. The upper blade tip is bent up to 170 degrees. The lower blade is bent down to 170 degrees, with a rotational speed of 1,450 rpm. In the experiment, 5,000 g. of banana and 1,000 milliliter of water are used, to determine the efficiency of the straight and curved blades, the best time to blend the ripe bananas and to analyze the results of the experiment. The results of the experiment show that the curved blade blades had the best efficiency and took the least amount of time to blend the bananas. The average blending time was 46.08 seconds. For the amount of bananas that were not blended, the average was 0 grams, calculated as 0 percent. The experiment used 5,000 g. of bananas and 1,000 milliliter of water. The total weight of the bananas and water was 6 kilograms. After blending the ripe bananas with a blender, the average weight was 6 kilograms, calculated as 100 percent.

Keywords : ripe banana blender, banana, blade

1. บทนำ

กล้วยเป็นพืชล้มลุกที่คนไทยรู้จักกันดีมักปลูกกันแพร่หลายทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม ปลูกง่าย ให้ผลผลิตเร็ว และสามารถนำทุกส่วนของกล้วยมาใช้ประโยชน์ได้ตั้งแต่ ใบ กาบ หัวปลี และผล (ดวงจันทร์ เสงส์สวัสดิ์. 2557) ทั้งในรูปของอาหารและไม่ใช่ว่าอาหารก็สามารถนำไปใช้ประกอบพิธีกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน และใช้เป็นยารักษาโรค ปัจจุบันกล้วยที่นิยมปลูกเพื่อเป็นการค้าในประเทศไทย มีอยู่ 3 ชนิด คือ กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่และกล้วยหอมโดยกล้วยแต่ละชนิดจะอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารและโภชนาการ หากรับประทานเป็นประจำจะทำให้เกิดประโยชน์ต่อร่าง ทั้งนี้ นอกจากการรับประทานผลสุกของกล้วยหรือนำมาประกอบอาหารแล้ว ยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น กล้วยฉาบ กล้วยตาก กล้วยอบเนย ทอฟฟี่ แป้งกล้วย และกล้วยในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง เป็นต้น เพื่อช่วยป้องกันกล้วยสดล้นตลาด ทำให้สามารถยกระดับราคาผลผลิตไม่ให้เกิดค่า ช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ส่งเสริมให้ผู้ประกอบการสร้างผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ ๆ ที่มีคุณภาพ ออกสู่ตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศส่งผลให้สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร และสร้างรายได้มูลค่าสูงให้กับประเทศ (สุธิดา อัญญาโพธิ์. 2548)

กล้วยมีความผูกพันกับวิถีชีวิตคนไทยมาช้านาน นอกจากจะนำมบริโภคเป็นอาหารแล้ว ทุกส่วนของกล้วยยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การใช้ประโยชน์ทางด้านอาหาร ผลกล้วยหลายชนิดที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านอาหาร ได้แก่ กล้วยหอม นิยมบริโภคนสด กล้วยน้ำว้า มีการใช้ประโยชน์ได้สูงสุด ตั้งแต่ผลกล้วยดิบที่แกจัดก็ใช้ประโยชน์เป็นกล้วยฉาบชนิดแว่น ชนิดแผ่น และแป้งกล้วย ผลกล้วยห่ามแต่ยังไม่สุกก็นำมาทำเป็นกล้วยปิ้งและกล้วยทอด ผลกล้วยสุกก็นำมาบริโภคนสด แปรรูปเป็นกล้วยบดเพื่อเป็นอาหารเด็ก เป็นส่วนผสมของขนม เช่น ขนมกล้วย กล้วยแผ่น และทองม้วนกล้วย กล้วยตากหรืออบชนิดผลหรือแผ่น ผลกล้วยทิ้งอาก็ใช้ทำเป็นกล้วยกวน (วิชัย หลัทยธนาสันต์. 2559)

จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น กลุ่มผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำผลของกล้วยสุกมาทำการปั่น เพื่อที่จะแปรรูปกล้วยสุกเป็นกล้วยกวนซึ่งจะช่วยถนอมอาหาร สามารถเก็บไว้ได้นานยิ่งขึ้นและต้องการออกแบบ สร้างเครื่องปั่นกล้วยสุก และศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของใบมีดแบบตรงกับใบมีดแบบโค้งของเครื่องปั่นกล้วยสุก เพื่อช่วยให้ประหยัดต้นทุน ลดเวลางาน สามารถแปรรูปกล้วยสุกให้เป็นผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็วขึ้น เพิ่มกำลังการผลิตส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น

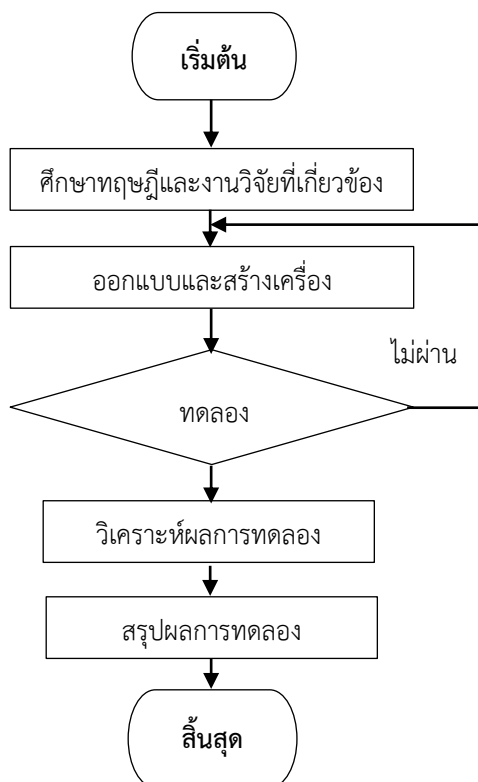
2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องปั่นกล้วยสุก
- 2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพของใบมีดแบบตรงกับใบมีดแบบโค้ง

3. วิธีการวิจัย

3.1 ในงานวิจัยนี้แสดงถึงวิธีการดำเนินงาน เพื่อให้ผู้ที่ต้องการศึกษาทราบถึงลำดับขั้นตอน กระบวนการคิด การดำเนินงานวิจัย อุปกรณ์ เครื่องมือ เป็นต้น ในงานวิจัยนี้จะเน้นการออกแบบเครื่องและสร้างเครื่องปั่นกล้วยสุก เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปั่นกล้วยสุกและใบมีดทั้ง 2 แบบคือ ใบมีดแบบตรงเปรียบเทียบกับใบมีดแบบโค้ง ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินงานวิจัยได้ผลลัพธ์ที่ดีเที่ยงตรง บรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัย เป็นไปอย่างมีระบบ กลุ่มผู้วิจัยจึงวางแผนและกำหนดวิธีการดำเนินงานวิจัยไว้ ดังนี้

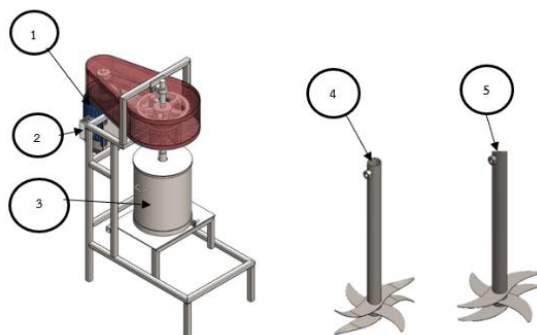
3.1.1 วิธีการดำเนินงาน



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างเครื่องปั่นกล้วยสุก คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องมาจากเครื่องปั่นเอนกประสงค์ทั่วไป ด้านใบมีดคณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเป็นชุด ในงานวิจัยนี้ใบมีดจะมี 2 ชุดคือ ใบมีดแบบโค้งและใบมีดแบบตรง

3.2.1 ขั้นตอนการออกแบบเครื่องปั่นกล้วยขนาด 50 x 75.5 x 130 เซนติเมตร



รูปที่ 2 โครงสร้างเครื่องปั่นกล้วยสุก

รายละเอียดส่วนประกอบของเครื่องปั่นกล้วยสุก

1. มอเตอร์ที่ใช้เป็นต้นกำลังของเครื่องปั่นกล้วยสุก
2. สวิตช์ เปิด-ปิด เครื่องปั่นกล้วยสุก
3. ถังใส่กล้วยและน้ำที่จะทดลองในแต่ละครั้ง
4. ชุดใบมีดสแตนเลสแบบโค้งความยาวใบมีดด้านบนและใบมีดด้านล่างขนาด 4x21 เซนติเมตร ตรงกลาง ขนาด 4x19 เซนติเมตร ปลายใบมีดบนและล่างงอ 170 องศา
5. ชุดใบมีดสแตนเลสแบบตรง ความยาวใบมีดด้านบนและใบมีดด้านล่างขนาด 4x21 เซนติเมตร ตรงกลาง ขนาด 4x19 เซนติเมตร

3.3 ขั้นตอนการทดลองเครื่องปั่นกล้วยสุกและเก็บผลการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองเครื่องปั่นกล้วยสุก 1) นำกล้วยสุกมาทำการปอกเปลือก 2) นำกล้วยสุกที่ผ่านการปอกเปลือกแล้วไปทำการชั่งให้ได้ปริมาณ 5,000 กรัมเพื่อรอการทดลอง 3) ทำการประกอบใส่ชุดใบมีดที่จะทำการทดลอง วางถังปั่นและทำการล็อกถังให้เรียบร้อย เพื่อให้พร้อมในการทดลองปั่นกล้วยสุก 4) นำกล้วยสุกที่เตรียมไว้ 5,000 กรัมมาเทลงไปในถังปั่น 5) ทำการตวงน้ำเปล่าให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร และนำไปเทลงถังปั่นเพื่อเป็นส่วนผสมในการทดลองปั่นกล้วยสุก 6) ทำการเสียบปลั๊กเครื่องปั่นกล้วยสุกและเปิดสวิตช์ เพื่อเริ่มการทำงานของเครื่องปั่นกล้วยสุกพร้อมกับจับเวลา 7) ทำการจับเวลาเพื่อเก็บผลการทดลอง 8) ทำการชั่งน้ำหนักและตรวจสอบหากล้วยสุกที่ไม่ถูกใบมีดปั่น 9) ทำการเปลี่ยนชุดใบมีดจากแบบตรงเป็นชุดใบมีดแบบโค้ง



1) นำกล้วยสุกมาทำการปอกเปลือก



2) การชั่งกล้วยสุก 5,000 กรัม เพื่อใช้ในการทดลอง



3) ทำการประกอบใส่ชุดใบมีดเพื่อทำการทดลอง



4) นำกล้วยสุกที่เตรียมไว้ 5,000 กรัมมาเทลงไปถึงปั่น



5) ทำการตวงน้ำเปล่าให้ได้ 1,000 มิลลิลิตรและนำไปเทลงถึงปั่น



5 (ต่อ) น้ำเปล่า 1,000 มิลลิลิตร



6) ทำการเสียบปลั๊กเครื่องปั่นกล้วยสุก



6 (ต่อ) ทำการเปิดสวิตช์



7) ทำการจับเวลาเพื่อเก็บผลการทดลอง



8) ทำการชั่งน้ำหนักและตรวจสอบหากกล้วยสุกที่ไม่ถูกปั่นเป็นมิตปั่น



9) ทำการเปลี่ยนชุดใบมีดจากแบบตรงเป็นชุดใบมีดแบบโค้ง

รูปที่ 3 ขั้นตอนการทดลองเครื่องปั่นกล้วยสุก

จากรูป 8) เป็นการตรวจสอบน้ำหนักหลังปั่นว่าปั่นเสร็จแล้วน้ำหนักเท่าไรและตรวจสอบกล้วยสุกที่ไม่ถูกปั่นว่ามีจำนวนเท่าไร

จากรูปที่ 9) หลังจากทดลองใบมีดแบบตรงครบ 9 ครั้งแล้ว จากนั้นทำการเปลี่ยนเป็นใบมีดแบบโค้งแล้วทำตามขั้นตอนที่ 3) จนถึงขั้นตอนที่ 8) ตามลำดับ ทำการทดลองใบมีดแบบโค้งให้ครบ 9 ครั้งเช่นเดียวกับใบมีดแบบตรง

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดลองเครื่องปั่นกล้วยสุกที่ใช้ใบมีดแบบตรง

จากการออกแบบและสร้างเครื่องปั่นกล้วยสุก จึงมีการวิเคราะห์ผลการทดลองปั่นกล้วยสุก 5,000 กรัมผสมน้ำเปล่า 1,000 มิลลิลิตร ด้วยชุดใบมีดแบบตรง มีจำนวน 3 ใบ ความยาวใบมีดด้านบนและใบมีดด้านล่าง 4x21 เซนติเมตร ใบมีดตรงกลาง ขนาด 4x19 เซนติเมตร ความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที โดยใช้ใบมีดแบบละ 9 ครั้ง จากนั้นจึงทำการทดลองและเก็บผลการทดลอง

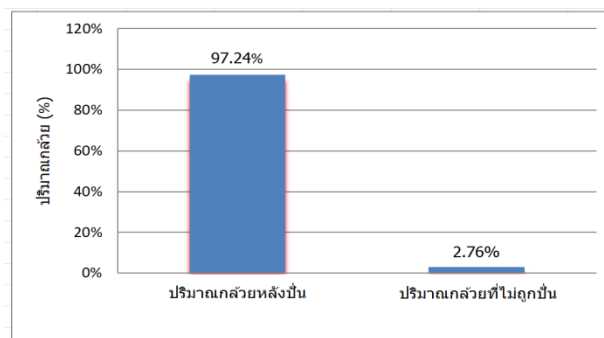
ตารางที่ 1 ผลการทดลองเครื่องปั่นกล้วยสุก ด้วยใบมีดแบบตรง

ครั้งที่	กล้วยสุก (กรัม)	น้ำเปล่า (มิลลิลิตร)	เวลาในการปั่นกล้วยสุก (นาที)	ปริมาณหลังปั่น (กรัม)	ปริมาณกล้วยที่ไม่ถูกปั่น (กรัม)
1	5,000	1,000	1.16	5,814	186
2	5,000	1,000	1.18	5,813	187
3	5,000	1,000	1.16	5,838	162

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่	กล้วยสุก (กรัม)	น้ำเปล่า (มิลลิลิตร)	เวลาในการปั่นกล้วยสุก (นาที)	ปริมาณหลังปั่น (กรัม)	ปริมาณกล้วยที่ไม่ถูกปั่น (กรัม)
4	5,000	1,000	1.19	5,835	165
5	5,000	1,000	1.18	5,832	168
6	5,000	1,000	1.16	5,834	166
7	5,000	1,000	1.18	5,847	153
8	5,000	1,000	1.19	5,850	150
9	5,000	1,000	1.16	5,838	162
เฉลี่ย	5,000	1,000	1.17	5,834	166
เปอร์เซ็นต์	100	100	-	97.24	2.76

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองการปั่นกล้วยสุกด้วยชุดใบมีดแบบตรง มีจำนวน 3 ใบ ความยาวใบมีดด้านบนและใบด้านล่าง ขนาด 4x21 เซนติเมตร ใบมีดตรงกลาง ขนาด 4x19 เซนติเมตร ใช้กล้วยปอกเปลือก 5,000 กรัม น้ำเปล่า 1,000 มิลลิลิตร รวม 6 กิโลกรัม น้ำหนักกล้วยหลังปั่นเฉลี่ยอยู่ที่ 5.834 กิโลกรัม คิดเป็น 97.24 เปอร์เซ็นต์ เวลาในการปั่นเฉลี่ยอยู่ที่ 1.17 วินาที ปริมาณกล้วยที่ไม่ถูกปั่น เฉลี่ยอยู่ที่ 166 กรัม คิดเป็น 2.76 เปอร์เซ็นต์ ด้วยความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที



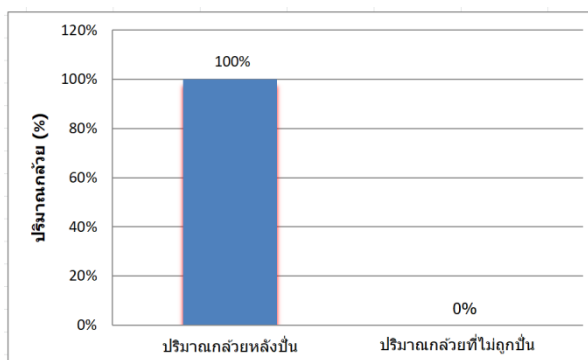
รูปที่ 4 แสดงผลการทดลองเครื่องปั่นกล้วยสุกด้วยชุดใบมีดแบบตรง

จากกราฟที่ 1 ผลการทดลองการปั่นกล้วยสุกด้วยชุดใบมีดแบบตรง มีจำนวน 3 ใบ ความยาวใบด้านบนและใบด้านล่าง ขนาด 4x21 เซนติเมตร ใบตรงกลาง ขนาด 4x19 เซนติเมตร ใช้กล้วยปอกเปลือก 5,000 กรัม น้ำเปล่า 1,000 มิลลิลิตร รวม 6 กิโลกรัม น้ำหนักกล้วยหลังปั่นเฉลี่ยอยู่ที่ 5.834 กิโลกรัม คิดเป็น 97.24 เปอร์เซ็นต์ เวลาในการปั่นเฉลี่ยอยู่ที่ 1.17 วินาที ปริมาณกล้วยที่ไม่ถูกปั่น เฉลี่ยอยู่ที่ 166 กรัม คิดเป็น 2.76 เปอร์เซ็นต์ ด้วยความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที

ตารางที่ 2 ผลการทดลองเครื่องปั่นกล้วยสุก ด้วยชุดโม่ชนิดแบบโค้ง

ครั้งที่	กล้วยสุก (กรัม)	น้ำเปล่า (มิลลิลิตร)	เวลาในการปั่นกล้วยสุก (วินาที)	ปริมาณหลังปั่น (กรัม)	ปริมาณกล้วยที่ไม่ถูกปั่น (กรัม)
1	5,000	1,000	45.18	5,890	-
2	5,000	1,000	45.57	6,110	-
3	5,000	1,000	47.36	5,930	-
4	5,000	1,000	46.11	6,700	-
5	5,000	1,000	45.94	6,000	-
6	5,000	1,000	45.87	6,000	-
7	5,000	1,000	46.43	5,900	-
8	5,000	1,000	45.10	6,100	-
9	5,000	1,000	47.17	5,980	-
เฉลี่ย	5	1	46.08	6.20	-
เปอร์เซ็นต์	100	100	-	100	-

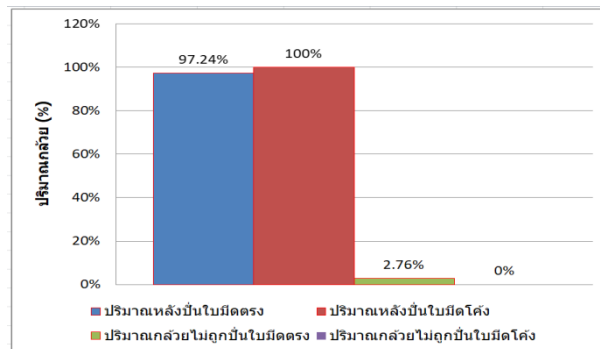
จากตารางที่ 2 ผลการทดลองปั่นกล้วยด้วยชุดโม่ชนิดแบบโค้ง มีจำนวน 3 ใบ ความยาวใบด้านบนและใบมีดด้านล่าง ขนาด 4x21 เซนติเมตร ใบตรงกลาง ขนาด 4x19 เซนติเมตร ปลายใบบนงอขึ้น 170 องศา ปลายใบล่างงอลง 170 องศา ความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที ใช้กล้วยในการทดลอง 5,000 กรัม น้ำเปล่า 1,000 มิลลิลิตร รวม 6 กิโลกรัม น้ำหนักกล้วยหลังปั่นเฉลี่ยอยู่ที่ 6 กิโลกรัม คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เวลาในการปั่นเฉลี่ยอยู่ที่ 46.08 วินาที ปริมาณกล้วยที่ไม่ถูกปั่น เฉลี่ยอยู่ที่ 0 กรัม คิดเป็น 0 เปอร์เซ็นต์ ด้วยความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที น้ำหนักกล้วยสุกที่หายไปเป็นเพราะเนื้อกล้วยติดที่ใบมีดหรือขอบถังปั่นหรือน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเป็นเพราะเนื้อกล้วยจากการปั่นครั้งก่อนติดอยู่ทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้น



รูปที่ 5 ผลการทดลองเครื่องปั่นกล้วยสุก ด้วยชุดโม่ชนิดแบบโค้ง

จากรูปที่ 5 ผลการทดลองปั่นกล้วยด้วยชุดโม่ชนิดแบบโค้ง มีจำนวน 3 ใบ ความยาวใบด้านบนและใบมีดด้านล่าง ขนาด 4x21 เซนติเมตร ตรงกลาง ขนาด 4x19 เซนติเมตร ปลายใบบนงอขึ้น 170 องศา ปลายใบล่างงอลง

170 องศา ความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที ใช้กล้วยในการทดลอง 5,000 กรัม น้ำเปล่า 1,000 มิลลิลิตร รวม 6 กิโลกรัม น้ำหนักกล้วยหลังปั่นเฉลี่ยอยู่ที่ 6 กิโลกรัม คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เวลาในการปั่นเฉลี่ยอยู่ที่ 46.08 วินาที ปริมาณกล้วยที่ไม่ถูกปั่น เฉลี่ยอยู่ที่ 0 กรัม คิดเป็น 0 เปอร์เซ็นต์ ด้วยความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที



รูปที่ 6 ปริมาณหลังปั่นและปริมาณกล้วยที่ไม่ถูกปั่น เปรียบเทียบการปั่นกล้วยสุกด้วยชุดใบมีดแบบตรงและชุดใบมีดแบบโค้ง จำนวน 9 ครั้งเท่ากัน

จากรูปที่ 6 แสดงให้เห็นว่าใช้กล้วยปอกเปลือก 5,000 กรัม น้ำเปล่า 1,000 มิลลิลิตร รวม 6 กิโลกรัม ปริมาณหลังปั่นชุดใบมีดแบบตรงคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 97.24 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกล้วยที่ไม่ถูกปั่น 2.76 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณหลังปั่นชุดใบมีดแบบโค้งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกล้วยที่ไม่ถูกปั่น 0 เปอร์เซ็นต์ ชุดใบมีดแบบโค้งมีน้ำหนักหลังปั่นมากกว่าชุดใบมีดแบบตรง 2.76 เปอร์เซ็นต์และไม่มีปริมาณกล้วยที่ไม่ถูกปั่นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ คือ 0 เปอร์เซ็นต์

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากการทดลองปั่นกล้วยสุกด้วยเครื่องปั่นกล้วยสุก เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องปั่นกล้วยสุก และชุดใบมีดแบบตรง ความยาวใบมีดด้านบนและใบมีดด้านล่าง ขนาด 4x21 เซนติเมตร ตรงกลาง ขนาด 4x19 เซนติเมตร และชุดใบมีดแบบโค้ง มีจำนวน 3 ใบ ความยาวใบบน และใบล่างขนาด 4x21 เซนติเมตร ใบกลาง ขนาด 4x19 เซนติเมตร ปลายใบบนงอขึ้น 170 องศาใบล่างงอลง 170 องศา เพื่อเปรียบเทียบความสามารถของชุดใบมีดทั้ง 2 ชุด น้ำหนักที่หายไปเป็นเพราะเนื้อกล้วยติดที่ใบมีดหรือขอบถังปั่น

จากการทดลองสรุปได้ว่าการปั่นกล้วยสุก ที่ปริมาณรวม 5,000 กรัม ใช้ความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที ชุดใบมีดแบบโค้งมีประสิทธิภาพดีกว่าใบมีดแบบตรง 2.76 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีปริมาณกล้วยที่ไม่ถูกปั่นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 0 เปอร์เซ็นต์ เวลาในการปั่นของชุดใบมีดแบบโค้งน้อยกว่าชุดใบมีดแบบตรง 31.25 วินาที เครื่องปั่นกล้วยสุกที่สร้างขึ้นนี้ สามารถช่วยให้ประหยัดต้นทุน ลดเวลางาน สามารถแปรรูปกล้วยสุกให้เป็นผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็วขึ้น เพิ่มกำลังการผลิต ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ รณฤทธิ์ จันทรศรี และอริกา จันทนปุม (2563) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องกวนไส้ขนมกะหรี่ปั๊บบนชนิดให้ความร้อนด้วยแก๊สไตรเลียมเหลวสำหรับใช้ในชุมชน ได้กล่าวว่า เครื่องจักรที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถช่วยลดเวลาในการทำงาน ลดการใช้แรงงานคนและเพิ่มกำลังการผลิต อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนให้ชุมชนสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ง่ายขึ้นและเป็นการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่มาใช้ในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้กับชุมชน สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนทร สุทธิปาก สันติ ป้อมสุวรรณ และสันติ โคตรหลักเพชร (2562) ที่ได้

ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องกวนมะม่วงสุกชนิดให้ความร้อนด้วยแก๊สปิโตรเลียมเหลวสำหรับใช้ในชุมชน ได้กล่าวว่า เครื่องกวนมะม่วงสุกที่พัฒนาขึ้น ได้นำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีและแก้ปัญหากระบวนการแปรรูปมะม่วง กวนให้กับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหนองแขงพัฒนา อำเภอนองวัวซอ จังหวัดอุดรธานี ซึ่งเป็นการ ส่งเสริมและสนับสนุนให้ชุมชนสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ง่ายขึ้น และเป็นการ นำนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่ เหมาะสมกับพื้นที่มาใช้ในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้กับชุมชน ตามแนวทางปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง สอดคล้องกับงานวิจัยของ อธิรัฐ ลีตระกูล จิระศักดิ์ พิศเพ็ง วิชัย แหวนเพชร และอัษฎา วรรณกายนต์ (2567) ที่ได้ ศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว ได้กล่าวว่า การสร้างเครื่องสับฟางข้าวทำให้ได้ เครื่องจักรกลการเกษตรที่สามารถนำมาช่วยทุ่นแรงและอำนวยความสะดวกในการทำการเกษตร โดยสามารถใช้สับ ฟางข้าวให้มีขนาดเล็กลงเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เช่น การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ การเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัคริน สืบบุญรัตน์ ภูเมศร์ นิยมมาก วัชรภรณ์ จันโสม และนันทพัทธ์ ปัตถัย (2564) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับอเนกประสงค์เพื่อการเกษตร ได้กล่าวว่า การสับด้วยเครื่อง สับอเนกประสงค์ใช้เวลาน้อยกว่าการสับด้วยมือแบบ 1 คนสับ โดยการสับหญ้าเนเปียร์ด้วยเครื่องสับอเนกประสงค์ ลดเวลาจากการสับด้วยมือแบบ 1 คนสับได้ถึง 66.22 % การสับไปไม้สดด้วยเครื่องสับอเนกประสงค์ลดเวลาจากการ สับด้วยมือแบบ 1 คนสับได้ถึง 66.67 % การสับไปไม้แห้งด้วยเครื่องสับอเนกประสงค์ลดเวลาจากการสับด้วยมือแบบ 1 คนสับได้ถึง 65.66 % นั่นคือสามารถลดเวลาในการทำงานลงได้ 2 ใน 3 ของเวลาทำงานปกติ

6. ข้อเสนอแนะ

- 6.1 ควรศึกษาทดลองการปั่นผลไม้ชนิดอื่น
- 6.2 ควรศึกษามุมของใบมีดแบบโค้งในมุมมองศาที่มากหรือน้อยกว่าการวิจัยครั้งนี้

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก นายกองภพ จันทรแดง นายกิตติชนม์ เมืองเกตุ และนายชาติชาย สนเสริม นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ที่ได้ช่วยในการรวบรวมข้อมูลและเก็บข้อมูลผลการทดลองในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- ดวงจันทร์ เสงส์สวัสดิ์. (2557, มกราคม-มีนาคม). “กล้วย คุณค่าล้นทวี ผลไม้ดีคู่สุขภาพ”. *อาหาร*. 44(1) : 15-18.
- รณฤทธิ์ จันทรศิริ และอริกา จันทนปุม (2563) “การพัฒนาเครื่องกวนไส้ขนมกะหรี่ปั๊บนิดให้ความร้อนด้วยแก๊ส ปิโตรเลียมเหลวสำหรับใช้ในชุมชน”. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*. 8 (1) : 75-87
- วิชัย หฤทัยธนาสันติ. (2559). “การใช้ประโยชน์จากกล้วย”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://otop.dss.go.th/index.php/en/knowledge/informationrepack/139-2017-07-04-04-00-08?showall=&start=9>. สืบค้น 8 ตุลาคม 2567.
- สุธิดา อัญญะโพธิ์. (2548). “การแปรรูปกล้วย”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://otop.dss.go.th/index.php/en/knowledge/informationrepack/139-2017-07-04-04-00-08?showall=&limitstart>. สืบค้น 8 ตุลาคม 2567.
- สุนทร สุทธิบาท สันติ ป้อมสุวรรณ และสันติ โคตรหลักเพชร. (2562). “การพัฒนาเครื่องกวนมะม่วงสุกชนิดให้ความ ร้อนด้วยแก๊สปิโตรเลียมเหลวสำหรับใช้ในชุมชน” *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 33*. วันที่ 2-5 กรกฎาคม พ.ศ. 2562 จังหวัดอุดรธานี : AMM-004.

อธิรัช ลีตระกูล จีระศักดิ์ พิศเพ็ง วิชัย แหวนเพชร และอัษฎา วรรณกายนต์. (2567, มกราคม-มิถุนายน).

“การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว” วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์. 9(1) : 126-139.

อัศวิน สืบบุญการณ์ ภูเมศร์ นิยมมาก วัชรภรณ์ จันโสม นันทพัทธ ปัตถัย (2564, มกราคม-มิถุนายน).

“การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับเนกประสงค์เพื่อการเกษตร” วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์. 6(1) : 1-7.

คุณค่าทางวิชาการ

การออกแบบและสร้างเครื่องปั่นกล้วยสุกเป็นการออกแบบและสร้างขึ้น เพื่อช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยได้ใช้ในการแปรรูปกล้วยสุกให้เป็นกล้วยกวน ซึ่งจะช่วยถนอมอาหาร สามารถเก็บไว้ได้นานยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าของสินค้าเกษตรให้มีราคาสูงขึ้น ลดเวลาในการทำงานของเกษตรกร ประหยัดต้นทุน สามารถแปรรูปกล้วยสุกให้เป็นผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็วขึ้น เพิ่มกำลังการผลิต ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น

เครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนในเมล็ดพันธุ์ข้าว

ทิพธดา ภู่มาลา¹ ทรงเศก บัวปรอท² ธงชัย ฉายอรุณ³ สยามรัฐ เพิกอาภรณ์⁴ เฉลียว เกตุแก้ว^{5*}

คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี^{12345*}

อีเมล : chaliew.k@rmutsb.ac.th^{5*}

วันที่รับบทความ 2 พฤศจิกายน 2567

วันแก้ไขบทความ 20 ธันวาคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ 25 ธันวาคม 2567

บทคัดย่อ

เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกที่เกษตรกรเก็บไว้ในการเพาะปลูกนั้นจำเป็นต้องผ่านการคัดแยกสิ่งเจือปน เช่น แกลบ หิน ดิน หวายและฝุ่นต่างๆ บทความนี้นำเสนอการก่อสร้างเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนเพื่อความสะดวกในการคัดแยกสิ่งเจือปนดังกล่าวออกจากเมล็ดพันธุ์ข้าวปลูก โดยเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากเมล็ดพันธุ์ข้าวเครื่องนี้ ใช้ระบบตะแกรงแบบโยกרון 2 ตะแกรง 3 ชั้น ในการคัดแยก โดยชั้นที่ 1 เป็นตะแกรงรูวงรียาวใช้คัดแยกสิ่งเจือปนที่มีขนาดใหญ่กว่าเมล็ดข้าวเปลือก ชั้นที่ 2 เป็นตะแกรงรูกกลมที่รองรับเมล็ดข้าวเปลือก และชั้นที่ 3 เป็นถาดรองเศษสิ่งเจือปนที่มีขนาดเล็กกว่าเมล็ดข้าวเปลือกซึ่งจะตกมาจากตะแกรงชั้นที่ 2 โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแทนระบบเครื่องยนต์หรือแรงคน โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ยังไม่ได้ทำการคัดแยกสิ่งเจือปนหลังจากเก็บเกี่ยวจากท้องนาจะถูกนำมาคัดแยกเพื่อให้เมล็ดพันธุ์ข้าวมีความสะอาดด้วยเครื่องคัดแยก ทำการผสมสิ่งเจือปนที่ได้จากการคัดแยกกลับลงไปนในเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยอัตราส่วน 9:1 แล้วทำการคัดแยกด้วยเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปน พบว่าให้ผลการคัดแยกสิ่งเจือปนได้เฉลี่ย 83.8 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดระยะเวลา ลดแรงงานคนและประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าการใช้เครื่องยนต์ รวมถึงมีตัวครอบสายพานทำให้มีความปลอดภัยขณะเครื่องกำลังทำงาน ทั้งนี้ยังสามารถวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ค่า Power Factor และคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าได้ โดยทำการทดลองหาขนาดแรงม้าของมอเตอร์ในการใช้งาน เพื่อให้ได้มอเตอร์ที่เหมาะสม และทำให้ได้พันธุ์ข้าวที่สะอาดเหมาะสมแก่เกษตรกรนำไปเพาะปลูก

คำสำคัญ : เครื่องคัดแยก ข้าวเปลือก

Impurity Separating Machine for Paddy Rice

Tiplada Pumala¹, Songsake Buaparot², Tongchai Chayarung³, Siamrat Phonkaphon⁴,
Chaliew Ketkaew^{5*}

Faculty of Engineering and Architecture,
Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Suphanburi Campus^{1,2,3,4,5*}
E – mail : chaliew.k@rmutsb.ac.th^{5*}

Received 2 November 2024

Revised 20 December 2024

Accepted 25 December 2024

Abstract

The paddy seeds stored by farmers in cultivation need to be sorted through impurities such as husks, rocks, soil, sand and dust. The aim of this paper is to create an impurity separating machine to facilitate the separation of such impurities from the seeds of cultivated rice. This machine can sort impurities out of rice seeds. It has a 2-sieve, 3-layer system used for separation. The first layer was a long oval sieve used for separation of impurities larger than paddy, the second layer was a small circle hole sieve that receives the paddy, and the third layer is a tray to collect impurities that are smaller than paddy rice. It will fall from the second sieve. Induction motor is used instead of an engine and human power. Rice seeds that have not yet been sorted after harvest from the fields are sorted to keep the rice clean with this machine. Mix the impurities obtained from the sorting back into the grain with a ratio of 9:1 and then sort them with an impurity sorting machine. It was found that the result of impurities separation was 83.8 percent on average. This machine can reduce time, reduce labor and save cost than using the engine, including having a belt cover and circuit breaker to make it safe while the machine is working. It can also measure electrical parameters such as voltage, current, power factor and calculate electric energy values. By test install to find the size of the motor that is right for use. Get the right motor and make clean rice varieties for farmers to cultivate.

Keywords : Separating Machine, Paddy Rice

1. บทนำ

ในการทำการเกษตรในปัจจุบันความต้องการในการเพิ่มผลผลิตและการแข่งขันที่สูงขึ้น มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการทำการเกษตรหลายอย่าง มีการนำเข้าเครื่องจักรมาช่วยในการทำนาข้าวและช่วยในการเก็บเกี่ยวข้าว เช่น มีรถนวดเข้ามามีช่วยในการทำนา ซึ่งช่วยลดระยะเวลาและแรงงานคนในการนวดข้าวแบบดั้งเดิมที่นำฟ่อนข้าวมาตีเพื่อทำให้เมล็ดข้าวร่วงออกจากรวง ปัจจุบันมีรถเกี่ยวข้าว ทำให้สามารถเกี่ยวข้าวได้ประมาณ 30-50 ไร่ต่อวัน อย่างไรก็ตามปัญหาจากการใช้รถเกี่ยวข้าวคือมีสิ่งเจือปนในเมล็ดข้าวเปลือก ซึ่งพบมากในการทำนาหว่านมากกว่าการทำนาดำ ซึ่งรถเกี่ยวข้าว นั้น ไม่สามารถที่จะเลือกเกี่ยวเฉพาะต้นข้าวได้เหมือนกับใช้แรงงานจากคนเก็บเกี่ยว ดังนั้นวัชพืชที่ปะปนในแปลงข้าวจึงปะปนมากับเมล็ดข้าวเปลือกที่ทำการเก็บเกี่ยว เนื่องจากระบบการทำงานของรถเกี่ยว ใช้ลมทำความสะอาดเมล็ดข้าวเปลือกของรถเกี่ยวทำการเป่าเส้นฟางและวัชพืชขึ้นใหญ่ จะไม่สามารถที่จะเป่าเศษวัชพืชขึ้นเล็กๆออกไปได้ กรณีถ้าเพิ่มความแรงของลมอาจจะทำให้เมล็ดข้าวเปลือกถูกเป่าออกไปด้วย ทำให้ยังคงมีเศษวัชพืชสิ่งเจือปนที่มีขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับเมล็ดข้าวเปลือกปะปนอยู่ จึงต้องมีการคัดแยกสิ่งเจือปนก่อนที่จะนำข้าวไปสี ขั้นตอนคัดแยกโดยใช้เครื่องสีฟัดในสมัยก่อนมีหลายขั้นตอนก่อให้เกิดความล่าช้าทำให้เสียเวลาในการคัดแยก ฟางข้าว เศษวัสดุจากพืช

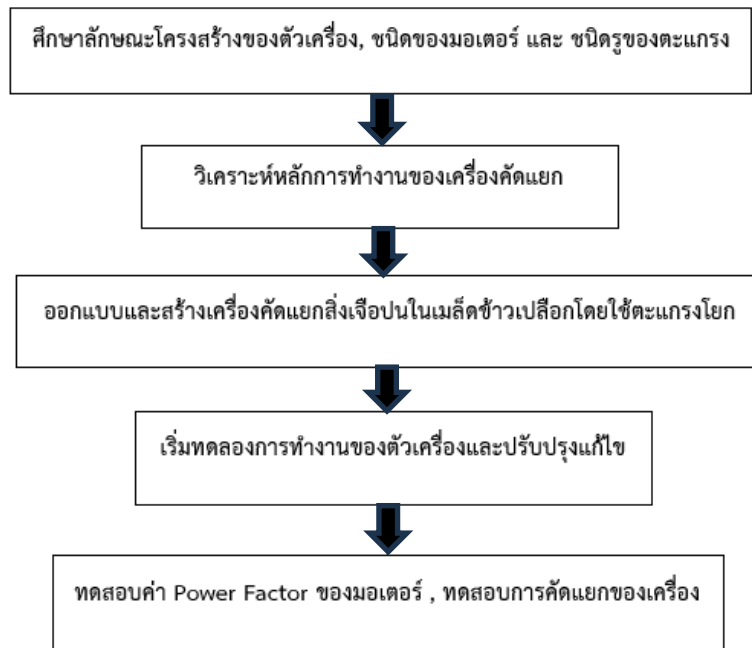
การทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ข้าวหรือการคัดแยกสิ่งเจือปนเพื่อช่วยทำให้เมล็ดพันธุ์สะอาด ได้แก่ การใช้ลมในการคัดแยก (วรารักษ์ ชนะพรมมา.2565) การใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนการคัดแยกและขับพัดลมเพื่อเป่าสิ่งเจือปนโดยการปรับความเร็วของลม (รพีพรรณ เหล็กหมื่นไวย.2562) การคัดแยกกรวดในกระบวนการสีข้าวด้วยการปรับความเร็วรอบของตะแกรงสั่น (ประเสริฐศักดิ์ ภักดิ์วงศ์.2560) และหลักการเครื่องคัดแยกทำความสะอาดข้าวเปลือกโดยใช้ตะแกรงสั่นนั้นนำไปประยุกต์ใช้กับการคัดแยกกับผลิตภัณฑ์ข้าวแปรรูปอื่นได้ เช่น ข้าวตอก (จาริณี จงปลื้มปิติ และคณะ.2561) การใช้ลมและตะแกรงร่อนคัดแยกสิ่งปนเปื้อนในเมล็ดข้าวฟาง (K.J. Simonyan et al.2008) ในการรักษาพันธุ์ข้าวและจัดส่งพันธุ์ข้าว นั้นต้องจัดการไม่ให้มีเมล็ดวัชพืชปะปนในข้าว (C.C. Huelma et al.1996) คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาและพัฒนาเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนและเศษวัชพืชออกจากเมล็ดข้าวเปลือกให้สะอาด จำแนกชั้นส่วนเป็นโครงหลักของตัวเครื่อง ชนิดของมอเตอร์ ตะแกรงร่อน และถาดหลักชั้นล่างสุด โดยมีหลักการทำงานคือ จะใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง มีสายพานเป็นตัวส่งกำลังไปยังเพลาลูกเบี้ยวเพื่อทำให้ตะแกรงเกิดการโยกและร่อนเมล็ดข้าวเปลือก 2 ตะแกรงร่อน 3 ชั้น พัฒนาจากเครื่องคัดแยกก่อนหน้านี้ที่เคยสร้างขึ้นเป็นแบบ 1 ตะแกรงโยก 2 ชั้น (ภาคภูมิ แก้วกระจ่าง และคณะ. 2561) โดยมีขนาดมอเตอร์ต้นกำลังที่ลดลงจากเดิม เมื่อเครื่องทำงานแล้วทำการเทเมล็ดข้าวเปลือก ข้าวเปลือกจะไหลผ่านช่องปล่อยเมล็ดข้าว มายังตะแกรงและจะทำการโยกเพื่อร่อนข้าวเปลือก ข้าวเปลือกจะลงมาตะแกรงชั้นสอง สิ่งเจือปนที่มีขนาดใหญ่กว่าเมล็ดข้าวเปลือกก็จะติดอยู่บนตะแกรงชั้นแรก ส่วนเมล็ดข้าวเปลือกก็จะผ่านลงมาอยู่ที่ตะแกรงชั้นที่ 2 และส่วนชั้นล่างจะเป็นสิ่งเจือปนที่เล็กกว่าเมล็ดข้าวเปลือก ก็จะหลุดหล่นลงไปในที่เก็บสิ่งเจือปนชั้นล่างสุด

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกแบบตะแกรงร่อน โดยเลือกขนาดมอเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับเป็นต้นกำลังสำหรับเครื่องคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือก

3. วิธีการวิจัย

3.1 วิธีดำเนินงาน



รูปที่ 1 วิธีดำเนินงาน

จากรูปที่ 1 ดำเนินงานตามขั้นตอนเริ่มตั้งแต่ศึกษาลักษณะโครงสร้างของตัวเครื่องคัดแยกเลือกชนิดของมอเตอร์ และคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ต้นกำลังด้วยสมการที่ (1) ซึ่งเป็นสมการหาขนาดของแรงบิดจากขนาดของพูลเลย์ จากนั้นนำแรงบิดมาคำนวณด้วยสมการที่ (2) เพื่อหากำลังไฟฟ้า และสมการที่ (3) เพื่อหาขนาดแรงม้าของมอเตอร์ โดยสมการที่ (4) เป็นการคำนวณอัตราทด เลือกชนิดของรูตะแกรงโยกที่เหมาะสมกับขนาดเมล็ดข้าวและสิ่งเจือปน ออกแบบและจัดสร้าง ทดสอบการทำงาน อัตราการคัดแยก บันทึกผลค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า รวมทั้งคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้า

3.2 การคำนวณแรงบิดและกำลังไฟฟ้า

$$T = \frac{(\mu F_A + mg)D}{2i} \quad (1)$$

เมื่อ T = แรงบิด (N.m) F_A = แรงกระทำจากภายนอก ($F=mg$), m = มวลของวัตถุ (kg)

μ = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (0.05), D = เส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์ที่ใช้ขับโหลด

g = ค่าความเร่งสู่พื้นโลก (9.81 m/s), i = อัตราทด (4.7 อยู่ในย่านที่เหมาะสมของความเร็วตะแกรงโยก 300-350 ครั้ง/นาที โดยความเร็วรอบมอเตอร์เป็น 1450 rpm)

$$P = 2\pi T \left(\frac{n}{60} \right) \quad (2)$$

เมื่อ P = กำลังไฟฟ้า (W), T = แรงบิด (N-m), n = ความเร็วรอบ (rpm)

$$HP = \frac{P}{746} \quad (3)$$

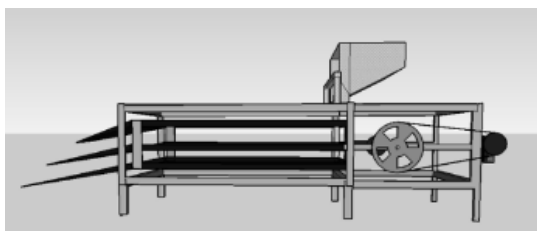
เมื่อ HP คือ แรงม้า (1 HP = 746 W), P คือ กำลังไฟฟ้า (W)

$$\text{อัตราทด} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (4)$$

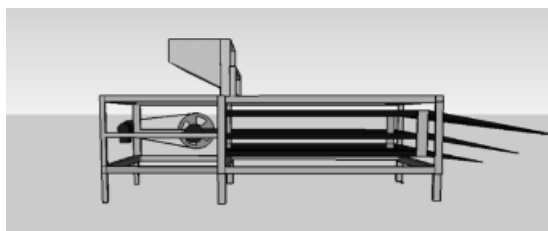
เมื่อ N_1 = ความเร็วรอบของมอเตอร์, N_2 คือ ความเร็วรอบของเพลลา

D_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์มอเตอร์, D_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์ขับเคลื่อน

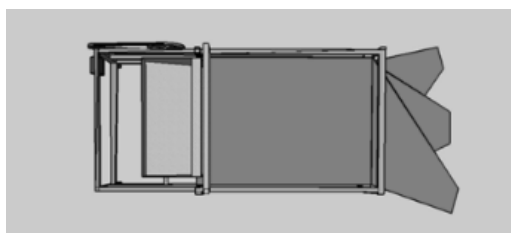
3.3 โครงสร้างเครื่อง



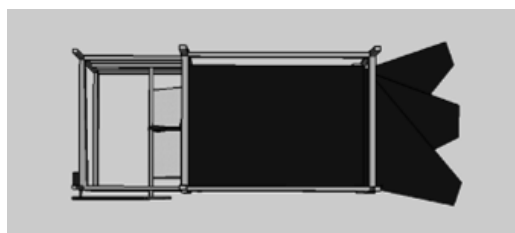
ด้านขวา



ด้านซ้าย



ด้านบน



ด้านล่าง

รูปที่ 2 โครงสร้างเครื่องตัดแยกสิ่งเจือปนในเมล็ดพันธุ์ข้าว

จากรูปที่ 2 เป็นโครงสร้างเครื่องตัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกด้านหน้า ด้านหลัง ด้านซ้ายขวา ด้านบนและด้านล่าง แบบ 3 ชั้น 2 ตะแกรง



รูปที่ 3 เครื่องคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือก

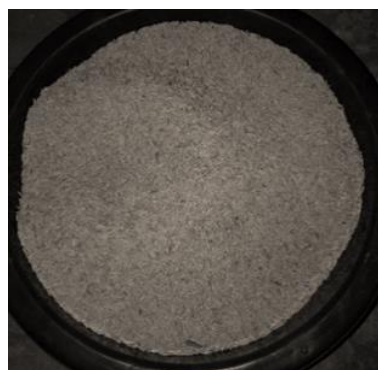
รูปที่ 3 เป็นเครื่องสำหรับคัดแยกสิ่งเจือปนในเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกที่มีต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/4 แรงม้า ซึ่งมีกำลังเพียงพอต่อการขับเคลื่อนโยกเพื่อคัดแยกสิ่งเจือปน ได้แก่ เศษฟาง เศษผงต่างๆออกจากเมล็ดพันธุ์ข้าว

4. ผลการวิจัย

4.1 ข้าวเปลือกที่มีสิ่งเจือปนและข้าวเปลือกหลังคัดแยกสิ่งเจือปน



ข้าวเปลือกก่อนการคัดแยก



ข้าวเปลือกหลังการคัดแยก

รูปที่ 4 ตัวอย่างข้าวเปลือกก่อนและหลังการคัดแยกด้วยเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนในเมล็ดพันธุ์ข้าว

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบคัดแยกข้าวเปลือก

ครั้งที่	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	เวลา (นาท)	อัตราการ คัดแยก (กิโลกรัม/ นาท)	แรงดัน ไฟฟ้า (V)	กระแส ไฟฟ้า (A)	กำลัง ไฟฟ้า (Watt)	Power factor ($\cos \Phi$)
1	10	2:36	3.84	229.4	1.99	138	0.357
2	10	2:21	4.25	229.4	1.94	137	0.357
3	10	2:23	4.20	229.3	1.94	140	0.350
4	10	2:40	3.75	229.5	2.01	136	0.356
5	10	2:22	4.22	229.3	1.98	137	0.352
6	10	2:36	3.84	229.7	1.96	136	0.357
7	10	2:20	4.29	229.1	1.94	136	0.356
8	10	2:20	4.29	229.1	1.97	135	0.357
9	10	2:33	3.92	229.3	2.00	137	0.350
10	10	2:41	3.72	229.8	1.94	138	0.354
11	10	2:40	3.75	229.3	1.96	140	0.356
12	10	2:30	4.00	228.9	1.95	138	0.357
13	10	2:22	4.23	229.6	1.95	140	0.356
14	10	2:40	3.75	229.4	2.01	137	0.357
15	10	2:35	3.87	229.4	1.94	138	0.354
เฉลี่ย	10	2:31	3.99	229.4	1.96	137.6	0.355

จากตารางที่ 1 เป็นผลการทดสอบเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนในเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกด้วยการทดสอบข้าวเปลือกตัวอย่างที่ได้จากกรณีเกี่ยวข้าวจำนวน 10 กิโลกรัม โดยจับเวลาในการคัดแยกเพื่อคำนวณอัตราการคัดแยกสิ่งเจือปน และสังเกตผลการคัดแยกสิ่งเจือปนโดยพิจารณาลักษณะการเจือปนเศษฟางและเศษผงต่าง ๆ ในข้าวก่อนและหลังการคัดแยกทั้ง 15 ครั้งในการทดสอบ ค่า Power Factor หรือตัวประกอบกำลังไฟฟ้ามีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากภาระทางไฟฟ้าของมอเตอร์ คือ ปริมาณของเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกที่นำมาคัดแยกมีน้ำหนักไม่มาก ภาพตัวอย่างข้าวเปลือกก่อนและหลังการคัดแยก ดังรูปที่ 4 โดยก่อนการคัดแยกมีเศษวัสดุปนอยู่ในข้าวเปลือกและหลังจากนำพันธุ์ข้าวผ่านเครื่องคัดแยกแล้ว เมล็ดพันธุ์ข้าวมีลักษณะสะอาดปราศจากเศษวัสดุเจือปน

ตารางที่ 2 การคัดแยกข้าวเปลือกน้ำหนักรวม 10 กิโลกรัม โดยข้าวสะอาด 9 กิโลกรัม และสิ่งเจือปน 1 กิโลกรัม

ครั้งที่	น้ำหนักข้าวเปลือกและสิ่งเจือปน (กิโลกรัม)	อัตราการคัดแยก (กิโลกรัม/นาที่)	น้ำหนักของข้าวเปลือกหลังการคัดแยก (กิโลกรัม)	น้ำหนักของสิ่งเจือปนหลังการคัดแยก (กิโลกรัม)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
1	10	4.05	9.102	0.898	89.8
2	10	3.87	9.054	0.946	94.6
3	10	4.08	9.119	0.881	88.1
4	10	3.87	9.289	0.711	71.1
5	10	3.75	9.201	0.799	79.9
6	10	3.79	9.125	0.875	87.5
7	10	4.28	9.211	0.789	78.9
8	10	3.75	9.117	0.883	88.3
9	10	4.13	9.105	0.892	89.2
10	10	4.08	9.216	0.784	78.4
11	10	4.22	9.202	0.798	79.8
12	10	3.89	9.140	0.860	86.0
13	10	3.75	9.231	0.769	76.9
14	10	3.87	9.124	0.876	87.6
15	10	4.25	9.189	0.811	81.1
เฉลี่ย	10	3.98	9.16	0.84	83.8

จากตารางที่ 2 เป็นผลการทดสอบการคัดแยกสิ่งเจือปนในเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกจำนวน 10 กิโลกรัม โดยทำการผสมระหว่างข้าวเปลือกสะอาด 9 กิโลกรัมและสิ่งเจือปนอีก 1 กิโลกรัม ที่ประกอบด้วยเศษฟางข้าว และเมล็ดวัชพืช ทดสอบการคัดแยกด้วยเครื่องแล้วชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกและสิ่งเจือปนหลังการคัดแยก คำนวณอัตราการคัดแยกข้าวเปลือกต่อเวลาและเปอร์เซ็นต์การคัดแยกสิ่งเจือปน

5. อภิปรายผลและสรุปผล

เครื่องนี้พัฒนามาจากเครื่องเดิมที่มีขนาดมอเตอร์ 1/3 แรงม้าโดยเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้มอเตอร์ต้นกำลังมีขนาดที่เล็กลงกว่าเดิม โดยอัตราทดของพูลเลย์ 1 ต่อ 4.7 ซึ่งเป็นอัตราทดที่คำนวณได้จากการทดสอบความเร็วในการโยกตะแกรงที่เหมาะสม โดยปล่อยข้าวเปลือกและสิ่งเจือปนที่มีน้ำหนักรวม 10 กิโลกรัม ผ่านตะแกรงโยกอย่างต่อเนื่อง จากการทดสอบดังกล่าวเครื่องคัดแยกใช้กำลังไฟฟ้า 137.6 วัตต์ และมีค่าตัวประกอบกำลัง 0.355 เป็นเครื่องแบบ 2 ตะแกรง 3 ชั้น ซึ่งของเดิมเป็นแบบ 1 ตะแกรง 2 ชั้น การทดสอบพบว่าสามารถคัดแยกสิ่งเจือปนในเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกได้ 83.8 เปอร์เซ็นต์ และหากมีการพัฒนาเครื่องต่อไป สามารถนำระบบลมมาช่วยในการคัดแยกคาดว่าจะให้ผลดียิ่งขึ้น

6. ข้อเสนอแนะ

ศึกษาการประยุกต์ใช้ตัวควบคุมความเร็วของมอเตอร์แทนการเปลี่ยนอัตราทด และศึกษาการเพิ่มระบบลมสำหรับเป่าสิ่งเจือปนที่มีขนาดเล็กกว่าข้าวเปลือก

เอกสารอ้างอิง

- จาริณี จงปลื้มปิติ และคณะ. (2561,มกราคม). “การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกข้าวตอก.”
วารสารเกษตรพระวรุณ 15(1) : 229-237.
- ประเสริฐศักดิ์ รักติวงศ์ และคณะ. (2560). “การพัฒนาเครื่องคัดแยกกรวดในกระบวนการสีข้าวขนาดเล็ก.”
การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน 156-163.
- ภาคภูมิ แก้วกระจ่าง และคณะ (2561). การศึกษาเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากข้าวเปลือก, ปริญญาพนธ์
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี.
- รพีพรรณ เหล็กหมื่นไวย. (2562,กรกฎาคม.) “การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เครื่องทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์
 ข้าวในครัวเรือน.” **วารสารบริหารธุรกิจอุตสาหกรรม. 1(2) : 36-46.**
- วรารณ ชนะพรมมา. (2565, มกราคม). “การศึกษาปัจจัยของเครื่องทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยวิธีการ
 ออกแบบการทดลอง.” **วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. 5(1) : 40-47.**
- K.J. Simonyan and Y.D. Yijiep (2018.) “Investigating Grain Separation and Cleaning Efficiency
 Distribution of a Conventional Stationary Rasp-bar Sorghum Thresher”, **Agricultural
 Engineering Department, Michael Okpara University of Agriculture, P M B 7267.**
 Umudike-Umuahia. Nigeria. 1-12.

คุณค่าทางวิชาการ

ผู้สนใจสามารถพิจารณานำข้อมูลการจัดสร้าง ตลอดจนทั้งโครงสร้างเครื่องรวมทั้งผลการทดสอบของเครื่องคัด
 แยกสิ่งเจือปนในเมล็ดพันธุ์ข้าวนี้นำไปประยุกต์ใช้เพื่อจัดสร้างเครื่องไว้ใช้งานในครัวเรือนหรือใช้งานร่วมกันในชุมชน
 สำหรับคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวเพื่อเก็บรักษาหรือคัดแยกสิ่งเจือปนในข้าวเปลือกก่อนนำไปขัดสีเพื่อ บริโภค
 หรือจำหน่ายเชิงพาณิชย์

เครื่องปั๊มอัดขยะขนาดเล็ก ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก

อิษฎ์ รานอก¹ ธาดา คำแดง² วิจิตกร คำรัตน์^{3*}

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี¹

สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี^{2,3*}

อีเมล : wijitkon.k@lawasri.tru.ac.th ^{3*}

วันที่รับบทความ 24 กรกฎาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 5 ธันวาคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ 11 ธันวาคม 2567

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องปั๊มอัดขยะขนาดเล็ก ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก 2) เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องปั๊มอัดขยะขนาดเล็ก ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก 3) เพื่อปรับปรุงระบบการจัดการขยะออกแบบเครื่องปั๊มอัดขยะขนาดเล็ก ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก โดยประยุกต์ใช้อุปกรณ์ที่มีจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาด อีกทั้งลดต้นทุนการผลิต เพื่อเป็นเครื่องต้นแบบให้กับชุมชน เนื่องจากตัวเครื่องปั๊มอัดขยะมีราคาที่สูง ขนาดใหญ่ และต้องการระบบไฟฟ้า 3 เฟส ซึ่งทำให้กลุ่มชุมชน หรือวิสาหกิจชุมชน ไม่สามารถนำมาใช้กับชุมชนของตนเองได้

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงได้ทำการออกแบบระบบปั๊มอัดขยะโดยใช้กระบอกไฮดรอลิกขนาด 5 ตัน ระยะชักที่ 1.4 เมตร โดยควบคุมผ่านคอนโทรลล่าว 1 แกน และใช้ปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกที่ถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 1.5 แรงม้า และในส่วนระบบไฟฟ้าจะออกแบบตู้ควบคุมมอเตอร์ แรงดัน 220 โวลต์ มีโอเวอร์โวลต์รีเลย์ป้องกันมอเตอร์ ผลที่ได้จากการทดลองพบว่าตัวเครื่องที่ออกแบบสามารถปั๊มอัดขวดพลาสติก กระดาษลัง ให้มีปริมาตรลดลงได้กว่า 70 เปอร์เซ็นต์ และระบบที่ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : เครื่องปั๊มอัดขยะขนาดเล็ก โอเวอร์โวลต์รีเลย์



Small Garbage Compactor Controlled by Hydraulic System

Itt Ranok¹, Tada Comedang², Wijitkon Khumrath^{3*}

Department of Industrial Technology Faculty of Industrial Technology

Thepsatri Rajabhat University^{1*}

Department of Industrial Arts Faculty of Industrial Technology

Thepsatri Rajabhat University^{2,3*}

E – mail: wijitkon.k@lawasri.tru.ac.th^{3*}

Received 24 July 2024

Revised 5 December 2024

Accepted 11 December 2024

Abstract

The objective of this research project is to 1) Design and create a small-scale hydraulic-controlled compacting machine for waste compression. 2) Transmit the technology of a small-scale hydraulic-controlled waste compacting machine. 3) Enhance waste management systems by designing a small-scale hydraulic-controlled waste compacting machine using commercially available components. Additionally, the aim is to reduce production costs to provide a prototype machine to communities. This is because existing waste compacting machines are expensive, large, and require a three-phase electrical system, making it impractical for community or local cooperative use.

Therefore, this research project has designed a waste compaction system using a 5-ton hydraulic cylinder with a stroke length of 1.4 meters. The system is controlled through a 1axis control valve and powered by a 1.5 horsepower motor-driven hydraulic pump. As for the electrical system, a control cabinet is designed to operate at 220 volts, incorporating overload relays to protect the motor.

Keywords : Small Garbage Compactor, Overload Relay

1. บทนำ

ปี พ.ศ. 2566 ประเทศไทยมีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณ 26.95 ล้านตัน หรือประมาณ 73,840 ตัน/วัน กระจายตัวตามภูมิภาคต่าง ๆ มีอัตราการเกิดขยะมูลฝอย เมื่อเทียบกับจำนวน ประชากรตามทะเบียนราษฎร ปี พ.ศ. 2566 ของกรมการปกครอง เฉลี่ยเท่ากับ 1.12 กิโลกรัม/คน/วัน เมื่อพิจารณาภาพรวมการจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น 26.95 ล้านตัน พบว่า ถูกจัดการภายในบ้านเรือนโดยชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลหรือพื้นที่ที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นยังไม่มีบริการเก็บขน 2.0 ล้านตัน (ร้อยละ 8 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) ถูกคัดแยกเพื่อนำกลับไปใช้ประโยชน์จากบ้านเรือนและแหล่งกำเนิด 4.80 ล้านตัน (ร้อยละ 18 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) โดยกระบวนการซาเล้งและบ้านเรือนจะนำไปจำหน่ายให้กับร้านรับซื้อของเก่า ขยะมูลฝอยที่เหลือประมาณ 20.15 ล้านตัน (ร้อยละ 74 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) จะถูกเก็บขนโดยรถบรรทุกเก็บขนขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หรือเอกชนซึ่งได้รับอนุญาตหรือมอบหมายจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการให้บริการเก็บขนขยะมูลฝอยแทน เพื่อนำไปยังสถานที่คัดแยกขยะมูลฝอยหรือสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยและขยะมูลฝอยประมาณ 4.51 ล้านตัน (ร้อยละ 16 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) ถูกคัดแยกในระหว่างการเก็บขนหรือภายในสถานที่คัดแยกขยะมูลฝอย ส่วนที่เหลือประมาณ 15.64 ล้านตัน (ร้อยละ 58 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) ถูกนำไปกำจัด ณ สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยซึ่งพบว่า มีขยะมูลฝอยได้รับการกำจัดอย่างถูกต้องประมาณ 10.17 ล้านตัน (ร้อยละ 38 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) และส่วนที่เหลือประมาณ 5.47 ล้านตัน (ร้อยละ 20 ของ ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) ถูกนำไปกำจัดอย่างไม่ถูกต้อง (กรมควบคุมมลพิษ. 2566)

จากข้อมูลที่ผ่านมาข้างต้นพบว่า การนำขยะไปจำหน่ายให้กับร้านรับซื้อของเก่า มีปริมาณสูงถึง ร้อยละ 74 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น อาจเนื่องจากการส่งเสริม รมรรงค์ และผลักดันให้ กับภาคประชาชน ภาคเอกชน และผู้ประกอบการ และภาครัฐโดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการเพิ่มศักยภาพด้านการลด คัดแยก และใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยทั้งในระดับชุมชน และหลังจากการเก็บขนขยะมูลฝอย และการยกระดับสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยให้สามารถดำเนินการได้อย่างถูกต้องที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมผลักดันอย่างเข้มข้นส่งผลให้ปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกจัดการอย่างถูกต้อง เพื่อให้การจัดการขยะมูลฝอยของประเทศมีการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง และเป็นไปตามเป้าหมายของแผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ต้นทาง คือ การลดปริมาณขยะและการส่งเสริมการคัดแยกขยะที่ต้นทาง กลางทาง คือ การจัดทำระเบียบเก็บและขนอย่างมีประสิทธิภาพ และปลายทางคือ ขยะมูลฝอยที่ได้รับการกำจัดอย่างถูกต้อง ตามหลักวิชาการ โดยใช้หลักการ “ประชารัฐ” และตัวชี้วัดเป้าประสงค์ ได้แก่ ขยะมูลฝอย ร้อยละ 40 ได้รับการกำจัดอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการทั่วประเทศ ร้อยละ 20 ได้รับการปรับปรุงแก้ไข หรือบำบัดฟื้นฟูขยะมูลฝอยร้อยละ 30 ถูกนำไปใช้ประโยชน์ คร่าวเรือนละ 50 เข้าร่วมเครือข่าย “อาสาสมัครท้องถิ่นรักษาโลก” เพื่อส่งเสริมการจัดการสิ่งปฏิกูลและขยะมูลฝอย หมู่บ้านชุมชนร้อยละ 100 มีการจัดตั้งจุดรวบรวมขยะอันตรายจากชุมชน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ร้อยละ 100 มีภาชนะรองรับมูลฝอยแบบแยกประเภทในสวนสาธารณะและสถานที่ท่องเที่ยวทุกแห่ง (กรมการปกครอง. 2543)

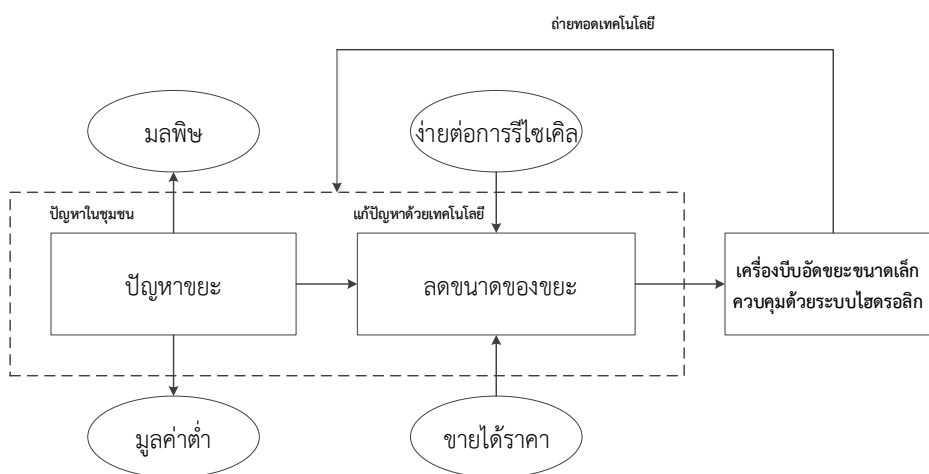
เพื่อให้การดำเนินการตามแผนปฏิบัติการจัดการขยะมูลฝอย บรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จึงจะต้องดำเนินการจัดทำเครื่องบีบอัดขยะขนาดเล็ก ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก เพื่อทำเป็นต้นแบบการจัดการขยะให้กับชุมชน ซึ่งเป็นชุมชนล่งที่ลงนาม MOU กับ 10 องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในการกำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจร โดยจะนำมาทิ้งให้โรงงานไฟฟ้าพลังงานความร้อน ที่ใช้ขยะเป็นเชื้อเพลิงในปริมาณวันละ 200 ตัน

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบีบอัดขยะขนาดเล็ก ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก
- 2.2 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องบีบอัดขยะขนาดเล็ก ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก
- 2.3 เพื่อปรับปรุงระบบการจัดการขยะด้วยเครื่องบีบอัดขยะขนาดเล็ก ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก

3. วิธีการวิจัย

การดำเนินการเพื่อสร้างเครื่องบีบอัดขยะขนาดเล็ก ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดขนาดขยะ เพื่อให้ง่ายต่อการรีไซเคิลและจัดเก็บ โดยมุ่งเน้นให้ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน มีขนาดเล็กและราคาถูกกว่าท้องตลาด โดยมีกรอบการวิจัยดังรูปที่ 1 หลังจากการร่วมวิเคราะห์แนวทางการออกแบบกับทางชุมชน และผู้ประกอบการซื้อ-ขายขยะ และความเหมาะสมกับขนาดก่อนขยะหลังจากการอัดเพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการออกแบบ ซึ่งแรงอัดที่ใช้ในการอัดขยะให้เป็นก้อน จะใช้กระบวนการคิดจากวิธีการหาค่าแรงกดที่กระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ โดยแรงกดนี้จะเกิดจากอุปกรณ์สร้างแรงกด ส่วนพื้นที่ที่รับแรงนั้นจะคิดจากพื้นที่ก่อนขยะในเครื่องอัดที่ได้รับแรงกด



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยของเครื่องบีบอัดขยะขนาดเล็ก

4. ผลการวิจัย

4.1 ขั้นตอนที่ 1 การลงพื้นที่การลงพื้นที่ที่เป้าหมาย ณ องค์การบริหารส่วนตำบลดาวเรือง ตำบลดาวเรือง อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี ร่วมกับผู้นำชุมชน แสดงในรูปที่ 2 เพื่อสำรวจความต้องการของชุมชน และรับรู้ถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน โดยเน้นถึงปัญหาในการจัดการขยะ และร่วมกับชุมชนในการวิเคราะห์ปัญหา โดยให้นักศึกษาใช้ทักษะทางวิศวกรรมสังคมโดยใช้เครื่องมือ และกระบวนการวิศวกรสังคม 5 ด้าน ได้แก่ 1) ฟาประทาน 2) นาฬิกาชีวิต 3) Timeline พัฒนาการ 4) Timeline กระบวนการ 5) M.I.C. Model (เลือกปรับปรุง Modify, ยกระดับ Improve, สร้างเพิ่ม Create) ไปแก้ไข้ปัญหาในชุมชนตามหลักการ PDCA ซึ่งชุมชนได้เสนอปัญหาเรื่องระยะเวลาของผู้ประกอบการที่จะเข้ามารับซื้อขยะในชุมชนที่มีระยะเวลานาน ส่งผลให้ชุมชนพบปัญหาสถานที่จัดเก็บขยะไม่เพียงพอ จากนั้นทางชุมชนและกลุ่มผู้วิจัยจึงได้สรุปแนวทางการแก้ไข้ปัญหาโดยสร้างเทคโนโลยีที่สามารถลดพื้นที่ หรือการเพิ่มศักยภาพในการจัดเก็บขยะของทางชุมชน ซึ่งสามารถสรุปผลกระทบการดำเนินการโครงการ ตามด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

4.1.1 เศรษฐกิจ

- ชาวบ้านมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการขายขยะ
- เป็นแหล่งดูงานด้านวิศวกรรมสังคมและกิจกรรมการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน

4.2.2 สังคม

- เกิดการพัฒนาศักยภาพ นักศึกษา บุคลากร และชุมชน
- เกิดความสัมพันธ์ ความร่วมมือระหว่างชุมชนกับมหาวิทยาลัย
- ลดความเหลื่อมล้ำการใช้พื้นที่ร่วมกัน

4.2.3 สิ่งแวดล้อม

- ได้ปรับปรุงสภาพแวดล้อมของชุมชนให้น่าอยู่เป็นแหล่งเรียนรู้การจัดการขยะ
- เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการขยะ

4.2.4 การวิจัยแบบมีส่วนร่วม

- การค้นหาปัญหา/ความต้องการร่วมกันโดยความร่วมมือของผู้วิจัยตลอดกระบวนการ
- การวิเคราะห์ข้อมูลและสถานการณ์ระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการวิจัย และพัฒนาความ

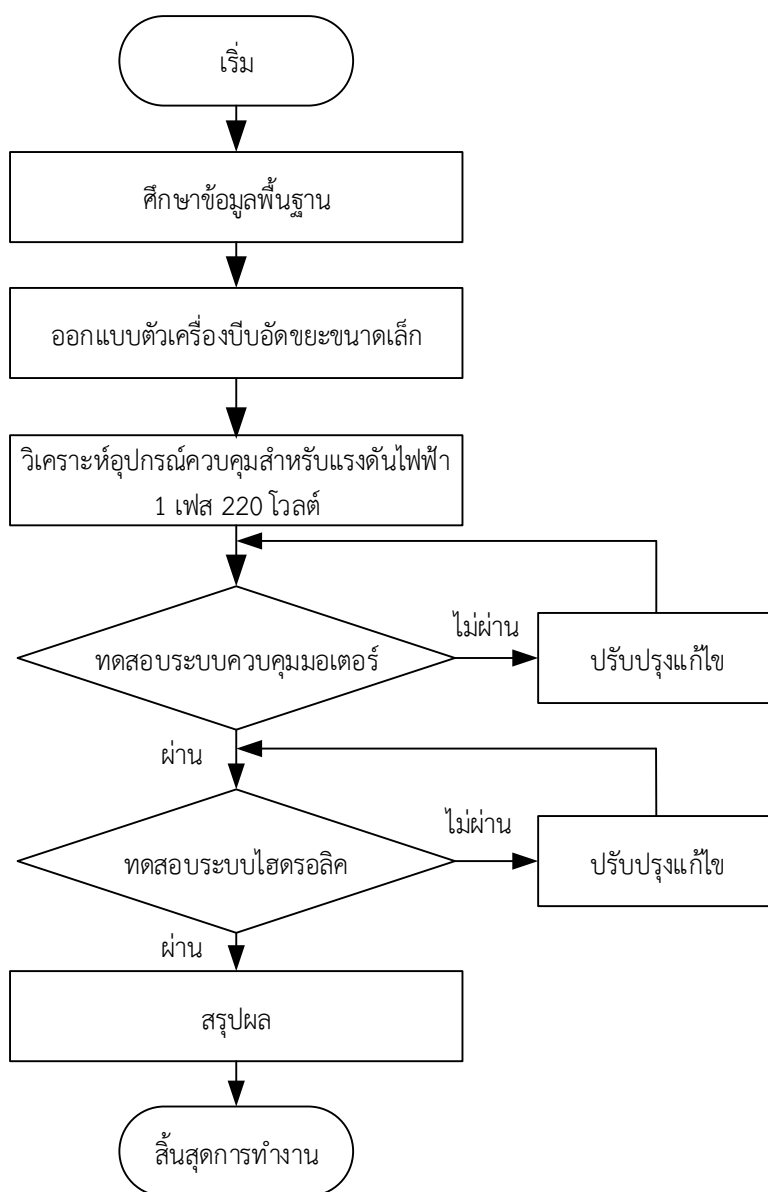
เข้าใจปัญหาและปัจจัยที่เป็นสาเหตุ ที่เกี่ยวข้องขยะที่มีในชุมชน

- การปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม การนำวัสดุเหลือใช้มาสร้างมูลค่าเพิ่ม โดยใช้แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบวิธีการและกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

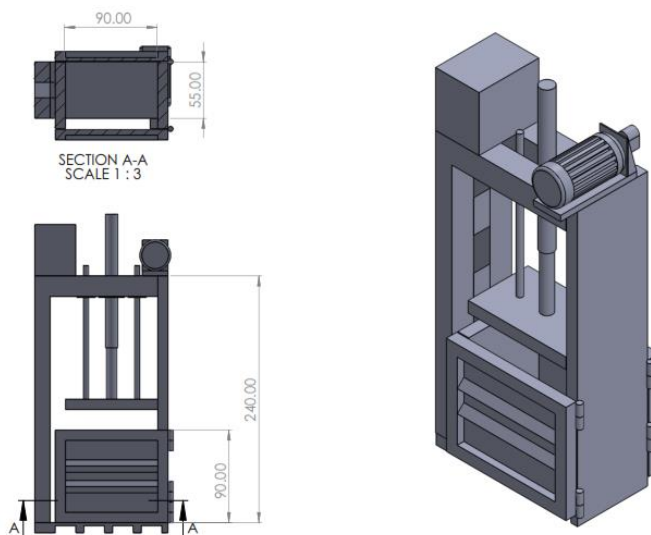


รูปที่ 2 การลงพื้นที่เพื่อสำรวจพื้นที่เป้าหมายและศึกษาชุมชน

4.2 ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบเครื่องบีบอัดขยะขนาดเล็ก ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก จากการสำรวจตัวเครื่องบีบอัดขยะที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด พบว่าเครื่องที่มีจำหน่ายมีราคาสูง ขนาดใหญ่ และต้องการระบบไฟฟ้า 3 เฟส ซึ่งทำให้กลุ่มชุมชน หรือวิสาหกิจชุมชน ไม่สามารถนำมาใช้กับชุมชนของตนเองได้ (ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์. 2557) เนื่องมาจากระบบไฟส่วนใหญ่ที่ชุมชนใช้จะเป็นระบบไฟ 1 เฟส 220 โวลต์ จึงมีแนวคิดในการออกแบบตัวเครื่อง ตามแผนงานดังรูปที่ 3 โดยตัวเครื่องทำจากเหล็กแผ่นหนา 10 มิลลิเมตร ขึ้นรูปโดยการเชื่อมและโครงเป็นส่วนที่เป็นจุดติดตั้งและเป็นฐานของเครื่อง (ภัทร พงศ์กิตติคุณ. 2555) แสดงได้ในรูปที่ 4



รูปที่ 3 แผนผังขั้นตอนการดำเนินการออกแบบเครื่องบีบอัดขยะ



รูปที่ 4 แบบทางวิศวกรรมของเครื่องบีบอัดขยะ

โดยชุดบีบอัดจะประกอบด้วย ถังน้ำมันไฮดรอลิก ปั้มน้ำมัน คอนโทรลลาล์ว 1 แกน กระบอกไฮดรอลิก และชุดควบคุมมอเตอร์ จะประกอบด้วย Main circuit Breaker, Magnetic contactor, Overload Relay, Motor 1.5HP จากนั้นทำการประกอบเครื่องโดยการออกแบบระบบบีบอัดขยะในโครงการนี้จะใช้กระบอกไฮดรอลิกขนาด 5 ตัน ระยะชักที่ 1.4 เมตร โดยควบคุมผ่านคอนโทรลลาล์ว 1 แกน และใช้ปั้มน้ำมันไฮดรอลิก เบอร์ 306 ที่ถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 1.5 แรงม้า แสดงได้ในรูปที่ 5 และในส่วนของผู้ควบคุมมอเตอร์ เพื่อใช้สำหรับการขับเคลื่อนน้ำมันไฮดรอลิก เพื่อใช้สำหรับการบีบอัดขยะแสดงได้ในรูปที่ 6 โดยใช้ได้กับมอเตอร์ขนาด 1.5 แรงม้าแรงดัน 220 โวลต์ มีโอเวอร์โวลต์รีเลย์ป้องกันมอเตอร์ และในรูปที่ 7 แสดงถึงตัวเครื่องที่เสร็จสมบูรณ์โดย การออกแบบเครื่องบีบอัดขยะในโครงการวิจัยนี้ ได้ทำการออกแบบให้ตัวเครื่องสามารถบีบอัดขยะให้มีขนาดก่อนอยู่ที่ สูง 90 เซนติเมตร และกว้าง 55 เซนติเมตร ความสูงของเครื่องอยู่ที่ 240 เซนติเมตร ใช้กับแหล่งจ่ายไฟขนาด 1 เฟส 220 โวลต์



รูปที่ 5 ระบบควบคุมไฮดรอลิก



รูปที่ 6 ตู้ควบคุมมอเตอร์



รูปที่ 7 เครื่องปั๊มอัดขยะขนาดเล็กควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก

4.3 การปรับปรุงระบบการจัดการขยะ กลุ่มผู้วิจัยได้แนะนำหนึ่งในวิธีที่นำมาใช้ในงานวิจัย และสามารถทำขยะให้มีมูลค่าเพิ่มในเชิงพาณิชย์ คือการ Reuse Reduce และ Recycle หรือ 3R เป็นการปรับใช้เพื่อให้ทรัพยากรเป็นไปอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดด้วยการใช้ศิลปะการออกแบบให้วัสดุเหลือทิ้งหรือขยะ มาเพิ่มมูลค่าเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ซึ่งชาวบ้านในชุมชนได้ร่วมเข้าอบรมปฏิบัติการแปรรูปผลิตภัณฑ์ในตำบล คือ หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ ความคิดสร้างสรรค์และบรรทัดฐานในการออกแบบ นำวัสดุเหลือทิ้งหรือขยะมาทำการคัดแยกบางส่วนได้นำผลผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้าน โดยเมื่อได้รับการอบรมการใช้งานเครื่อง ก็นำมาพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น แก้วจากวัสดุเหลือทิ้ง ประเภทขวดพลาสติก และกระดาษลังที่ได้จากเครื่องปั๊มอัดขยะขนาดเล็ก โดยทีมนักวิจัยและกลุ่มชาวบ้านจะสามารถนำวัสดุเหลือทิ้งมาสร้างมูลค่าเพิ่มนั้นต้องอาศัยกระบวนการเลือกสรรวัสดุ นำมาทดลองทดสอบ และหาข้อสรุปร่วมกัน จากการทดสอบพบว่าชุมชนมีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหลือทิ้ง ทำให้เกิดการทำงานเป็นกลุ่มและเห็นความสำคัญของการมีส่วนร่วม เกิดความภาคภูมิใจหลังจากร่วมกิจกรรมและสามารถพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งผลงานนั้นยังสามารถนำไปจำหน่ายสร้างรายได้ที่เพิ่มขึ้น มีผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มมากขึ้นเกิดผลดีด้านเศรษฐกิจในชุมชน และลดการทิ้งวัสดุเหลือทิ้งในแหล่งชุมชน

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากการลงพื้นที่เพื่อร่วมแลกเปลี่ยนข้อมูลการจัดการขยะในให้กับชุมชน แสดงได้ดังรูปที่ 8 - 9 โดยทีมวิจัยทำการประชุมเพื่อระดมความคิดเห็นในการพัฒนาชุมชน โดยนำขวดพลาสติก และกระดาษลังที่เป็นโจทย์ในการพัฒนา มาเป็นผลิตภัณฑ์สร้างรายได้ การจัดสัมมนากลุ่มย่อยเป็นเทคนิคการระดมความคิดที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์ และข้อมูลข่าวสารกันในทุกขั้นตอนอย่างมีส่วนร่วมของสมาชิกในชุมชน ตำบลดาวเรือง อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี

โดยมีการอบรมด้านการออกแบบและพัฒนาโดยใช้ กรอบแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อการแก้ปัญหา หาวิธีกำจัดและจัดการวัสดุเหลือทิ้งจึงเป็นวิธีหนึ่งซึ่งสามารถลดจำนวนวัสดุเหลือทิ้ง ขยะมูลฝอย อันทำให้สามารถลดมลพิษต่าง ๆ โดยมีวิธีต่าง ๆ หลายวิธี โดยการกำจัดขยะวัสดุเหลือทิ้ง ขยะมูลฝอย และนำมาพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนถือเป็นแนวทางหนึ่งที่สร้างรายได้ให้ชุมชน ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น นับเป็นผลสำเร็จของการดำเนินการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์วัสดุเหลือทิ้งที่ได้จากถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องบีบอัดขยะขนาดเล็ก โดยทีมผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ใช้ทักษะทางวิศวกรรมสังคมโดยใช้เครื่องมือ และกระบวนการวิศวกรรมสังคม 5 ด้าน ที่ทำให้ชุมชนสามารถพัฒนาศักยภาพของตนเอง ได้มีความรู้เพิ่มมากขึ้น ได้มีการทำงานร่วมกันมากขึ้น ได้มีการเผยแพร่ความรู้กันมากขึ้น และผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที เหล่านี้ล้วนเป็นประโยชน์จากการวิจัยที่ชุมชนได้ผลรับอย่างแท้จริง แนวทางด้านการสร้างคุณค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้ง ถือเป็น การสร้างผลิตภัณฑ์สร้างรายได้ ให้กับชาวบ้านและชุมชน เป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ลดปัญหาขยะตกค้างในชุมชน โดยมีเป้าหมายเพื่อประโยชน์ที่จะได้รับจากการหลังจากที่ชุมชนได้ทดลองใช้เครื่องบีบอัดขยะและนำวัสดุเหลือทิ้ง มาพัฒนาต่อยอดได้ (วรสุตา ขวัญสุวรรณ และสาทิณี วัฒนกิจ. 2563)



รูปที่ 8 ประชุมย่อยแลกเปลี่ยนข้อมูลการจัดการขยะในให้กับชุมชน



รูปที่ 9 แนะนำแนวทางด้านการสร้างคุณค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งให้กับชุมชน

เพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของตัวเครื่อง จะทำการทดสอบโดยการบีบขวดพลาสติก และกระดาชลัง แสดงได้ดังรูปที่ 10 จากการทดสอบด้วยขวดพลาสติก พบว่าตัวเครื่องสามารถทำให้ปริมาตรลดลงได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการจัดเก็บด้วยวิธีปกติ และถ้าเป็นกระดาชลังสามารถทำให้ปริมาตรลดลงได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ แสดงได้ในรูปที่ 11



รูปที่ 10 การทดสอบการบีบอัด



รูปที่ 11 ขนาดของก้อนขยะที่ผ่านการบีบอัด

ผลจากการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องบีบอัดขยะขนาดเล็กที่ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก แสดงได้ดังรูปที่ 12 มีความพึงพอใจของตัว เครื่อง และความรู้ที่ได้รับหลังจากการอบรมมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ที่ 4.69 โดยมีประเด็นต่าง ๆ ดังนี้



รูปที่ 12 การฝึกอบรมการใช้งาน

ตารางที่ 1 แบบอักษรและขนาดสำหรับส่วนต่าง ๆ ของบทความ

ประเด็น	ความพึงพอใจ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความสะดวกในการใช้งาน	4.80	0.70
การออกแบบ	4.65	0.77
การดูแลรักษา	4.79	0.66
การซ่อมบำรุง	4.55	0.70
ความปลอดภัย	4.50	0.70
ความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะ	4.85	0.75

จากผลการทำงานของตัวเครื่อง พบว่าตัวเครื่องสามารถบีบอัดขยะได้มีขนาดเล็กกลง แต่ถ้าขยะมีปริมาณน้อยเกินไป จำเป็นจะต้องใช้สวดในการมัดก้อนขยะให้คงรูป และเนื่องด้วยจากการออกแบบโดยใช้ระบบเกียร์ทดรอบในการขับเคลื่อนน้ำมันไฮดรอลิก ทำให้ระยะเวลาในการบีบอัดก้อนขยะจะนานกว่าเครื่องที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด และข้อดีของการออกแบบในลักษณะนี้ทำให้สามารถลดขนาดของมอเตอร์ และปั้มน้ำมันไฮดรอลิก ให้มีขนาดเล็กกลง ทำให้ราคาของเครื่องที่ออกแบบมีราคาถูกกว่าท้องตลาดกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งยังหาอะไหล่ในการซ่อมแซมได้ง่าย

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2566). รายงานสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ของประเทศไทย ปี พ.ศ.2566.

พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมการปกครอง. (2543). คู่มือการจัดการขยะมูลฝอยเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ส่วนพัฒนา ท้องถิ่น.

ขวัญชัย สนิทพิสัยสมบูรณ์. (2557). ไฮดรอลิกอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

ภัทร พงศ์กิตติคุณ. (2555). นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

วรสุตา ขวัญสุวรรณ และสาทิณี วัฒนกิจ. (2563). การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้งสู่ผลิตภัณฑ์ออกแบบ

ตกแต่ง และแฟชั่นชุมชนต้นแบบเทศบาลเมืองเขารูปช้าง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

ชุดรีดวัตถุดิบสำหรับการลำเลียงเข้าห้องคัดแยกใบรางจืด

พงศ์ไกร วรรณตรง^{1*} ภาณุเมศวร์ สุขศรีศิริวัชร²

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1*2}

อีเมล : pongkrai2348@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 15 สิงหาคม 2567

วันแก้ไขบทความ 3 กันยายน 2567

วันที่ตอบรับบทความ 4 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดรีดวัตถุดิบสำหรับการลำเลียงเข้าห้องคัดแยกใบรางจืด ในศูนย์วิสาหกิจชุมชนสมุนไพรแปรรูปบ้านก้นตรวจระมวล มีองค์ประกอบหลักที่สำคัญของเครื่อง ได้แก่ โครงสร้างเครื่อง ชุดใบมีดข้อเหวี่ยงอิสระ มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้าเป็นต้นกำลังและส่งกำลังด้วยสายพาน ชุดรีดวัตถุดิบ และตะแกรงคัดแยกใบรางจืด โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาความเร็วรอบของชุดรีดวัตถุดิบ 3 ระดับ (8 รอบ/นาที, 12 รอบ/นาที, 16 รอบ/นาที) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดแยกใบรางจืด โดยมุ่งเน้นผลของวัตถุดิบจากการคัดแยกให้มีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตร

จากการศึกษา พบว่า เมื่อใช้ความเร็วรอบชุดรีดที่ 8 รอบ/นาที สมุนไพรใบรางจืดมีน้ำหนักหลังคัดแยกเฉลี่ยอยู่ที่ 932.78 กรัม มีประสิทธิภาพการคัดแยกร้อยละ 93.25 ใช้เวลาเฉลี่ยในการคัดแยกที่ 33.18 นาที เมื่อใช้ความเร็วรอบชุดรีดที่ 12 รอบ/นาที สมุนไพรใบรางจืดมีน้ำหนักหลังคัดแยกเฉลี่ยอยู่ที่ 827.34 กรัม มีประสิทธิภาพการคัดแยกร้อยละ 82.72 ใช้เวลาเฉลี่ยในการคัดแยกที่ 23.51 นาที และเมื่อใช้ความเร็วรอบชุดรีดที่ 16 รอบ/นาที สมุนไพรใบรางจืดมีน้ำหนักหลังคัดแยกเฉลี่ยอยู่ที่ 609.25 กรัม มีประสิทธิภาพการคัดแยกร้อยละ 60.90 ใช้เวลาเฉลี่ยในการคัดแยกที่ 11.66 นาที จากการทดสอบความเร็วรอบชุดรีดทั้ง 3 ระดับ พบว่าระดับที่กลุ่มแปรรูปสมุนไพรมีความต้องการคือความเร็วรอบชุดรีดที่ 12 รอบ/นาที โดยพิจารณาจากความละเอียดของสมุนไพร เวลาที่ใช้ในการคัดแยก และผลการจัดเก็บน้อย

คำสำคัญ : ชุดรีด คัดแยกสมุนไพร ใบรางจืด

Raw material rolling kit for transporting into the Thunbergia laurifolia sorting room

Pongkai wannatrong^{1*}, Panumet Suksrisiriwat²
Surindra Rajabhat University^{1*,2}
E – mail : pongkrai2348@gmail.com1*

Received 15 August 2024

Revised 3 September 2024

Accepted 4 October 2024

Abstract

This research aims to create and find the efficiency of Raw material rolling unit for conveying into the sorting room of Thunbergia laurifolia leaves for use in the Ban Kan Tuad Ramuan Herbal Processing Community Enterprise Center. The main components of the machine include the machine structure, a set of independent crankshaft blades, a 1-horsepower motor as the power source and belt transmission, a raw material pressing set, and a sorting screen. This research studied the speed of the raw material press at 3 levels (8 rpm, 12 rpm, 16 rpm) that affects the performance of the Thunbergia laurifolia sorting machine Focusing on the results of raw materials from sorting them to be smaller than 3 millimetres.

The study found that when using the speed of the press at 8 rpm, the average weight of Thunbergia laurifolia after sorting was 932.78 grams, with a sorting efficiency of 93.25 percent, and an average sorting time of 33.18 minutes. When using the speed of the press at 12 rpm, the average weight of Thunbergia laurifolia after sorting was 827.34 grams, with a sorting efficiency of 82.72 percent, and an average sorting time of 23.51 minutes. When using the speed of the press at 16 rpm, the average weight of Thunbergia laurifolia after sorting was 609.25 grams, with a sorting efficiency of 60.90 percent, and an average sorting time of 11.66 minutes. From testing the speed of the press at all 3 levels It was found that the level that the herbal processing group wanted was a speed of the rolling set of 12 rpm, considering the fineness of the herbs, the time used for sorting, and the low contamination of Thunbergia laurifolia.

Keywords : Raw material rolling, Sorting room, Thunbergia laurifolia

1. บทนำ

หากกล่าวถึง “สรรพคุณยาสมุนไพร” มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างอย่างหลากหลาย ทั้งในทางการรักษาโรค การนำมาประกอบอาหารและนำไปใช้ทางด้านอุตสาหกรรม ในช่วงสถานการณ์ของโรคไวรัสโคโรนาที่ผ่านมา ผู้ที่รักษาสุขภาพหันมาดูแลรักษาและป้องกันตัวเองมากยิ่งขึ้น จึงเกิดกระแสธรรมชาติบำบัดเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเรื่องการรักษาและดูแลสุขภาพด้วยผลิตภัณฑ์สมุนไพร เพื่อปรับร่างกายให้อยู่ในภาวะสมดุลห่างไกลจากโรคร้ายที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน หรือพฤติกรรมการดำรงชีวิตประจำวัน อีกทั้งรัฐบาลมีนโยบายในการส่งเสริมการใช้จ่ายจากสมุนไพรในสถานบริการสาธารณสุขของรัฐซึ่งเริ่มต้นอย่างเป็นทางการเป็นรูปธรรมตั้งแต่ปี พ.ศ.2551 โดยในแผนพัฒนาสุขภาพแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (คณะกรรมการอำนวยการจัดทำแผนพัฒนาสุขภาพแห่งชาติ ฉบับที่ 9 กระทรวงสาธารณสุข 2544) ระบุอย่างชัดเจนว่า “ให้โรงพยาบาลทั่วไปและโรงพยาบาลชุมชนใช้จ่ายจากสมุนไพรไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 และร้อยละ 5 ของมูลค่าการใช้จ่ายในโรงพยาบาลตามลำดับ”

ศูนย์วิสาหกิจชุมชนสมุนไพรแปรรูปบ้านกันตรวจระมวล เทศบาลตำบลกันตรวจระมวล อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ เป็นชุมชนที่ผลิตวัตถุดิบสมุนไพรอบแห้งส่งจำหน่ายทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน สมุนไพรที่ส่งจำหน่ายจะผลิตวัตถุดิบตามความต้องการของลูกค้า อาทิเช่น ขนาด ความแห้ง เป็นต้น ความพร้อมทางด้านต้นทุนของชุมชนคือมีสมุนไพรที่พร้อมสำหรับการแปรรูปเป็นสมุนไพรแห้งเพื่อส่งจำหน่าย แต่ความพร้อมทางด้านกำลังการผลิตยังขาดเทคโนโลยีที่จะเข้ามาช่วยในการผลิตสมุนไพรให้ทันต่อความต้องการของผู้บริโภค โดยเฉพาะยาสมุนไพรที่ใช้วัตถุดิบจากใบรางจืดแห้ง เพราะการที่จะนำใบรางจืดแห้งไปแปรรูปเป็นยาสมุนไพรได้นั้นจะต้องมีการคัดแยกเถาและฉีกใบออกจากกันก่อนนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพรจากใบรางจืดอื่นๆ ในการผลิตจึงจำเป็นต้องใช้คนในการคัดแยกในส่วนนี้ ซึ่งใช้เวลาในการคัดแยกนาน การคัดแยกด้วยกำลังคนเฉลี่ยอยู่ที่ 1 กิโลกรัม/ชั่วโมง จึงทำให้เกิดปัญหาความล่าช้าในการเตรียมวัตถุดิบทางสมุนไพรก่อนการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยและชุมชนจึงมีแนวคิดในการออกแบบและสร้างเทคโนโลยีการคัดแยกใบรางจืดเพื่อให้ง่ายต่อการแปรรูป เน้นการคัดแยกให้ได้มากและใช้เวลารวดเร็วที่สุด เพื่อให้ได้ปริมาณวัตถุดิบจากใบรางจืดที่ใช้ในกระบวนการผลิตยาสมุนไพรที่รวดเร็วและทันต่อความต้องการของผู้ใช้มากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์

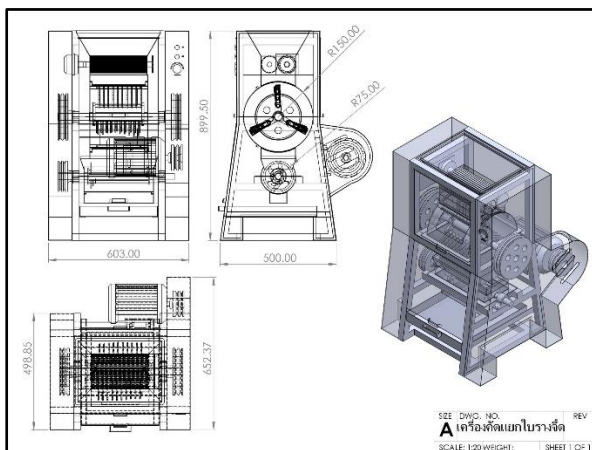
เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดรีดวัตถุดิบสำหรับการลำเลียงเข้าห้องคัดแยกใบรางจืดสำหรับใช้ในศูนย์วิสาหกิจชุมชนสมุนไพรแปรรูปบ้านกันตรวจระมวล

3. วิธีการวิจัย

3.1 กระบวนการสร้างเทคโนโลยีการคัดแยกสมุนไพรใบรางจืด

ศึกษากระบวนการและขั้นตอนการแปรรูปสมุนไพรใบรางจืด โดยการลงพื้นที่สอบถามกับชุมชนและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในศูนย์วิสาหกิจชุมชนสมุนไพรแปรรูปบ้านกันตรวจระมวลในกระบวนการแปรรูปสมุนไพรใบรางจืดถึงวิธีการ และปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการแปรรูปใบรางจืด ทำให้รู้กระบวนการทั้งหมด เพื่อวิเคราะห์ถึงปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นในกระบวนการแปรรูปสมุนไพรใบรางจืด เมื่อทราบถึงปัญหาจึงได้ออกแบบและสร้างเทคโนโลยีการคัดแยกใบรางจืด จากทฤษฎีและหลักการ การออกแบบเครื่องจักร โดยมีส่วนประกอบหลักคือ (1) โครงสร้างเครื่อง (2) ชุดใบมีดข้อเหวี่ยงอิสระหนา 10 มิลลิเมตร จำนวน 13 ใบมีด ทั้งหมด 4 แกน รวมใบมีดทั้งสิ้น 42 ใบมีด ซึ่งใบมีดแต่ละใบทำการลบเหลี่ยมใบมีดให้มีขนาด 45 องศาเพียงด้านเดียวสำหรับการสับให้วัตถุดิบขาดออกจากกัน ส่วนอีกด้าน ใบมีดมุม 90 องศาสำหรับการบดวัตถุดิบให้ละเอียดเพื่อง่ายต่อการคัดแยก (3) มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลังและส่งกำลังด้วยสายพานที่ความเร็วรอบของใบมีดสับที่ใช้ในการคัดแยกสมุนไพรจะอยู่ที่ 2,240 รอบ/นาที (4) ชุดรีดวัตถุดิบ ใช้มอเตอร์ขนาดเล็ก 50 วัตต์ แรงดัน 220 โวลต์ สำหรับการขับเพลาลูกยางกลิ้งขนาดเส้น

ผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร และเพลาลับรีดขนาด 130x15x2 มิลลิเมตรที่วางประกบกับกันเพื่อส่งวัตถุดิบไปยังห้องคัดแยก (5) ชุดควบคุมระบบไฟฟ้า และ (6) ตะแกรงคัดแยกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร



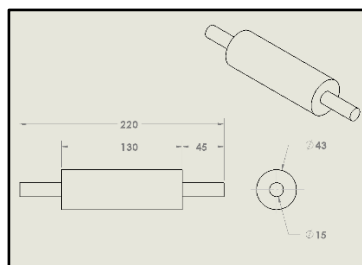
ก. แบบร่าง 2 มิติ



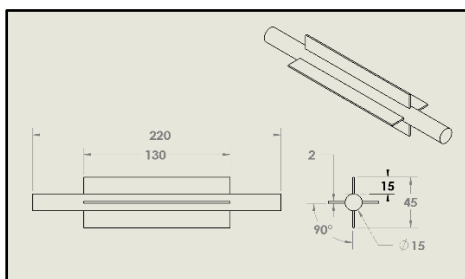
ข. โครงสร้างเครื่อง



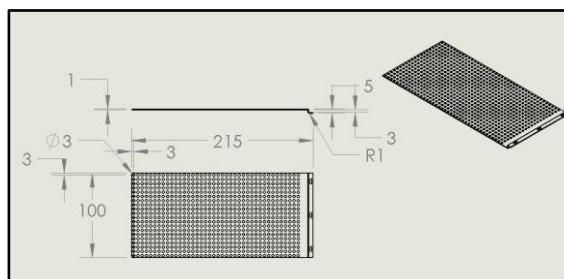
ค. ชุดใบมีดข้อเหวี่ยงอิสระ



ง. เพลาลูกยางกลิ้ง



จ. เพลาลับรีด

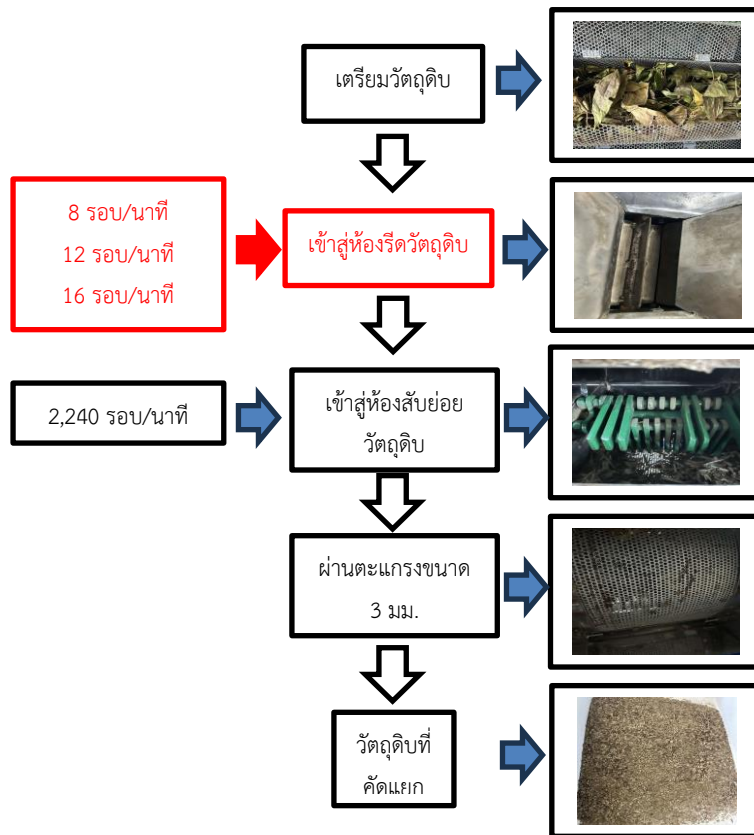


ฉ. ตะแกรงคัดแยก

รูปที่ 1 เทคโนโลยีคัดแยกสมุนไพรใบรางจืด

โดยการหลักการทำงานของเทคโนโลยีคัดแยกสมุนไพรใบรางจืด จะทำงานก็ต่อเมื่อมีการเปิดระบบมอเตอร์ 2 ระบบ ระบบแรกจะเป็นระบบการทำงานของชุดรีดวัตถุดิบ ทำหน้าที่ลำเลียงวัตถุดิบไปยังห้องสับย่อย มีรอบใน

การรีดสมุนไพร 3 ระดับ ได้แก่ 8, 12, 16 รอบ/นาที ระบบที่สองจะเป็นการทำงานของระบบสับย่อย ทำงานคงที่ที่ความเร็วรอบ 2,240 รอบ/นาที สับย่อยจนวัตถุดิบไม่มีการลอดผ่านรูตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร



รูปที่ 2 หลักการทำงานของเทคโนโลยีคัดแยกสมุนไพรใบรางจืด

3.2 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเทคโนโลยีการคัดแยกใบรางจืด

ผู้วิจัยศึกษาความเร็วรอบของชุดรีดวัตถุดิบ 3 ระดับ (8 รอบ/นาที 12 รอบ/นาที 16 รอบ/นาที) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเทคโนโลยีการคัดแยกใบรางจืด โดยศึกษาตัวแปรน้ำหนักก่อนและหลังคัดแยก เวลาที่ใช้ในการคัดแยก และรูปทรงทางกายภาพของวัตถุดิบว่าตรงตามความต้องการของกลุ่มผู้ใช้เทคโนโลยีหรือไม่ โดยมีค่าชี้ผลการศึกษา ได้แก่

3.2.1 ประสิทธิภาพการคัดแยก คือ ปริมาณวัตถุดิบที่ผ่านขนาดรูตะแกรงที่กำหนดไว้ขนาด 3 มิลลิเมตร เทียบกับน้ำหนักวัตถุดิบที่ใช้สำหรับคัดแยก มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ หาได้จากสมการที่ (1)

$$\text{ประสิทธิภาพการคัดแยก} = \frac{\text{น้ำหนักสมุนไพรใบรางจืดก่อนคัดแยก}}{\text{น้ำหนักสมุนไพรใบรางจืดหลังคัดแยก}} \times 100 \quad (1)$$

3.2.2 ความเร็วรอบชุดรีดวัตถุดิบ คือ ความเร็วรอบของมอเตอร์ชุดรีดวัตถุดิบลงไปยังห้องคัดแยก ที่ระดับความเร็วรอบ 8 รอบ/นาที, 12 รอบ/นาที, 16 รอบ/นาที

$$i \text{ (อัตราทด)} = \frac{na}{nb} = \frac{Db}{Da} \quad (2)$$

ขั้นตอนการทดสอบ

ในขั้นตอนการทดสอบผล ใช้ค่าสถิติในการวิเคราะห์ผล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ของข้อมูลที่ได้เพื่อ ประเมินผล โดยมีขั้นตอนการสอบ ดังนี้

1. จัดเตรียมใบรางจืดตากแห้ง โดยทำการชั่งน้ำหนักใบรางจืดแห้งก่อนคัดแยกเฉลี่ยกองละ 1 กิโลกรัม จำนวน 15 กอง
2. ทำการตั้งระดับความเร็วรอบชุดรีดวัตถุดิบที่ 8 รอบ/นาที 12 รอบ/นาที และ 16 รอบ/นาที ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละรอบความเร็วรอบของชุดรีด จะนำใบรางจืดแห้ง 5 กองทำการทดสอบ เพื่อหาค่าเฉลี่ยของ น้ำหนักใบรางจืดแห้งที่ผ่านการคัดแยก ในขณะที่ความเร็วรอบของใบมีดสับที่ 2,240 รอบ/นาที
3. ขณะทำการทดสอบแต่ละครั้งจะต้องจับเวลาการคัดแยกเพื่อทราบถึงเวลาที่ใช้ในการคัดแยกแต่ละ ครั้ง เพื่อสรุปเวลาเฉลี่ยโดยรวม
4. นำใบรางจืดแห้งที่ผ่านการคัดแยกในแต่ละครั้งไปชั่งน้ำหนักหลังคัดแยก เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับน้ำหนัก ใบรางจืดแห้งก่อนคัดแยก
5. นำใบรางจืดแห้งที่ผ่านการชั่งน้ำหนักหลังคัดแยกไปคำนวณหาประสิทธิภาพการคัดแยก
6. นำใบรางจืดแห้งที่ผ่านการคัดแยกในแต่ละความเร็วรอบชุดรีดวัตถุดิบไปให้กลุ่มแปรรูปสมุนไพรบ้าน กันตวจระมวลเป็นผู้พิจารณา

4. ผลการวิจัย

ผลการทดสอบตามระดับความเร็วรอบชุดรีดวัตถุดิบที่ 8 รอบ/นาที 12 รอบ/นาที และ 16 รอบ/นาที ได้ผล การศึกษาดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบการคัดแยกสมุนไพรใบรางจืดแห้ง

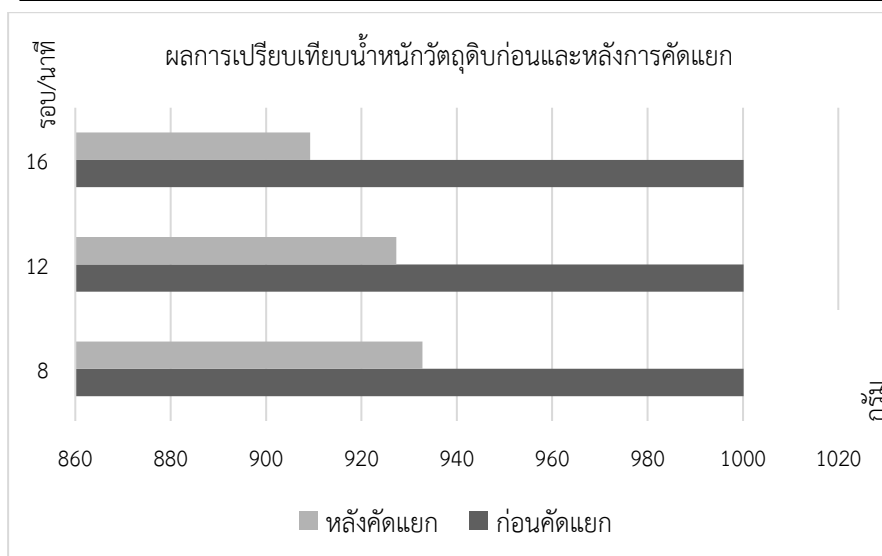
ความเร็วรอบ มอเตอร์ชุดรีด (รอบ/นาที)	น้ำหนักก่อน คัดแยก (กรัม)	น้ำหนักหลัง คัดแยก (กรัม)	เวลาที่ใช้ (นาที)	ประสิทธิภาพการคัดแยก ความเร็วรอบของใบมีดสับ ที่ 2,240 รอบ/นาที
8	1000.16	932.14	32.12	93.19
	1000.23	933.21	33.25	93.29
	1000.10	932.26	32.32	93.21
	1000.18	933.10	33.12	93.29
	1000.12	933.21	33.10	93.30
เฉลี่ย	1000.15	932.78	33.18	93.25

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ความเร็วรอบ มอเตอร์ชุดรีด (รอบ/นาที)	น้ำหนักก่อน คัดแยก (กรัม)	น้ำหนักหลัง คัดแยก (กรัม)	เวลาที่ใช้ (นาท)	ประสิทธิภาพการคัดแยก ความเร็วรอบของใบมีดลับ ที่ 2,240 รอบ/นาที
12	1000.16	827.10	23.42	82.39
	1000.23	828.23	24.21	82.80
	1000.10	826.97	23.24	82.68
	1000.18	827.15	23.45	82.70
	1000.12	827.02	23.26	82.65
เฉลี่ย	1000.15	827.29	23.51	82.72
16	1000.16	608.25	11.12	60.81
	1000.23	610.12	12.19	60.99
	1000.10	609.52	12.12	60.94
	1000.18	611.15	12.45	61.09
	1000.12	607.22	10.45	60.71
เฉลี่ย	1000.15	609.25	11.66	60.90

เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการคัดแยกใบรางจีดขณะมอเตอร์ชุดลับทำความเร็วรอบที่ 1,400 รอบ/นาที อัตราทด 0.625 และความเร็วรอบของใบมีดลับที่ 2,240 รอบ/นาที ทำการทดสอบกับมอเตอร์ชุดรีดที่ระดับความเร็วรอบ 3 ระดับ ได้แก่ 8 รอบ/นาที 12 รอบ/นาที และ 16 รอบ/นาที พบว่าสมุนไพรใบรางจีดที่น้ำหนักก่อนคัดแยกเฉลี่ยที่ 1000.15 กรัม มีน้ำหนักหลังคัดแยกเฉลี่ยตามรอบการทดสอบของชุดรีดที่ 932.78 กรัม 827.32 กรัม และ 609.25 กรัม ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพการคัดแยกอยู่ที่ร้อยละ 93.25 92.72 และ 90.90 ตามลำดับ ใช้เวลาโดยเฉลี่ยในการคัดแยกต่อครั้งอยู่ที่ 33.18 นาที 23.51 นาที และ 11.66 นาที

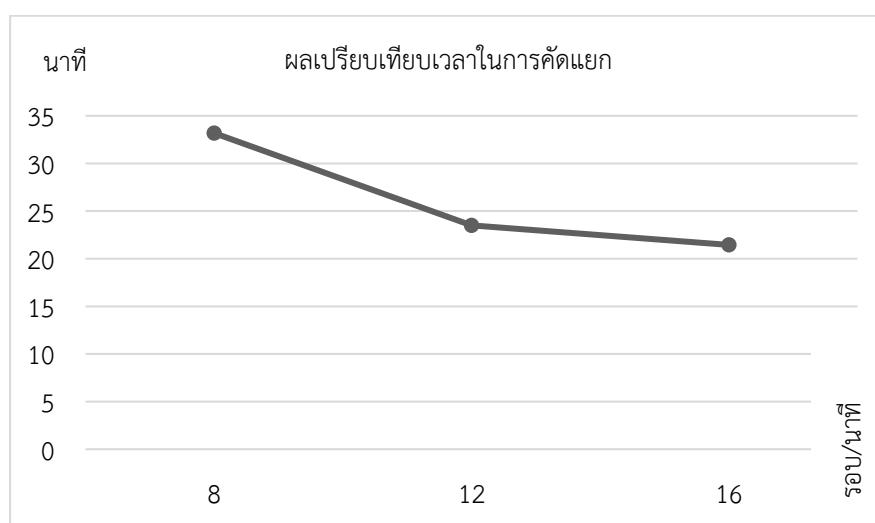
จากรูปที่ 3 คือ ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักวัตถุดิบก่อนและหลังการคัดแยก จะเห็นได้ว่าน้ำหนักวัตถุดิบสมุนไพรใบรางจีดแห้ง เมื่อคัดแยกผ่านชุดรีดด้วยความเร็วรอบที่ 8 รอบ/นาที น้ำหนักเฉลี่ยมีค่ามากที่สุด เฉลี่ยอยู่ที่ 932.78 กรัม เมื่อเทียบกับน้ำหนักก่อนคัดแยกเฉลี่ยอยู่ที่ 1000.15 กรัม ทำให้น้ำหนักหายไป 67.37 กรัม



รูปที่ 3 ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักวัตถุดิบก่อนและหลังการคัดแยก

เมื่อพิจารณาจากผลในรูปที่ 3 จากการทดสอบ พบว่า ความเร็วรอบที่ 8 รอบ/นาที มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด นั้น เกิดจากการส่งป้อนวัตถุดิบไปยังห้องสับซาลง ทำให้เกิดการรั่วของเถาสมุนไพรในส่วนของชุดรีด ส่งผลให้ใบมีดชุดสับ สับวัตถุดิบจนป่นทั้งในส่วนของเถาและใบรางจืดแห้งผสมกันลงไปในถาดรองสมุนไพร จึงเป็นเหตุผลว่าทำไมที่ระดับความเร็วรอบชุดรีดที่ 8 รอบ/นาที นั้นมีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด

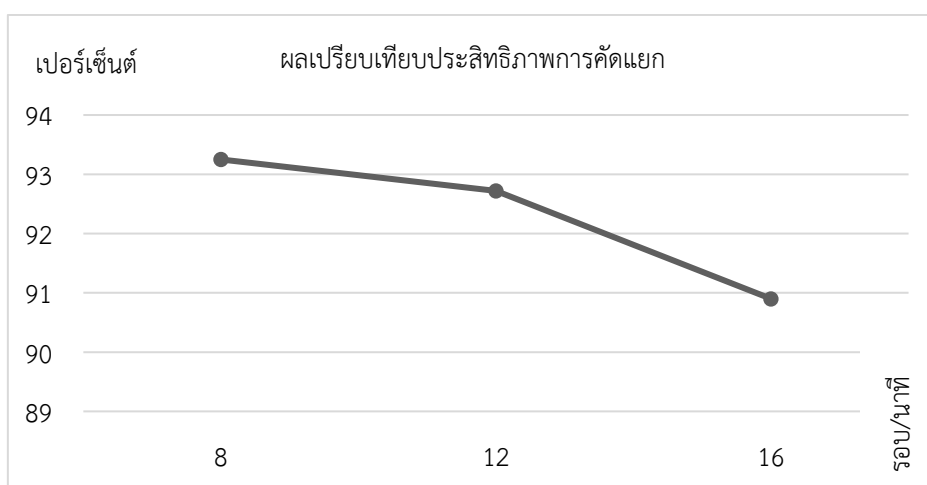
จากรูปที่ 4 คือ ผลเปรียบเทียบเวลาในการคัดแยก จะเห็นได้ว่าเวลาที่ใช้ในการคัดแยกของแต่ละความเร็วรอบชุดรีดมีเวลาที่เรียงจากน้อยไปหามาก ได้แก่ 16 รอบ/นาที 12 รอบ/นาที และ 8 รอบ/นาที ตามลำดับ โดยเวลาคัดแยกที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ ความเร็วรอบชุดรีดที่ 16 รอบ/นาที มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11.66 นาที



รูปที่ 4 ผลเปรียบเทียบเวลาในการคัดแยก

เมื่อพิจารณาจากผลในรูปที่ 4 จากการทดสอบ พบว่า ความเร็วรอบชุดรีดที่ 16 รอบ/นาที ใช้เวลาในการคัดแยกน้อยที่สุดนั้น เกิดจากรอบการป้อนวัตถุดิบที่เร็วจึงส่งผลให้การรั้งเถาและใบรางจืดน้อย ทำให้เถาและใบรางจืดเข้าสู่ห้องสับได้อย่างรวดเร็ว เกิดการตีปนเถาและใบรางจืดแห้งผสมกันน้อยลง แต่ข้อเสียคือเถาและใบรางจืดไม่ขาดออกจากกันทำให้เถาและใบรางจืดไปพันอยู่ที่แกนใบมีด เกิดการคัดแยกได้น้อยลง

จากรูปที่ 5 คือ ผลเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดแยก จะเห็นได้เวลาที่ความเร็วรอบชุดรีด 8 รอบ/นาที 12 รอบ/นาที และ 16 รอบ/นาที มีค่าเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพที่เรียงจากมากไปหาน้อย ดังกราฟในรูปที่ 5 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 2 เหตุที่ความเร็วรอบชุดรีด รีด 8 รอบ/นาที มีค่าเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพสูงที่สุดเฉลี่ยอยู่ที่ 93.25 เนื่องมาจากค่าหนักเฉลี่ยหลังคัดแยกมีค่ามากที่สุด จึงส่งผลต่อการคำนวณหา ประสิทธิภาพการคัดแยก



รูปที่ 5 ผลเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดแยก

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากผลการทดสอบ พบว่า จากความเร็วรอบชุดรีดทั้ง 3 ระดับ ผลการประเมินคุณภาพวัตถุดิบสมุนไพรใบรางจืด ที่ผ่านการประเมินทางกายภาพจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตสมุนไพรแห้ง โทวัดให้ความเร็วรอบชุดรีดที่ระดับ 12 รอบ/นาที มีผลโหวตมากที่สุด ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้เทคโนโลยีมากที่สุด เนื่องมีขนาดของใบรางจืดแห้งที่มีขนาดเล็ก มีเถาและก้านผสมเล็กน้อยไม่มากจนเกินไป ตรงต่อความต้องการของลูกค้า และเหมาะสำหรับการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทางสมุนไพรได้ง่าย น้ำหนักหลังคัดแยกสูญเสียน้อย เวลาที่ใช้ในการคัดแยกเหมาะสมกับปริมาณที่ต้องทำการคัดแยกในแต่ละครั้ง ทำให้ผู้ใช้สามารถคาดการณ์เวลาและปริมาณวัตถุดิบได้อย่างแม่นยำ สามารถวางแผนการผลิตเพื่อจำหน่ายได้



ก. การประเมินวัตถุดิบจากชุมชน



ข. ผลการทดลองที่ 16 รอบ/นาที่



ค. ผลการทดลองที่ 8 รอบ/นาที่



ง. ผลการทดลองที่ 12 รอบ/นาที่

รูปที่ 5 ผลการประเมินคุณภาพวัตถุดิบสมุนไพรใบรางจืดกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตสมุนไพรแห้ง

เมื่อพิจารณาจากระดับความเร็วรอบของชุดรีดระดับ 8 รอบ/นาที่ และ 16 รอบ/นาที่ สามารถสรุปผลได้ดังนี้ กรณีที่ 1 พิจารณาที่ระดับความเร็วรอบของชุดรีดระดับ 8 รอบ/นาที่ พบว่า มีปริมาณน้ำหนักรวมวัตถุดิบเฉลี่ยหลังคัดแยกที่มาก แต่คุณภาพวัตถุดิบยังไม่ตรงตามความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตสมุนไพรแห้ง เนื่องจากวัตถุดิบมีก้านและเถาใบรางจืดผสมในปริมาณที่มาก วัตถุดิบมีความหยาบ จึงยากต่อการบดละเอียด เพื่อใช้ในส่วนของการทำยาสมุนไพรใบรางจืดแบบแคปซูล และยากต่อการจำหน่ายของทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตสมุนไพรแห้ง กรณีที่ 2 พิจารณาที่ระดับความเร็วรอบของชุดรีดระดับ 16 รอบ/นาที่ พบว่า มีปริมาณน้ำหนักรวมวัตถุดิบเฉลี่ยหลังคัดแยกที่น้อยมาก เนื่องจากความเร็วรอบของชุดรีดและความเร็วรอบของชุดสับไม่สมดุลกัน ส่งผลให้เกิดของเสียและวัตถุดิบตกค้างภายในห้องสับเยาะ

6. ข้อเสนอแนะ

คณะผู้วิจัยนำเสนอข้อเสนอแนะจากการวิจัย และการวิจัยในอนาคต ดังนี้

6.1 ผู้ใช้งานควรทำความสะอาดชุดใบมีดสับสมุนไพรและชุดใบรีดสมุนไพรหลังเสร็จการใช้งานทุกครั้ง เนื่องจากสมุนไพรใบรางจืดเมื่อผ่านกระบวนการคัดแยกสามารถนำไปแปรรูปหรือรับประทานได้เลย ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ ดังนั้นห้องสับสมุนไพรและห้องรีดสมุนไพรควรสะอาดและถูกหลักอนามัยอยู่ตลอดเวลา

6.2 ผู้ใช้งานอาจติดตั้งตัวล็อกเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของเครื่องขณะเครื่องทำงาน

6.3 ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการพัฒนาในส่วนของระบบชุดรีดวัตถุดิบ ให้มีความเร็วรอบการรีดที่สูงขึ้น เพื่อให้กระบวนการส่งวัตถุดิบไปยังห้องสับสมดุลกันมากขึ้น และเพิ่มผลผลิตภาพในการทำงาน

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการเทคโนโลยีการคัดแยกสมุนไพรสำหรับเพิ่มผลผลิตภาพการแปรรูปยาสมุนไพร ในศูนย์สมุนไพรแพทย์แผนไทย จังหวัดสุรินทร์ รหัสโครงการ FF 182608 ซึ่งได้รับงบประมาณสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุนส่งเสริม ววน.) ภายใต้แผนงาน “การยกระดับการผลิตและแปรรูปสินค้า

เกษตรด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมตลอดห่วงโซ่อุปทานสู่ผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงเพื่อการสร้างเศรษฐกิจหมุนเวียน
กระจายรายได้สู่ชุมชนท้องถิ่น” ประจำปีงบประมาณ 2566

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2556). **องค์ความรู้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต** คู่มือเป็น smart officer : สมุนไพรและ
เครื่องเทศ. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2557). “พืชสมุนไพรภูมิปัญญาไทย”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

<https://esc.doae.go.th/wp-content/uploads/2018/12/>. สืบค้น 1 ตุลาคม 2566.

กองบริหารมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2566). “มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.)”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

<https://tcps.tisi.go.th/public/StandardList.aspx>. สืบค้น 1 ตุลาคม 2566.

มานพ ดันตระบัณฑิตย์. (2560). **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 1**. สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย-ญี่ปุ่น).

เอกสิทธิ์ ศรีธรรม และ อำนาจ คูตะคุ. (2565). “การออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดปลาตากแห้ง”.

การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 56. สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และ
วิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : 499-506.

คุณค่าทางวิชาการ

ผลลัพธ์สำคัญที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยนี้ ทำให้เกษตรกรผู้ผลิตสมุนไพรแห้ง ผู้ประกอบการสมุนไพรแห้ง และ
นักวิชาการ สามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้องค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรม รวมถึงถ่ายทอดเทคโนโลยี
การคัดแยกสมุนไพรสำหรับเพิ่มผลิตภาพการแปรรูปยาสมุนไพร เพื่อลดการใช้แรงงานและเวลาในการคัดแยก
สมุนไพรด้วยมือ เพิ่มความหลากหลาย และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ให้กับสมุนไพร อีกทั้งยังสามารถ
บูรณาการร่วมกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนก่อนเป็นองค์ความรู้ให้กับนักศึกษาและสถาบันทางการศึกษาต่อไป

รถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม

มานพ ดอนหมื่น¹ ปริญญวัตร ทินบุตร² เจษฎา คำภูมิ³ ภูริพัส แสนพงษ์⁴ อลิษา เกษทองมา⁵

ศุภกฤษฎี ช่วยชูหนู^{6*} ประสิทธิ์ สมจินดา⁷

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น^{1 2 3}

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น⁴

คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น⁵

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม^{6*}

ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่น กรมการข้าวขอนแก่น⁷

อีเมล : phainpu@gmail.com^{6*}

วันที่รับบทความ 10 มิถุนายน 2567

วันแก้ไขบทความ 20 สิงหาคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ 16 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม มีวัตถุประสงค์การดำเนินงาน 3 ข้อ คือ 1) เพื่อออกแบบและสร้างรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม 2) เพื่อหาประสิทธิภาพรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม และ 3) เพื่อศึกษาความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์ของการใช้งานรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนารถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม ขนาดกว้าง 2,000 มิลลิเมตร ยาว 2,700 มิลลิเมตร สูง 1,450 มิลลิเมตร น้ำหนัก 400 กิโลกรัม โดยใช้กำลังขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ขนาด 9 แรงม้า สามารถหยอดข้าวได้ครั้งละ 8 แถว หยอดข้าวได้จำนวน 5-8 เมล็ดต่อจุด ผลการทดสอบพบว่ารถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม สามารถหยอดข้าวเฉลี่ย 1.46 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวเฉลี่ย 8 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวนเมล็ดข้าวที่ตกเฉลี่ย 6.81 เมล็ดต่อจุด อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 2.2 ลิตรต่อไร่ ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 425 กิโลกรัม เพิ่มขึ้นร้อยละ 24.63 เทียบกับวิธีการทำนาแบบหว่าน เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์จะพิจารณาจากเงินลงทุนในโครงการซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายของเงินลงทุนซื้อรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตมในราคา 150,000 บาท พบว่าวิธีการเพาะปลูกข้าวแบบใช้รถหยอด มีต้นทุน 3,660 บาทต่อไร่ สามารถลดต้นทุนได้ร้อยละ 18 เทียบกับวิธีทำนาแบบหว่าน มีระยะเวลาคืนทุน 0.62 ปี หรือประมาณ 7.44 เดือน

คำสำคัญ : การปลูกข้าวนาตม ผลผลิตภาพการผลิตของภาคเกษตร ลดต้นทุนแรงงาน ปัจจัยการผลิต

Paddy Seed Planting Machines

Manop Donmuen¹, Parinyawatr Dhinnabutra², Jatesada Kumphumee³, Phuriphut Saenpong⁴
, Alisa Kedtongma⁵, Suppakrit Chuaychunu^{6*}, Prasit Somjinda⁷

Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan KhonKaen Campus^{1,2,3}

Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan KhonKaen Campus⁴

Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of
Technology Isan KhonKaen Campus⁵

Faculty of Engineering, Nakhon Phanom University^{6*}

Khon Kaen Rice Research Center⁷

E – mail : phainpu@gmail.com^{6*}

Received 10 June 2024

Revised 20 August 2024.

Accepted 16 October 2024

Abstract

The research aims to design and develop a paddy seed planting machine suitable for direct-seeded rice cultivation. The objectives are: 1) to design and develop a paddy seed planting machine suitable for direct-seeded rice cultivation, 2) to evaluate its efficiency, and 3) to assess the economic viability of using this machine. A paddy seed planting machine for direct rice seeding powered by a 9 Hp engine was effectively designed and constructed, with dimensions of 2,000 mm width, 2,700 mm length, and 1,450 mm height, weighing 400 kilograms. The machine could simultaneously sow rice in 8 rows, with a seed drop of 5-8 seeds/point. Experimental results indicated that the machine could seed rice at an average rate of 1.46 rai/hour, using an average seed rate of 8 kg/rai and an average of 6.81 seeds/point. The average fuel consumption rate was 2.2 liters/rai, and the average yield was 425 kg/rai, accounting for a yield increase of 24.63%. To assess the economic feasibility, the study focused on the cost of purchasing the seedling-seeding machine for direct-seeded rice cultivation, which is 150,000 baht. It was found that the direct-seeded rice cultivation method using the paddy seed planting machine incurred a cost of 3,660 baht/rai, which was an 18% reduction compared to traditional methods. The payback period was 0.62 years, or approximately 7.44 months

Keywords : Paddy Seed Planting, Productivity of Agricultural, Reduce Labor Costs, Planting Factors

1. บทนำ

อาชีพการทำนาข้าวถือเป็นอาชีพที่นิยมเป็นลำดับต้นของเกษตรกรไทย เนื่องจากเป็นวิถีชีวิตและการดำเนินชีวิตของคนไทยมีความเกี่ยวข้องกับข้าวมาอย่างยาวนาน เป็นประเพณีและภูมิปัญญาของคนไทยที่ยึดถือปฏิบัติสืบทอดต่อกันมาจนถึงทุกวันนี้โดยการรับช่วงสืบทอดเนื่องกันมา (Chatthip Natsupa. 2004) ข้าวยังเป็นพืชอาหารหลักของคนไทยทั่วประเทศ ซึ่งเป็นสินค้าเกษตรส่งออกอันดับหนึ่งของประเทศไทย อีกทั้งยังมีความสำคัญต่อภาวะเศรษฐกิจภูมิภาค เนื่องจากเป็นพืชเกษตรหลักของประเทศ ที่ครอบคลุมพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด (คิดเป็น 43.7% ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมดของประเทศ) และมีจำนวนครัวเรือนที่มากถึง 5.1 ล้านครัวเรือน คิดเป็น 63.6% ของจำนวนครัวเรือนภาคเกษตรทั้งหมด (ชัยวัช โสวเจริญสุข. 2566) การผลิตข้าวของเกษตรกรชาวนาที่ทำนาเป็นอาชีพหลักในอดีตนั้น เป็นการผลิตเพื่อยังชีพในครัวเรือนแต่ปัจจุบันจากการเข้ามาของระบบเศรษฐกิจทุนนิยม ทำให้ชุมชนชาวนามีการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจโดยมุ่งเน้นการปลูกข้าวให้ได้ผลผลิตจำนวนมาก เพื่อการส่งออกมีการพัฒนาด้านระบบชลประทานและนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ รวมทั้งเครื่องจักรกลมาใช้ทดแทนแรงงานมากขึ้น อย่างไรก็ตามค่านิยมของเกษตรกรส่วนใหญ่ของเรายังคงทำการผลิตแบบเดิม ๆ โดยเฉพาะการปลูกพืชเชิงเดี่ยว ซึ่งจากการข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของดัชนีเศรษฐกิจการเกษตรตั้งแต่ปี 2555-2562 พบว่าให้ผลผลิตต่ำใน ขณะที่ราคายกก็ต่ำตามไปด้วย โดยเฉพาะพืชมาหาชนที่มีความเสี่ยงจากการมีอุปทานส่วนเกินในตลาดโลกสูงทำให้เกษตรกรต้องแบกรับต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ จากข้อมูลตัวชี้วัดภาวะเศรษฐกิจสังคมครัวเรือนเกษตร ปี 2565 พบว่ารายได้เงินสดสุทธิทางการเกษตรอยู่ที่ 113,590 บาทต่อปีต่อครัวเรือน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566) ซึ่งถือว่ามีรายได้สุทธิต่ำ ตลอดจนมีหนี้สินจำนวนมาก สวนทางกับความพยายามของภาครัฐและงบประมาณที่ได้ทุ่มลงไปภาคเกษตรเป็นจำนวนมากทุก ๆ ปี สาเหตุสำคัญที่แรงงานในภาคเกษตรขาดแคลน พอจะสรุปได้ 3 ประการ กล่าวคือ ประการแรก เกิดจากทัศนคติของแรงงานรุ่นใหม่ ที่เห็นว่า อาชีพเกษตรกรรมเป็นงานที่หนัก ราคาไม่แน่นอน ผลผลิตต้องพึ่งพารธรรมชาติซึ่งมีความไม่แน่นอนของสภาพอากาศสูง ประการที่สอง ต้นทุนการผลิตของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญมีแนวโน้มสูงขึ้นโดยตลอด โดยเฉพาะต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีการเกษตรที่มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 35 ของต้นทุนการผลิตรวมถึงต้นทุนค่าจ้างแรงงานที่สูงขึ้น ส่งผลให้ผลตอบแทนสุทธิอยู่ในระดับต่ำและไม่แน่นอน บางปีต้องประสบผลขาดทุน

การเพาะปลูกข้าวมีหลายวิธี เช่น ปลูกข้าวแบบนาดำ นานาหว่าน ซึ่งการทำนา สามารถทำได้ทั้งปี แต่ต้องเป็นเขตชลประทานมีน้ำเพียงพอ จึงทำให้การทำนาหว่านเข้ามามีบทบาทมากขึ้น ซึ่งจากรายงานผลการวิจัยพบว่า การทำนาดำให้ผลผลิตมากที่สุด รองลงมาคือนาหว่าน ส่วนนาหว่านให้ผลผลิตน้อยที่สุด ขณะเดียวกันการทำนาดำกลับใช้ต้นทุนการผลิตที่สูงที่สุด รองลงมาคือนาหว่าน ส่วนนาหว่านใช้ต้นทุนน้อย (ไพโรจน์ นะเที่ยง. 2556) มีนักวิจัยหลายท่านที่ได้ศึกษาและพัฒนาเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการเพาะปลูกข้าว เช่น Podsawat Worakuldumrongdej (2019) ออกแบบและพัฒนาโดรนเพื่อใช้หว่านเมล็ดพันธุ์ข้าว นอกจากนั้น ชูติ ม่วงประเสริฐ (2561) ได้ออกแบบพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวแบบเป็นแถวในนาข้าวตามต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า Meris, Paulo Rafael (2020) ออกแบบพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวที่สามารถควบคุมจากระยะไกล Lasopha Thodsatam (2019) เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องหยอดข้าวนาแห้งแบบต่อพ่วงจอบหมุนตีดิน สามารถเก็บร่อง หยอดเมล็ด และกลบดินเสร็จในขั้นตอนเดียว สามารถลดต้นทุนการทำนาแบบปักดำและแบบหว่านด้วยมือ ฉะนั้นการสนับสนุนให้เกษตรกรทำนาด้วยวิธีนาหว่านจะช่วยทำให้เกษตรกรมีผลผลิตดีและมีรายได้ที่เพิ่มขึ้น ผลจากการศึกษางานวิจัยและความนิยมในการปลูกข้าวของเกษตรกรในประเทศไทย พบว่าในขั้นตอนการหยอดข้าวโดยส่วนมากยังคงนิยมใช้ต้นกำลังจากรถแทรกเตอร์ต่อพ่วงกับชุดหยอดข้าวสำหรับนาแห้ง แต่อย่างไรก็ตามการใช้รถแทรกเตอร์อาจจะไม่เหมาะกับการหยอดข้าวแบบนาดมเนื่องจากมีล้อที่มีขนาดใหญ่และวงเลี้ยวที่กว้าง ทำให้อาจมีการติดหล่มจากโคลนตม และการขับเหยียบทับข้าวที่ได้หยอดมาแล้วในร่องก่อนหน้าด้วยสาเหตุนี้จึงเป็นที่มาของงานวิจัยการออกแบบและพัฒนารถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาดมที่มี

ต้นกำลังในตัว ซึ่งผลลัพธ์จากงานวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางการพัฒนาต้นแบบพัฒนารถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบ นาตม ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในไร่นาได้จริง สามารถขยายผลถ่ายทอดองค์ความรู้แก่เกษตรกร สามารถเพิ่มผลผลิตภาพการปลูกข้าว ช่วยลดต้นทุนภาคการเกษตร และสามารถรักษาและดำรงไว้ซึ่งภูมิปัญญาท้องถิ่น ส่งเสริมการพึ่งพาตนเองต่อไป

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อออกแบบและสร้างรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม
- 2.2 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม
- 2.3 เพื่อศึกษาความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์ของการใช้งานรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม

3. วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัย เริ่มตั้งแต่การออกแบบและการสร้างรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม การทดสอบหาประสิทธิภาพ และการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.1 การออกแบบและพัฒนารถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม

การออกแบบและพัฒนาใช้หลักการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเพื่อออกแบบรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม ประกอบไปด้วย กลไกชุดต้นกำลังการขับเคลื่อน ชุดสร้างร่อง กระบะใส่เมล็ดพันธุ์ข้าว กลไกการหยอดเมล็ดข้าว กลไกชุดการกลบเหือก การกลบร่องข้าว โดยเน้นวัสดุที่เป็นมาตรฐาน (Standard Part) มาใช้งาน โดยแนวคิดการออกแบบจะเป็นรถหยอด ที่มีขนาดเล็ก ขับเคลื่อนโดยเครื่องยนต์ในตัว สามารถหยอดได้ครั้งละ 8 แถว ควบคุมโดยใช้คันนั่งขับ บังคับเลี้ยวด้วยพวงมาลัย มีคุณลักษณะทั่วไป ดังนี้

3.1.1 ชุดต้นกำลังและการขับเคลื่อน

รถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม ใช้ต้นกำลังเครื่องยนต์เบนซิน 9 แรงม้า เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะลูกสูบเดี่ยว รูปแบบขับเคลื่อนด้วยสายพาน ขนาด 820x410x780 มิลลิเมตร มีเกียร์เดินหน้า 2 เกียร์ และเกียร์ถอยหลัง ระบบเชื้อเพลิงสตาร์ท ความจุถังน้ำมัน 6.5 ลิตร น้ำมันเครื่อง 0.6 ลิตร น้ำมันเกียร์ 1.1 ลิตร การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 374 กรัม/แรงม้า/ชั่วโมง ใช้ล้อรูปร่างแบบรถเดินตามขนาด 2 ล้อ 1 แกนเพลาคความสูงล้อ 72 เซนติเมตร ควบคุมการเลี้ยวด้วยพวงมาลัย

3.1.2 ชุดสร้างร่อง

ชุดสร้างร่อง ประกอบไปด้วย โครงสร้างหลัก ชุดสร้างร่องหยอด ชุดชักร่อง และ ชุดกลบเมล็ดข้าว ชุดสกีมีหน้าที่ ในการสร้างร่องเพื่อหยอดเมล็ดข้าวและกลบเมล็ดข้าวจากนั้นยังมีหน้าที่ช่วยในการชักร่องเพื่อระบายน้ำออกจากนาข้าว มีรายละเอียดดังนี้

3.1.2.1 โครงสร้างหลักมีลักษณะเป็นแผ่นแบนราบ ด้านหน้ามีองศาเปิดเพื่อทำหน้าที่เบี่ยงทางดินตามในนา ด้านหลังส่วนท้ายจะมีพื้นเรียบ แต่จะถูกชุดสร้างร่องหยอด ชุดสร้างเหือก ยึดติดไว้ตามระยะหยอดร่องข้าว ด้านข้างทั้งสองมีผนังขึ้นสูงเพื่อป้องกันดินตามไหลเข้าสู่ด้านในของสกี

3.1.2.2 ชุดสร้างร่องหยอด มีหน้าที่เปิดดินให้เป็นร่องตัววี มีขนาดความลึก 3 เซนติเมตร เพื่อให้เมล็ดพันธุ์ข้าวหยอดลงไปและงอกขึ้นมาได้อย่างปลอดภัย โดยจะยึดติดกับโครงสร้างของชุดสกี และเพื่อรับเมล็ดพันธุ์ข้าวจากช่องปล่อยเมล็ดผ่านทางท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว เพื่อส่งเมล็ดข้าว มีระยะปลายท่อสูงจากพื้นร่องประมาณ 5 เซนติเมตร มีจำนวนทั้งหมด 8 ตำแหน่งตามระยะห่างในแต่ละแถว

3.1.2.3 ชุดชักร่อง มีหน้าที่ช่วยระบายน้ำออกจากนา ไม่ให้น้ำขังในนาข้าวป้องกันข้าวเน่า โดยเฉพาะในช่วงหน้าฝน มีจำนวนทั้งหมด 2 ตำแหน่ง ของสกีฝั่งซ้ายและขวา

3.1.2.4 ชุดกลบเมล็ดข้าว มีหน้าที่กลบเมล็ดข้าว ช่วยป้องกันการกินของนกในนาข้าวได้ และช่วยให้เมล็ดข้าวงอกและเติบโตได้อย่างสมบูรณ์และสามารถเจริญเติบโตในระยะเริ่มต้นการปลูกข้าวนาได้ดี

3.1.3 กล่องใส่เมล็ดพันธุ์ข้าว

กล่องใส่เมล็ดพันธุ์ข้าว ประกอบไปด้วย กระบะใส่เมล็ดพันธุ์ข้าว และ จานจ่ายเมล็ดพันธุ์ข้าว มีหน้าที่รองรับเมล็ดพันธุ์ข้าว ป้องกันสิ่งสกปรกและสิ่งเจือปนลงสู่ข้าวขณะหยอดเมล็ดข้าว นอกจากนั้นยังมีส่วนเชื่อมต่อกับล้อขับเคลื่อนด้านหลังเพื่อควบคุมการจ่ายเมล็ดข้าวผ่านระบบเฟืองและโซ่ขับเคลื่อน

3.1.3.1 กล่องใส่เมล็ดพันธุ์ข้าว ทำหน้าที่รองรับเมล็ดพันธุ์ข้าวที่จะใช้ปลูกให้อยู่ในเครื่องเพื่อใช้หยอด มีขนาดบรรจุถึงละ 20 กิโลกรัม ภายในกล่องด้านซ้ายและด้านขวาในแนวนอนมีเจาะเป็นรูกลมจำนวน 2 รู เพื่อให้เมล็ดข้าวตกลงสู่แปลงได้ครั้งละ 2 แถว ภายในกล่องติดตั้งแปรงทาสีขนาด 2 นิ้ว ไว้บนบริเวณรูจ่ายเมล็ดพันธุ์ข้าว เพื่อทำหน้าที่ปิดเมล็ดพันธุ์ส่วนที่เกินจากรูหยอดเพื่อควบคุมปริมาณเมล็ดข้าวที่ตกลงสู่ดิน

3.1.3.2 จานจ่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวจะทำหน้าที่หลักในการจ่ายเมล็ดพันธุ์ข้าว ได้ประยุกต์แนวความคิดการออกแบบจาก วิสุทธิ์ เลิศไกร (2557) มีลักษณะเป็นผ่านวงกลมรัศมี 9 เซนติเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร เว้นระยะห่างเท่า ๆ กันรอบแผ่น เพื่อรองรับเมล็ดข้าวจำนวนเมล็ด 5 – 8 เมล็ดต่อรู มีจำนวน 14 รูรอบแผ่น ซึ่งจานจ่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวสามารถเปลี่ยนจานที่มีจำนวนรูมากน้อยได้ตามความต้องการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการให้ระยะห่างระหว่างต้นข้าว

3.2 ทดสอบหาประสิทธิภาพรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาถม

ในขั้นตอนนี้จะดำเนินการทดสอบรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาถมในสภาพไร่จริง พร้อมทั้งเก็บข้อมูล ผลการทดสอบรถหยอดข้าวนาถมเพื่อหาประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ มีดังนี้

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

3.2.1.1 ตลับเมตร ใช้สำหรับวัดความยาวของสภาพไร่ เพื่อหาระยะทาง และพื้นที่การทดสอบของรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาถม รวมถึงระยะของตำแหน่งการหยอดข้าว ระยะห่างระหว่างร่องหยอดข้าว เป็นต้น

3.2.1.2 นาฬิกาจับเวลา ใช้สำหรับจับเวลาการทำงานระหว่างการทดสอบ เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาความเร็วในการทำงานของรถหยอดเมล็ดพันธุ์

3.2.1.3 ตาชั่ง ใช้สำหรับชั่งเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ใช้ทดสอบในแต่ละรอบ

3.2.1.4 แก้วตวง ใช้สำหรับตวงปริมาณน้ำมันที่เหลือจากการทดสอบการทำงานของรถหยอดเมล็ดพันธุ์ เพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องหยอด

3.2.1.5 ข้าวพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105

3.2.2 วิธีการทดสอบ

3.2.2.1 เตรียมพื้นที่ทดสอบ โดยการเตรียมดินตามวิธีการทำนาถม และวัดพื้นที่การทดสอบ

3.2.2.2 เตรียมข้าวโดยใช้ข้าวพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 ที่ผ่านการแช่น้ำมาแล้วประมาณ 24 ชั่วโมง

3.2.2.3 เตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ในการทดสอบ

3.2.2.4 ชั่งน้ำหนักข้าวแล้วเทลงกล่องบรรจุเมล็ดพันธุ์ข้าวแล้วบันทึกค่า

3.2.2.5 ตรวจสอบปริมาตรน้ำมันก่อนทดสอบแล้วบันทึกค่า

3.2.2.6 เริ่มทำการทดสอบขับเคลื่อนการหยอด จับเวลาการหยอดจนแล้วเสร็จ

3.2.3 การเก็บผลการทดสอบ

การเก็บผลการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 คณะผู้วิจัยจะเก็บค่าการทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของรถหยอดเมล็ดพันธุ์ภาคสนาม และ ช่วงที่ 2 ช่วงการเก็บเกี่ยว คณะผู้วิจัยจะเก็บค่าผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้จากการใช้รถหยอดเมล็ดพันธุ์ มีวิธีการเก็บผลการทดสอบ ดังนี้

3.2.3.1 หาจำนวนเมล็ดข้าวที่ตกต่อจุด จะทำการทดสอบโดยการสุ่มนับในแต่ละรอบการทดสอบที่แปลงจำนวน 30 จุด จำนวน 3 รอบ

3.2.3.2 หาระยะห่างของเมล็ดข้าวที่ตก โดยใช้ตลับเมตรสุ่มระยะห่างของของเมล็ดข้าวที่ตกในแต่ละจุด จำนวน 30 ตำแหน่ง

3.2.3.3 หาความเร็วในการทำงานของรถหยอดเมล็ดพันธุ์ โดยคณะผู้วิจัยจะทำการจับเวลาตั้งแต่การเริ่มหยอดในแปลงนั้น ๆ จนกระทั่งหยอดแล้วเสร็จ แล้วทำการหาเวลาการทำงานโดยคิดเป็นไร่ต่อชั่วโมง

3.2.3.4 หาอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว จะทำการชั่งน้ำหนักรวมของเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนการบรรจุเข้าสู่กล่องใส่เมล็ดข้าว แล้วเริ่มการเริ่มหยอดในแปลงนั้น ๆ จนกระทั่งหยอดแล้วเสร็จ แล้วทำการนำพันธุ์ข้าวที่เหลือในถังมาชั่งน้ำหนัก เพื่อหาส่วนต่างของปริมาณน้ำหนักที่หายไป มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่

3.2.3.5 หาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง คณะผู้วิจัยจะทำตวงน้ำมันเพื่อหาปริมาตรก่อนเดิมเข้าสู่เครื่อง จากนั้นจะทำการเริ่มวิ่งหยอดในแปลงนั้น ๆ ในระยะเวลาหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับสภาพแปลง เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ จะทำการวัดพื้นที่การทำงานของรถหยอดว่ามีขนาดเทียบเท่ากี่ไร่ แล้วถายน้ำมันออกจากถังเพื่อหาปริมาณน้ำมันคงเหลือ ส่วนต่างที่หายไปจะคิดเป็นอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง มีหน่วยเป็นลิตรต่อไร่

3.2.3.6 หาผลผลิตต่อไร่ การหาผลผลิตต่อไร่ จะทำการวัดหลังจากการเก็บเกี่ยวรวงข้าวแล้วเสร็จ แล้วนำข้าวเปลือกที่เกี่ยวข้องได้มาคำนวณคิดเป็นกิโลกรัมต่อไร่

3.2.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย (มานพ ดอนหมั่น และคณะ. 2567) ใช้สมการที่ 1 ดังนี้

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N x_i \quad (1)$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

x_i คือ ค่าคะแนนของแต่ละการทดลอง ที่ i

N คือ จำนวนครั้งในการทดลอง

3.3 การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้านต้นทุน ด้านผลประโยชน์ และคำนวณหาจุดคุ้มทุน เมื่อนำรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาดมมาใช้งาน เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการใช้งานของรถหยอด ซึ่งประยุกต์สมการคำนวณจากงานวิจัย (มานพ ดอนหมั่น และคณะ. 2567) ด้านการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ โดยเพิ่มตัวแปรของผลตอบแทนจากส่วนต่างการผลิตข้าวที่เพิ่มขึ้นจากการการใช้งานรถหยอด ต้นทุนค่าดูแลรักษาที่เกิดจากการใช้งาน และต้นทุนค่าเสื่อมราคา เพิ่มในสมการ โดยมีการปรับความหมายของตัวแปรต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับงานวิจัย แสดงรายละเอียดสมการการคำนวณผลตอบแทนจากการลงทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จากการใช้งานรถหยอด ตามสมการที่ 2 และ คำนวณระยะเวลาคืนทุน ตามสมการที่ 3 ดังนี้

$$C_f = I_D + S_s - P_c - M_c - D_c \quad (2)$$

$$PB = \frac{C_I}{C_f} \quad (3)$$

เมื่อ

C_f คือ ผลตอบแทนจากการลงทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จากการใช้งานรถหยอด (บาทต่อปี)

I_D คือ ผลตอบแทนจากส่วนต่างการผลิตข้าวที่เพิ่มขึ้นจากการใช้งานรถหยอด (บาทต่อปี)

S_s คือ ผลประหยัดด้านการลดการใช้เมล็ดพันธุ์ (บาทต่อปี)

P_c คือ ต้นทุนการใช้พลังงานที่เกิดจากการใช้งาน (บาทต่อปี)

M_c คือ ต้นทุนค่าดูแลรักษาที่เกิดจากการใช้งาน (บาทต่อปี)

D_c คือ ต้นทุนค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี)

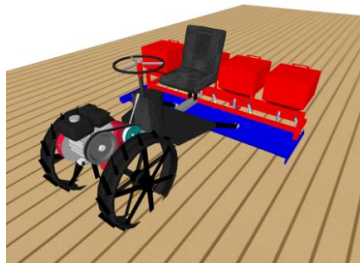
PB คือ ระยะเวลาการคืนทุน (ปี)

C_I คือ เงินลงทุนในโครงการ (บาท)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการออกแบบและพัฒนารถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนารถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม โดยมีต้นกำเนิดในตัวใช้เครื่องยนต์ขนาด 9 แรงม้า ขนาดกว้าง 2,000 มิลลิเมตร x ยาว 2,700 มิลลิเมตร x สูง 1,450 มิลลิเมตร น้ำหนัก 400 กิโลกรัม ถังบรรจุข้าวได้ถังละ 20 กิโลกรัม สามารถหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ครั้งละ 8 แถว จำนวน 5-8 เมล็ดต่อจุดแสดงตัวอย่างผลลัพธ์การออกแบบรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตมที่แล้วเสร็จ ดังรูปที่ 1 และ 2



(ก)

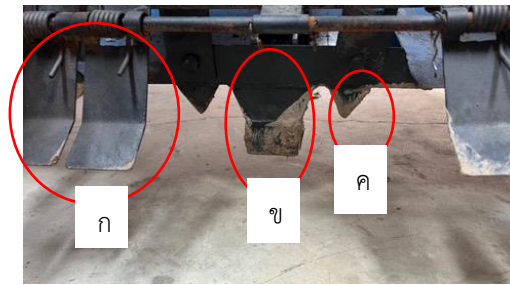


(ข)



(ค)

รูปที่ 1 (ก) ผลการออกแบบที่แล้วเสร็จ (ข) รถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตมที่แล้วเสร็จด้านหน้า
(ค) รถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตมที่แล้วเสร็จด้านหลัง



รูปที่ 2 ชุดสร้างร่อง (ก) ชุดกลบเมล็ดข้าว (ข) ชุดชักร่อง และ (ค) ชุดสร้างร่องหยอดข้าว

4.2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพพรหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตาม

คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบพรหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตาม จำนวน 3 รอบ รอบละ 2 ไร่ จากนั้น โดยจะเก็บค่าจำนวนเมล็ดข้าวที่ตกต่อจุด ระยะห่างระหว่างจุดที่ข้าวตก ความเร็วในการทำงานของเครื่องหยอด อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และ ผลผลิตต่อไร่ ผลลัพธ์จากตารางที่ 1 พบว่าจำนวนเมล็ดข้าวที่ตกต่อจุดเฉลี่ย 6.81 เมล็ด ผลลัพธ์จากตารางที่ 2 พบว่ามีระยะห่างระหว่างเมล็ดข้าวตกโดยเฉลี่ย 21.5 เซนติเมตร นอกจากนั้นผลลัพธ์จากตารางที่ 3 พบว่า เครื่องหยอดมีความเร็วในการทำงานเฉลี่ย 1.47 ไร่/ชม. อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว 8 กิโลกรัม/ไร่ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.20 ลิตร/ไร่ โดยมีผลผลิตต่อไร่ 425 กิโลกรัม/ไร่ ตัวอย่างรูปการทดสอบภาคสนาม แสดงดังรูปที่ 3 และ 4

ตารางที่ 1 ผลการทดลองเก็บข้อมูลจำนวนเมล็ดข้าวที่หยอดต่อจุด (เมล็ัด/จุด)

ตำแหน่งที่	รอบ 1	รอบ 2	รอบ 3	ตำแหน่งที่	รอบ 1	รอบ 2	รอบ 3
1	6	6	6	16	6	5	8
2	8	5	8	17	8	6	7
3	8	6	7	18	8	6	6
4	6	6	6	19	5	8	7
5	5	5	6	20	7	7	7
6	6	6	8	21	8	8	6
7	7	8	6	22	6	6	8
8	8	5	8	23	6	7	7
9	8	5	8	24	7	7	7
10	7	8	7	25	5	6	6
11	8	8	8	26	6	7	7
12	6	8	7	27	8	7	7
13	8	5	7	28	8	8	8
14	7	6	7	29	8	7	7
15	6	5	7	30	8	8	6
ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 รอบ = 6.81 เมล็ด/จุด	6.93 เมล็ด/จุด			6.5 เมล็ด/จุด		7 เมล็ด/จุด	

ตารางที่ 2 ผลการทดลองระยะห่างระหว่างจุดที่ข้าวตก

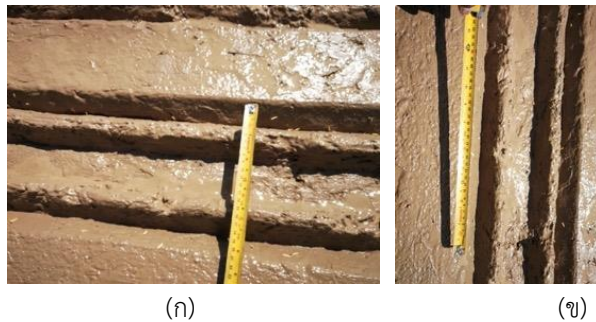
ตำแหน่ง ที่	ระยะห่างระหว่างจุดที่ ข้าวตก (ซม.)	ตำแหน่ง ที่	ระยะห่างระหว่างจุดที่ ข้าวตก (ซม.)	ตำแหน่ง ที่	ระยะห่างระหว่างจุดที่ ข้าวตก (ซม.)
1	19	11	24	21	23
2	16	12	22	22	27
3	21	13	23	23	20
4	21	14	21	24	20
5	16	15	25	25	21
6	25	16	20	26	22
7	22	17	25	27	20
8	24	18	19	28	25
9	16	19	24	29	24
10	16	20	20	30	24
ค่าเฉลี่ย					21.5

ตารางที่ 3 สรุปผลการเก็บข้อมูลการทดสอบรถหยอดข้าวตาม

รายการ	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	ค่าเฉลี่ย
พื้นที่ทดสอบ (ไร่)	2	2	2	2
จำนวนเมล็ดข้าวที่ตกต่อจุด (เมล็ด/จุด)	6.93	6.5	7	6.81
ความเร็วในการทำงานของเครื่องหยอด (ไร่/ชม.)	1.2	1.5	1.7	1.47
อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว (กิโลกรัม/ไร่)	8.15	7.64	8.23	8.00
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่)	2.06	2.2	2.35	2.20
ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม/ไร่)	425 กิโลกรัม/ไร่			



รูปที่ 3 ทดสอบการหยอดข้าว



รูปที่ 4 ตรวจสอบระยะการหยอดข้าว (ก) ระยะระหว่างร่อง และ (ข) ระยะห่างระหว่างจุดที่ข้าวตก

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบต้นทุนการเพาะปลูกข้าวหลังการทดสอบ

กิจกรรม	เพาะปลูกข้าวแบบหว่านเมล็ดข้าว (บาท/ไร่)	เพาะปลูกข้าวแบบใช้รถหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว (บาท/ไร่)
ช่วงการเตรียมดิน		
ไถกลบตอซัง,ไถตะ และ ไถแปร	300, 300, 250	300, 300, 200
(ไถคราด),(โรตารีปิ่น)	300	300
ช่วงการปลูก		
หว่านเมล็ดพันธุ์/ค่าจ้างรถหยอดเมล็ด	100	450
ค่าเมล็ดพันธุ์ข้าว (30 บาท/กก.)	600 (20 กก./ไร่)	210 (8 กก./ไร่)
ช่วงการดูแลรักษา		
ฉีดพ่นสารควบคุม*	250	150
หว่านปุ๋ย*	970	600
ฉีดพ่นกำจัดแมลง*	300	150
ฉีดพ่นฮอร์โมนและสารจับใบ*	300	200
ช่วงการเก็บเกี่ยว		
ค่าจ้างรถเกี่ยว	800	800
รวมต้นทุน**	4,470	3,660
ผลผลิตที่ได้ต่อไร่ (กก./ไร่)	341	425

*การทำนาหว่านจะมีต้นทุนฉีดพ่นสารควบคุม หว่านปุ๋ย ฉีดพ่นกำจัดแมลง ฉีดพ่นฮอร์โมน และสารจับใบมากกว่าแบบนาหยอด

** ต้นทุนนี้ยังไม่พิจารณาต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าขนส่ง ค่าสูบน้ำเข้า-ออก เป็นต้น

4.3 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้านต้นทุนการเพาะปลูก ด้านผลประหยัด ต้นทุนที่เกิดขึ้นและคำนวณหาจุดคุ้มทุน เมื่อนำรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตามมาใช้งาน เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการใช้งานของรถหยอด ด้านการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ แสดงรายละเอียดสมการการคำนวณผลประหยัดที่คาดว่าจะได้เป็นมูลค่าเงิน ดังนี้

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการเพาะปลูกข้าว

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการเพาะปลูกข้าวสำหรับวิธีการทำนาแบบหว่านเทียบกับการเพาะปลูกข้าวแบบใช้รถหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว ในพื้นที่ทดสอบจังหวัดขอนแก่น คณะผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลเริ่มตั้งแต่กิจกรรมเตรียมดิน ช่วงการปลูก ช่วงการดูแลรักษา และช่วงการเก็บเกี่ยว พบว่ามีต้นทุนการเพาะปลูกข้าวแบบใช้รถหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว 3,660 บาทต่อไร่ ในขณะที่ ต้นทุนเพาะปลูกข้าวแบบหว่านเมล็ด 4,470 บาทต่อไร่ จะเห็นได้ว่าการเพาะปลูกข้าวแบบใช้รถหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวสามารถลดต้นทุนการเพาะปลูกได้ 810 บาทต่อไร่ นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาด้านผลผลิตต่อไร่ วิธีการเพาะปลูกข้าวแบบใช้นาหว่านได้ผลผลิต 341 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่วิธีการเพาะปลูกข้าวแบบใช้รถหยอดได้ผลผลิต 425 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการเพาะปลูกข้าวแบบใช้รถหยอดสามารถเพิ่มผลผลิตต่อไร่ได้ร้อยละ 24.63 สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบต้นทุนการเพาะปลูกข้าวหลังการทดสอบได้ดัง 4 ตารางที่

4.3.2 ผลตอบแทนจากการลงทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้

การคำนวณผลตอบแทนจากการลงทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ ตามสมการที่ 2 ดังนี้

ส่วนที่ 1 คำนวณหาผลตอบแทนจากส่วนต่างการผลิตข้าวที่เพิ่มขึ้นจากการใช้งานรถหยอด (I_D)

$$\begin{aligned} I_D &= (\text{ผลผลิตข้าวที่ได้จากวิธีการหยอดด้วยรถ (กิโลกรัม/ไร่)} - \text{ผลผลิตข้าวที่ได้จากวิธีการหว่าน (กิโลกรัม/ไร่)}) \times \text{จำนวนไร่ที่เพาะปลูกต่อปี (ไร่)} \times \text{ราคาขายข้าว (บาท/กิโลกรัม)} \\ &= (425 - 341 \text{ กิโลกรัม/ไร่}) \times 175 \text{ ไร่/ปี} \times 15 \text{ บาท/กิโลกรัม (ประมาณราคาเป็นการค่าคงที่)} \\ &= 220,500 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$

ส่วนที่ 2 คำนวณหาผลประโยชน์ด้านต้นทุนวัตถุดิบ คิดเป็นมูลค่าเงินต่อปี (S_S)

$$\begin{aligned} S_S &= (\text{ปริมาณเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ใช้โดยวิธีการหว่าน (กิโลกรัม/ไร่)} - \text{ปริมาณเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ใช้โดยวิธีการหยอดด้วยรถ (กิโลกรัม/ไร่)}) \times \text{จำนวนไร่ที่เพาะปลูกต่อปี (ไร่)} \times \text{ราคาต้นทุนเมล็ดพันธุ์ข้าว (บาท/กิโลกรัม)} \\ &= (20 - 8 \text{ (กิโลกรัม/ไร่)}) \times (1.47 \text{ ไร่/ชม.} \times 8 \text{ ชั่วโมง/วัน} \times 15 \text{ วัน/ปี}) \times 30 \text{ บาท/กิโลกรัม} \\ &= 63,504 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$

ผลประโยชน์ด้านต้นทุนวัตถุดิบเมื่อนำรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตามมาใช้งาน ใน 1 ปี ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาในกรณีการปลูกข้าวนาปี โดยปกติเกษตรกรจะเริ่มปลูกเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคมของทุกปี ซึ่งโดยรวมแล้วคิดเป็นระยะเวลา 3 เดือน แต่อย่างไรก็ตามช่วงการปลูกยังต้องขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนหรือช่วงวันที่ฝนตก อาจมีช่วงแล้งหรือช่วงฝนตกสลับกันไป ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้กำหนดจำนวนวันหยอดข้าวที่ 15 วัน หรือคิดเป็นร้อยละ 16.7 เพื่อใช้คำนวณจำนวนวันที่สามารถหยอดข้าวได้ ซึ่งรถหยอดเมล็ดพันธุ์มีความสามารถหยอดที่ 1.47 ไร่/ชั่วโมง หรือ 175 ไร่/ปี คิดราคาเมล็ดพันธุ์ข้าว 30 บาทต่อกิโลกรัม พบว่าการนำรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตามมาใช้งาน ช่วยประหยัดต้นทุนเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ 63,504.00 บาทต่อปี

ส่วนที่ 3 ต้นทุนการใช้พลังงานที่เกิดจากการใช้งาน (P_C)

$$\begin{aligned} P_C &= \text{จำนวนไร่ที่เพาะปลูกต่อปี (ไร่/ปี)} \times \text{อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่)} \times \text{ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ลิตร)} \\ &= 175 \text{ ไร่/ปี} \times 2.20 \text{ ลิตร/ไร่} \times 40 \text{ บาท/ลิตร (ประมาณราคาเป็นการค่าคงที่)} \\ &= 15,400 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$

ส่วนที่ 4 ต้นทุนค่าดูแลรักษาที่เกิดจากการใช้งาน (M_C) คณะผู้วิจัยใช้แนวทางการคำนวณต้นทุนค่าดูแลรักษาแบบเส้นตรงที่ 5% ต่อปี ดังนั้นจะมีค่าเท่ากับ 7,500 บาทต่อปี

ส่วนที่ 5 ต้นทุนค่าเสื่อมราคา (D_C) คณะผู้วิจัยใช้แนวทางการคำนวณคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรงที่อายุการใช้งาน 8 ปี โดยไม่คิดมูลค่าซาก ดังนั้นจะมีค่าเท่ากับ 18,750 บาทต่อปี

ดังนั้น ผลการคำนวณผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการใช้งานเครื่อง

$$C_f = (220,500 + 63,504 - 15,400 - 7,500 - 18,750) \text{ บาทต่อปี} \\ = 242,354 \text{ บาทต่อปี}$$

4.3.3 ผลการคำนวณระยะเวลาการคืนทุน

การคำนวณระยะเวลาการคืนทุน จะพิจารณาจากเงินลงทุนในโครงการซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายในของเงินลงทุนซื้อรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตามในราคา 150,000 บาท สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 3

$$PB = 150,000 / 242,354 \\ = 0.62 \text{ ปี หรือประมาณ 7.44 เดือน}$$

ดังนั้น การลงทุนซื้อรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตามมาใช้งานมีระยะเวลาการคืนทุน 0.62 ปี หรือประมาณ 7.42 เดือน

5. อภิปรายผลและสรุปผล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนา รถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตาม ขนาดกว้าง 2,000 มิลลิเมตร ยาว 2,700 มิลลิเมตร สูง 1,450 มิลลิเมตร น้ำหนัก 400 กิโลกรัม โดยใช้ต้นกำลังขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ขนาด 9 แรงม้า สามารถหยอดข้าวได้ครั้งละ 8 แถว หยอดข้าวได้จำนวน 5-8 เมล็ดต่อจุด ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพรถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตาม มีความเร็วในการทำงานของเครื่องหยอดเฉลี่ย 1.46 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวเฉลี่ย 8 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 425 กิโลกรัม ให้ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยที่ดีกว่าวิธีทำนาด้วยการหว่านที่ผลผลิต 341 กิโลกรัมต่อไร่ เนื่องจากรถหยอดเมล็ดจะหยอดเมล็ดพันธุ์ลงในดินตามระยะทางและความลึกที่กำหนด ทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้อย่างสม่ำเสมอ ไม่แออัด ส่งผลให้ต้นข้าวได้รับแสงแดด อากาศ และน้ำอย่างทั่วถึง ทำให้เจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชูติ ม่วงประเสริฐ (2561) ที่พัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวแบบนาตามต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า สามารถช่วยลดการใช้เมล็ดพันธุ์ลงได้ นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มผลผลิตต่อไร่มากขึ้น เมื่อพิจารณาผลการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์พบว่าวิธีการเพาะปลูกข้าวแบบใช้น้ำหว่านจะมีต้นทุน 4,470 บาท/ไร่ ในขณะที่วิธีการเพาะปลูกข้าวแบบใช้รถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตามที่พัฒนา มีต้นทุน 3,660 บาท/ไร่ สามารถลดต้นทุนได้ลงร้อยละ 18 จากการคำนวณหาระยะเวลาการคืนทุน พบว่าการเพาะปลูกข้าวแบบโดยใช้รถหยอดนาตามมีระยะเวลาการคืนทุน 0.62 ปี หรือประมาณ 7.44 เดือน โดยผลงานวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับ Hemathulin, S. (2019) ที่กล่าวว่าการพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์จะช่วยในการลดต้นทุนการเพาะปลูกข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยการออกแบบและพัฒนา รถหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตาม ผู้วิจัยใช้ลัทธิรูปแบบรถไถเดินตามขนาด 2 ล้อ 1 แกนเพลาลูกกลิ้งสูง 72 ซม. และควบคุมการเลี้ยวแบบพวงมาลัย ซึ่งในขณะใช้งานจริงในแปลงนาพบว่ามีการบังคับพวงมาลัยที่กว้าง ทำให้มีความคล่องตัวยังไม่ดีในแปลงนาข้าว นอกจากนั้นยังส่งผลต่อการวางแผนการหยอดข้าวของแถวถัดไป อาจมีโอกาสทับเมล็ดข้าวที่หยอดไปแล้วก่อนหน้านี้ จากสาเหตุดังกล่าวสามารถปรับวิธีการควบคุมและรูปแบบล้อ เป็นแบบควบคุมแบบล้อเดียว 1 แกนเพลาลูกกลิ้ง โดยใช้แฮนด์บังคับเลี้ยว (Handle Bar) จะช่วยให้การควบคุมเลี้ยวได้สะดวกขึ้นและยังมีความคล่องตัวที่แคบ ซึ่งคณะผู้วิจัยคาดว่าจะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยในอนาคต

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการออกแบบและพัฒนาเครื่องยนต์เมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม เกิดจากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ตามสัญญาเลขที่ FRB650059/KN/01 ผ่านมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่น ที่สนับสนุนนักวิจัย และองค์ความรู้ในด้านการเพาะปลูกข้าว

เอกสารอ้างอิง

- ชุตี ม่วงประเสริฐ, พงศ์ศักดิ์ ชลธนะสวัสดิ์, รัตนา ตั้งวงศ์กิจ, สมชาย หล่อมหัธนะกุล และसानนท์ บุญมี. (2561). “เครื่องหยอดเมล็ดข้าวแบบเป็นแถวในนาตมต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า.” **การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 6-7 ธันวาคม 2561** : 129-135.
- ชัยวัช ไชวเจริญสุข. (2566). “แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2566-68 อุตสาหกรรมข้าว.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/agriculture/rice/io/io-rice-2023-2025>. สืบค้น 1 สิงหาคม 2567.
- ไพโรจน์ นะเที่ยง. (2556). “ผลการใช้เทคโนโลยีการหยอดข้าวเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม.” **journal of community development research**. 6(1) : 15-30.
- มานพ ดอนหมื่น, โยธิน สุริยมาต, เจษฎา คำภูมิ และ ปริญญวัตร ทินบุตร. (2567). “เครื่องสับและผสมอาหารสัตว์ต่อพ่วงรถแทรกเตอร์.” **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์**. 9(1) : 179-189.
- วิสุทธิ เลิศไกร และ ปราโมทย์ จิตต์สกุล. (2557). **การศึกษารูปแบบเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว**. เอกสารวิชาการ. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตร สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตร กรุงเทพมหานคร. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2566). “ตัวชี้วัดภาวะเศรษฐกิจ สังคมครัวเรือนเกษตร.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://oe.go.th/assets/portals/1/files/econ/Socio-econ2018-22.pdf>. สืบค้น 1 สิงหาคม 2567.
- Chatthip Natsupa. (2004). **Thai culture and process of social change**. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Hemathulin, S., Lasopha, T., Pannuchaoenwong, N., Rattanadecho, P., Echaroj, S., and Phongsavath, A. (2019). “Effect of the orientation of the rice seed swivel disc on the seed consumption rate of the dry paddy field sowing machine.” **Journal of Research and Applications in Mechanical Engineering**. 7(2) : 112-121.
- Lasopha Thodsatam, Suwipong Hemathulin, Nattadon Pannuchaoenwong and Phadungsak Ratanadecho. (2019). “Rotary hoe seeding machine for dry paddy field.” **Kaen Kaset Khon Kaen Agriculture Journal**. 47(Suppl. 1) : 39-46.
- Meris, Paulo Rafael V., et al. (2020). “Design and fabrication of two-row self-propelled paddy transplanter machine.” **IEEE Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC)** : 173-178.
- Worakuldumrongdej, P., Maneewam, T., and Ruangwiset, A. (2019). “Rice seed sowing drone for agriculture.” **19th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)** : 980-985.

คุณค่าทางวิชาการ

จากผลการวิจัยรถยนต์เมลิคพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม สามารถสนับสนุนได้ว่า แนวทางการพัฒนาการเพาะปลูกข้าวนาตมแบบใช้รถยนต์ สามารถช่วยให้เกิดประสิทธิภาพการเพาะปลูกที่ดีทั้งในด้านต้นทุนและด้านผลผลิต อันจะช่วยลดต้นทุนให้ถูกลงได้ และช่วยก่อให้เกิดรายได้ของเกษตรกรการเพาะปลูกข้าวมีรายได้ที่สูงขึ้นด้วยเหตุนี้ทางคณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าเป็นโอกาสที่เหมาะสมในการพัฒนารถยนต์เมลิคพันธุ์สำหรับการปลูกข้าวแบบนาตม โดยใช้องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ภาคอีสาน ภาคกลาง หรือพื้นที่ปลูกข้าวลักษณะนาตม จะสามารถช่วยลดต้นทุนภาคการเกษตร เพิ่มผลผลิตการปลูกข้าว ยกระดับการพัฒนาเกษตรกรไทยได้อย่างยั่งยืน



Developing A CCTV-AI System with The Capability to Accurately Detect and Recognize Individuals Who Are Wearing Helmets, Specifically Targeting Riders and Passengers.

Jetsada Kumphong^{1*} Nathayu Chawapattanayotha²

Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan
Khon Kaen Campus ^{1*}

Faculty of Industrial Technology, Nakhonphanom University²

E – mail : Jetsada.ku@rmuti.ac.th ^{1*}

Received 12 July 2024

Revised 20 September 2024

Accepted 3 October 2024

Abstract

Currently, Thailand is experiencing a high mortality rate due to motorcycle accidents, coupled with a low rate of helmet usage. Previous research has indicated that law enforcement measures can effectively increase helmet compliance. To address this issue, a study was conducted to create a system using artificial intelligence and CCTV technology to identify riders and passengers who are not wearing helmets. The study involved four key stages: data collection, software development utilizing the Yolo V.4 library, neural network training, and accuracy assessment. Results demonstrate that the program can successfully identify non-helmet-wearing riders with a 95% accuracy rate, which is deemed suitable for implementation by law enforcement agencies.

Keywords: Motorcycle/ Accident/ Neural network/ Technology

1. Introduction

According to the WHO's 2018 report, Thailand led the world in both traffic fatalities and accidents, with motorbikes accounting for almost 70% of the total. Previous investigations have demonstrated that wearing a helmet can significantly lower the number of head injuries and fatalities. (World Health Organization, 2018)

Motorcyclists in Thailand are also required by law to wear helmets. That being said, Thailand's law enforcement apparatus is not very effective. As seen in Figure 1, the police must set up a checkpoint at which they can issue citations to riders who fail to wear helmets.



Figure 1 Helmet-wearing enforcement at a checkpoint by police

Many times, accidents even happen at the checkpoint because the violator is trying to escape, and many times there are conflicts between the violator and the officer. (Satiennam, T. et al., 2023)

A 74% accuracy rate was demonstrated by Wonghabut et al. (2018) in their program to identify riders who do not wear helmets. This intriguing discovery has been expanded upon and equipped law enforcement has been equipped with a CCTV camera to identify motorcyclists not wearing helmets. This research has built a more accurate detection program by putting the strategy to use. The previous study suggested a novel method of regulating helmet use by employing CCTV cameras and computer software to automatically identify anyone breaking the law. (Mercado Reyna, J., et al., 2013; Li, J. et al., 2017) The Thai Police Ticket Management System (PTM), which issues tickets to motorcyclists who break the law, is compatible with the system. Table 1 illustrates the preliminary evaluation conducted during the first month at the Pratumuang intersection between 06:30 and 08:30 a.m. following the posting of warning signs encouraging the wearing of helmets, which indicates a 7% increase in helmet wear among motorcyclists. This shows a rise in rider safety. The rate of helmet wear may decline in the absence of law enforcement and police ticketing. (Kumphong, J. et al. 2018)

Table 1 Preliminary assessment of helmet wearing in percentage (after posting warning signs but no issued ticket)

	Percentage		Diff.
	Before posting warning signs	After posting warning signs	
Riders wearing helmet	82	89	7
Riders not wearing helmets	18	11	-7

A recent study has been conducted on law enforcement using the CCTV camera to detect unhelmeted riders. The study sites were: Mordindang Intersection, Kanlapaphruek Intersection, Phatumuang Intersection, Bangkok Intersection, and Charoensri Intersection in Khon Kaen urban areas. The result shows an increase of an average of 3.8% in helmet-wearing at all the intersections where the law was enforced. (Satiennam, T. et al., 2020) In the study, the program for detecting riders not wearing a helmet was developed, and the program training was performed for the detection of an object, which was a motorcycle or a helmet. This increased the complexity of data computation and required a higher cost, obstructing research extension into other areas. Thus, the further development for law enforcement is program training that enables detection of the unhelmeted head only. (Wonghabut, P. et al., 2018)

The CCTV camera program for detecting motorcyclists not wearing a helmet will be a useful technology for the police's enforcement of law since it increases the efficiency in law enforcement and the helmet-wearing rate. However, previous research has not been able to provide a detailed picture of which helmet styles drivers and passengers use. (Wonghabut, P. et al., 2018)

2. Objective

This study aims to create a program that uses an artificial intelligence system in conjunction with a CCTV camera to identify motorcyclists—both riders and passengers—who do not wear a helmet.

3. Methods

3.1 Survey and data collection for developing the detection system

The researcher selected the survey area and collected video data for developing the program. Since program development requires a great number of illegal riders without a helmet, there should be at least over 1,000 samples compared to the past article. The following 3 intersections have been selected as they are already installed with CCTV, and the camera views are appropriate: 1) Pratumuang, 2) Mordindang and 3) Charoensri intersections along Mittraphap road in Khon Kaen Municipality as shown in Figure 2.

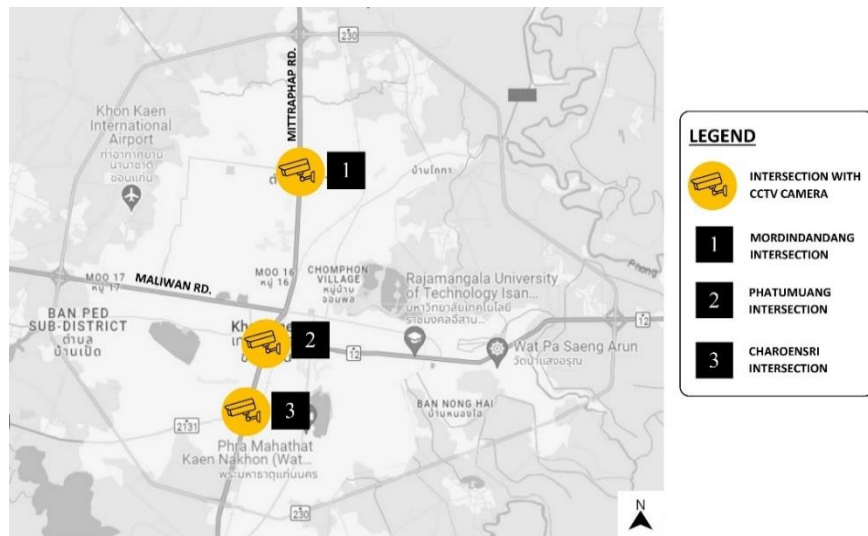


Figure 2. CCTV camera positions

3.2 Developing of the detection program

This study was done on object categorization (managing the image file by) based on the previously stated difficulty. Figure 3 illustrates how to gather data from CCTV cameras and turn them into an image file, which may then be transformed into an image file, framed to display an unhelmeted riders and passengers, or converted from the image file into a text format.

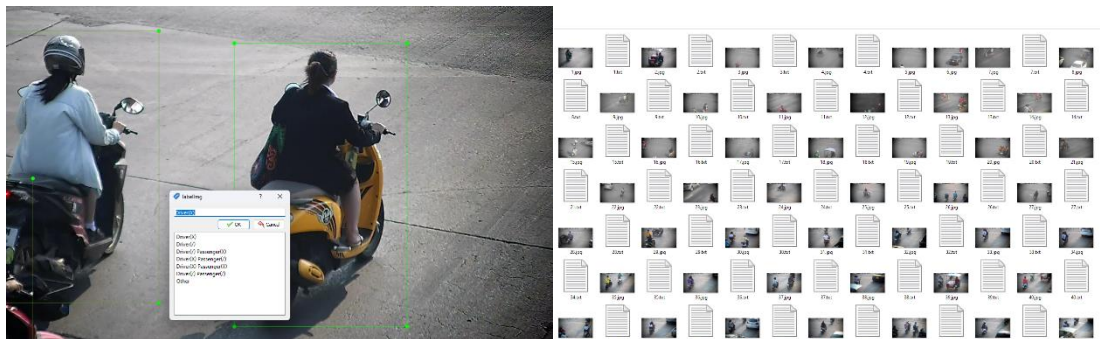


Figure 3 Example of image management before training data

3.3 Developmental procedures

3.3.1 Taking pictures in the research area (this approach is different from earlier studies that only took pictures of the rider's head (Chairat, A. et al., 2020; Mercado Reyna, J., et al., 2013).

3.3.2 Approximately 1,119 images per CCTV camera are stored for program development, both during the day and at night (of which 1,019 will be used for training and 100 for accuracy checks during the training). Ten percent of the data were used in this study. Nevertheless, the AI development handbook states that there isn't a set guideline. The training photos included a variety

of details that needed to be captured (as seen in Figure 4, one image may have multiple cases). In certain studies, the head image without a helmet was the only one captured.



Figure 4 Examples of images collected: a) One case only b) More than one case

Table 2 displays the ideas, variables, codes, and categories. The software for several types of helmet wear (Driver (X), Driver (/), Driver (/) Passenger (X), Driver (X) Passenger (/), Driver (X) Passenger(X), Driver (/) Passenger (/) and Other); status (rider, passenger); number of passengers (none, $\geq$ One); gender (female, male, and unidentified); side carriage—that is added to the side of the motorcycle and is common in Thailand, though it is illegal (yes, no) (Figure 5); hairstyle (long hair, short hair, and unidentified); hair color (black, others, and unidentified); food delivery (yes, no), as seen in Figure 6. A sample of motorcycle riders on an urban arterial road in Khon Kaen City, Thailand, provided the data.

Table 2 An explanation of the research variables

variables	Codes/Category
Types of wearing a helmet	1= Driver (X) 

Table 2 (Continued)

variables	Codes/Category
Types of wearing a helmet	2= Driver (/)
	
	3= Driver (/) Passenger (X)
	
	4= Driver (X) Passenger (/)
	

Table 2 (Continued)

variables	Codes/Category
Types of wearing a helmet	5= Driver (X) Passenger (X)  6= Driver (/) Passenger (/)  7= Other 
Status No. of passenger	1=Rider 0=Passenger 1=None 0=(≥ One)

Table 2 (Continued)

variables	Codes/Category
Side carriage	1=Yes
	0= No
Hairstyle	1= Long hair
	0= Other
	2=Unknown
Hair Colour	1= Black
	0= Other
	2=Unknown
Food Delivery	1=Yes
	0= No



Figure 5 An illustration of a sidecar on a motorcycle

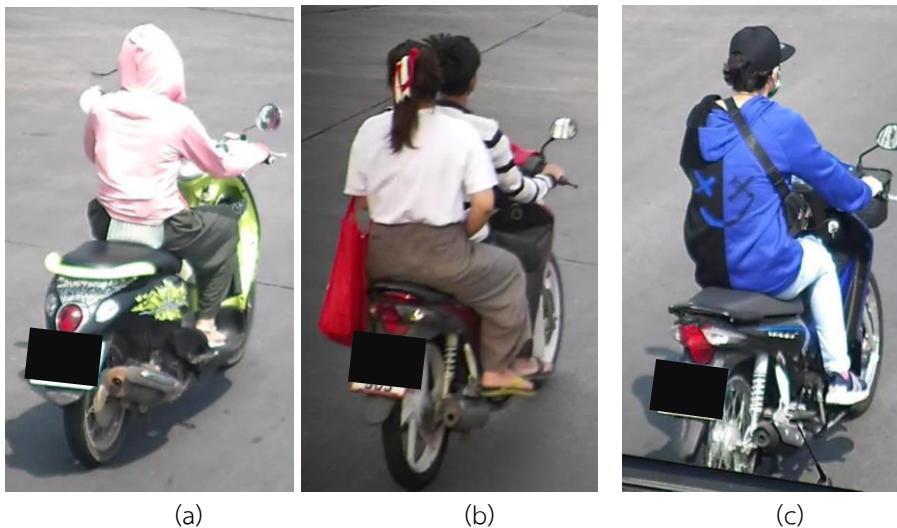


Figure 6 Example of riders with head ornaments: a) wearing a hoodie's hat, b) wearing a hair clip, c) wearing a cap.

3.3.3 Training the artificial neural network for more accuracy (as shown in Figure 7 and Figure 8)

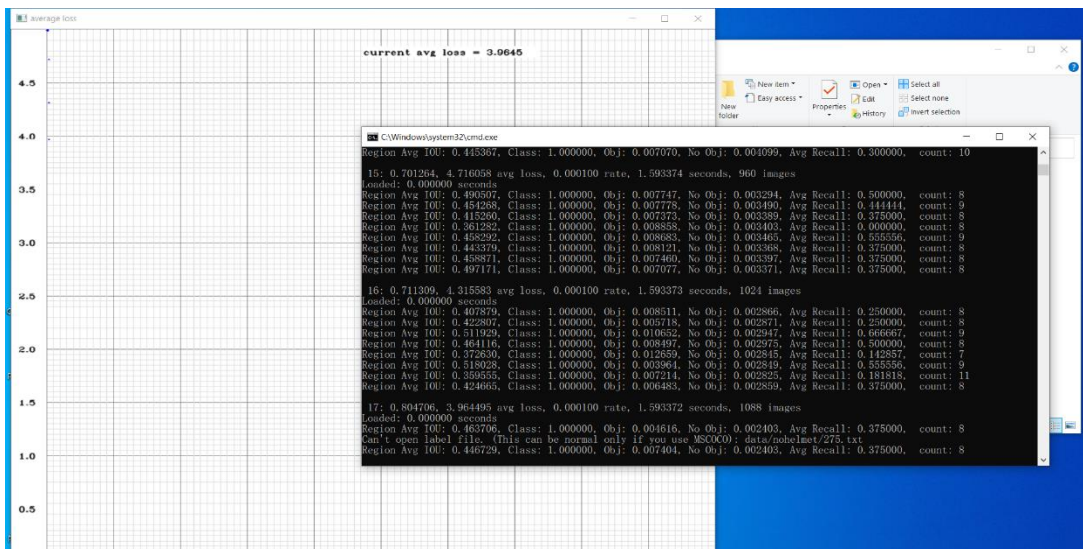


Figure 7 Example of program training

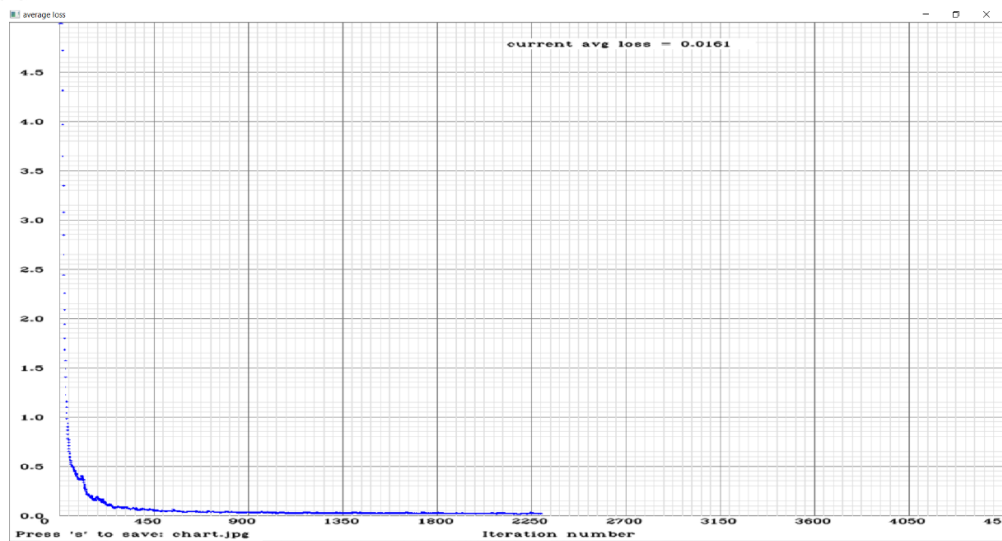


Figure 8 Example of the graph from the training program

3.3.4 Testing the software in the study area to assess the accuracy of information

3.3.5 Drawing conclusion

3.4 Evaluating the detection program's precision

To determine the percentage of detection accuracy, the researcher gathered 100 randomly selected images, which are not the same set as the images used in the training program in topic 3.3 (the training program was unaware of this). The purpose of this comparison was to find out how many riders were not wearing helmets, as detected by the program and how many were detected by the researcher.

4. Results and Discussions

4.1 Result of Program Development

A total of 1,019 photos (N = 2,055) showing motorcycle riders without helmets were collected throughout program development. The sample group's baseline data included the following: types of helmet wearers (24.8% Driver (X), 13.2% Driver (/), 24.6% Driver (/) Passenger (X), 1.5% Driver (X) Passenger (X), 27.4% Driver (X) Passenger (X), 4.2% Driver (/) Passenger (/) and 4.3% Other); status (68.2% riders, 31.8% passengers); number of passengers (37.9% none, 62.1% ≥ One); hairstyle (31.6% long hair, 50.8% short hair, and 17.6% unidentified); hair colour (64.7% black, 4.7% other, and 30.6% unidentified); and food delivery (5.0% yes, 95.0% no). These are displayed in Table 3.

Table 3 Variable of Program Development (N=2,055)

Variable	Frequency	% (95%IC)
Types of wearing a helmet		
1= Driver (X)	510	24.8(22.9-26.8)
2= Driver (/)	271	13.2(11.8-14.5)
3= Driver (/) Passenger (X)	506	24.6(22.7-26.5)
4= Driver (X) Passenger (/)	30	1.5(1.0-2.0)
5= Driver (X) Passenger(X)	563	27.4(25.5-29.2)
6= Driver (/) Passenger (/)	86	4.2(3.4-5.1)
7= Other	89	4.3(3.4-5.3)
Status		
Rider	1,402	68.2(66.1-70.2)
Passenger	653	31.8(29.8-33.9)
No. of passenger		
None	779	37.9(35.8-40.0)
≥ One	1,276	62.1(60.0-64.2)
Side carriage		
Yes	19	0.1(3.1-5.0)
No	2,036	99.1(95.0-96.9)
Hairstyle		
Long hair	650	31.6(29.7-33.7)
Other	1,044	50.8(48.6-53.0)
Unknown	361	17.6(15.9-19.2)
Hair color		
Black	1,330	64.7(62.6-66.9)
Other	97	4.7(3.8-5.7)
Unknown	628	30.6(28.4-32.6)
Food Delivery		
Yes	102	5.0(4.0-5.9)
No	1,953	95.0(94.1-96.0)

After 4,500 cycles of accuracy training, 95% accuracy was found in the learning software. Depending on the computer's efficiency, each cycle took about an hour. The training procedure used the same methodology as the research by Chairat et al. (2020), but in this study, training was limited to undeleted riders and passengers to improve law enforcement effectiveness because this entails training only the primary target.

4.2 Verification of program accuracy

For the purpose of ensuring that the program is accurate, a collection of one hundred photographs of cyclists wearing and not wearing helmets was conducted. In the sample group, the baseline data contained the following categories of helmet wearers: 28.1% of drivers (X), 3.6% of drivers (/), 29.9% of drivers (/) who were passengers (X), 1.2% of drivers (X) who were passengers (/), 33.5% of drivers (X) who were passengers (X), 1.2% of drivers (/) who were passengers (/), and 2.4% of other drivers.; status (64.7% riders, 35.3% passengers); No. of passenger (29.3% none, 70.7% $\geq$ One); side carriage (3.0% yes, 97.0% no); hairstyle (34.7% long hair, 47.3% short hair, and 18.0% unidentified); hair colour (68.3% black, 9.6% other, and 22.1% unidentified); food delivery (6.0% yes, 94.0% no). Table 4 displays these in its entirety.

Table 4 Variables for verification of program accuracy (N=167)

Variables	Frequency	% (95%IC)
Types of wearing a helmet		
1= Driver (X)	47	28.1(21.6-35.3)
2= Driver (/)	6	3.6(1.2-6.6)
3= Driver (/) Passenger (X)	50	29.9(23.4-37.1)
4= Driver (X) Passenger (/)	2	1.2(0-3.0)
5= Driver (X) Passenger(X)	56	33.5(26.3-40.7)
6= Driver (/) Passenger (/)	2	1.2(0-3.0)
7= Other	4	2.4(0-4.8)
Status		
Rider	108	64.7(57.5-71.9)
Passenger	59	35.3(28.1-42.5)
No. of passenger		
None	49	29.3(22.2-35.9)
$\geq$ One	118	70.7(64.1-77.8)
Side carriage		
Yes	5	3.0(0.6-5.4)
No	162	97.0(94.6-99.4)
Hairstyle		
Long hair	58	34.7(27.5-42.5)
Other	79	47.3(40.1-55.1)
Unknown	30	18.0(12.0-24.0)
Hair colour		
Black	114	68.3(61.1-75.4)
Other	16	9.6(5.4-14.4)

Table 4 (Continued)

Variables	Frequency	% (95%IC)
Unknown	37	22.2(16.2-28.1)
Food Delivery		
Yes	10	6.0(2.4-9.6)
No	157	94.0(90.4-97.6)

When compared to previous research studies that were used to construct the program, it was discovered that the learning program had an accuracy training of 95% (the example of detection is given in Figure 9). As a result, the precision of this investigation is much improved. As demonstrated in Figure 10, the algorithm was able to differentiate between riders who wore hats and riders who wore helmets.

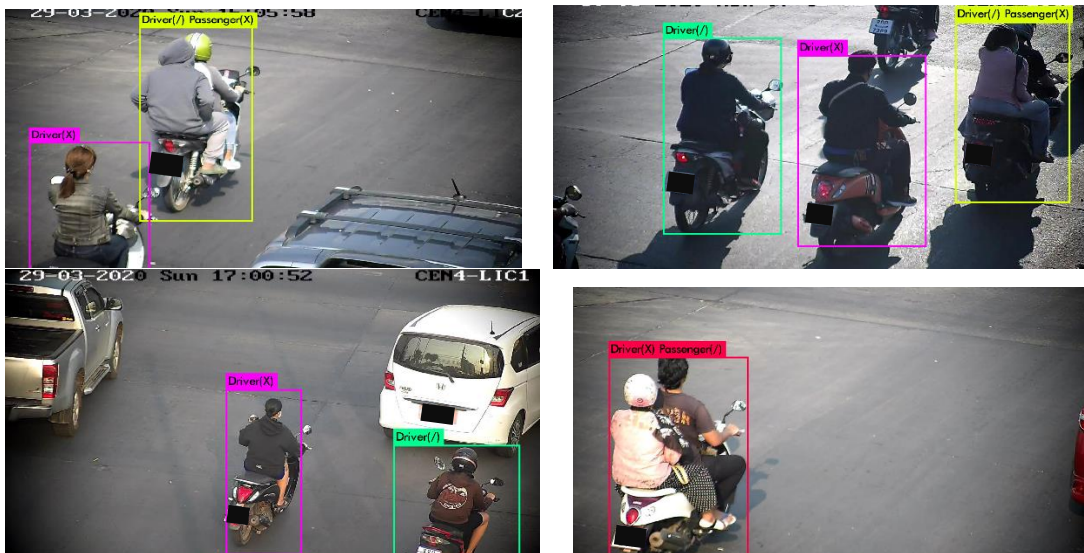


Figure 9 Example of detection of riders not wearing a helmet by the trained program

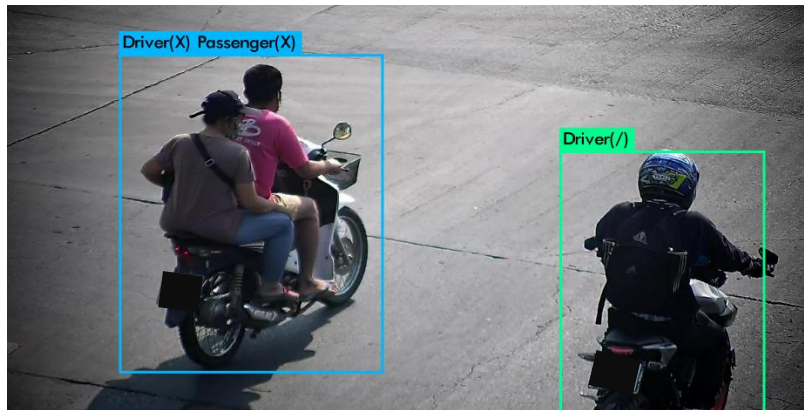


Figure 10 Example of detection of riders wearing other hats

5. Conclusion

The purpose of this investigation was to investigate and design a program that would use an artificial intelligence system in conjunction with a closed-circuit television camera to identify riders and passengers who are wearing helmets. It was determined that the program yielded an accuracy rate of 95%. With this level of precision, the authorities are able to take legal action against the person who committed the offense. For the purpose of determining whether a higher percentage is required, additional data should be gathered from a variety of scenarios, patterns, and through additional training. On the other hand, if there were a greater quantity of data, the amount of finance allocated for development would likewise be greater. In addition, in order to include the program into additional domains, it is necessary to position the camera at the same angle as the angle that was utilized in the experiment. Furthermore, in order to enhance the precision of the detection, training needs to be carried out on the image that was taken from that particular region. The development has the potential to be utilized as a measure that enhances the effectiveness of law enforcement officials, and it may also be utilized in conjunction with the automatic mobile detection system for riders who are not wearing helmets.

6. Acknowledgments

This work is dedicated to the memory of my late elder brother, Mr. Vutidach Kumphonng, who tragically lost his life in a road accident.



7. References

- Chairat, A., Dailey, M., Limsoonthrakul, S., Ekpanyapong, M., & KC, D. R. (2020). "Low cost, high performance automatic motorcycle helmet violation detection". In **Proceedings of the IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision** (pp. 3560-3568).
- Kumphong, J., Satiennam, T., & Satiennam, W. (2018). **PW 2344 Preliminary evaluation of helmet law enforcement by cctv camera: case of phatumuang intersection, khon kaen city, Thailand.**
- Li, J., Liu, H., Wang, T., Jiang, M., Wang, S., Li, K., & Zhao, X. (2017). "Safety helmet wearing detection based on image processing and machine learning". In **2017 Ninth international conference on advanced computational intelligence (ICACI)**. (pp. 201-205).
- Mercado Reyna, J., Luna-Garcia, H., Espino-Salinas, C. H., Celaya-Padilla, J. M., Gamboa-Rosales, H., Galván-Tejada, J. I., & Villalba-Condori, K. O. (2023). "Detection of Helmet Use in Motorcycle Drivers Using Convolutional Neural Network". **Applied Sciences**. 13(10) : 5882.
- Satiennam, T., Kumphong, J., Satiennam, W., Klungboonkrong, P., Jaensirisak, S., & Ratanavaraha, V. (2020). "Change in helmet use behavior enforced by CCTV cameras with automatic helmet use detection system on an urban arterial road". **Traffic injury prevention**. 21(7) : 494-499.
- Satiennam, T., Satiennam, W., Klungboonkrong, P., Kumphong, J., Rasri, N., Jantosut, P., ... & Daengpruan, N. (2023). "Effectiveness of automated red-light running control using closed-circuit television cameras in Thailand". **Asia-Pacific J. Sci. Technol.** 28 : 1-9.
- Wonghabut, P., Kumphong, J., Satiennam, T., Ung-Arunyawee, R., & Leelapatra, W. (2018). "Automatic helmet-wearing detection for law enforcement using CCTV cameras". In **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science** (143(1) : 012063. IOP Publishing.
- World Health Organization. (2018). "Global status report on road safety 2018". **World Health Organization**

8. Academic Value

This study resulted in the development of a program that utilizes artificial intelligence in conjunction with a closed-circuit television camera to detect individuals not wearing helmets while riding motorcycles. The program demonstrated an accuracy rate of 95%, enabling authorities to take legal action against offenders.

รายละเอียดและคำแนะนำการเตรียมบทความเสนอการตีพิมพ์
วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
Industrial Technology Journal, Surindra Rajabhat University

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ได้เปิดรับบทความจากนักวิชาการ นักวิจัยและนักศึกษา ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย มีกำหนดการตีพิมพ์ปีละ 2 ครั้ง คือ ในรอบเดือน มกราคม – มิถุนายน และรอบเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม โดยยินดีรับบทความที่มีขอบเขตเนื้อหาเกี่ยวข้องกับศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรมและสหวิทยาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยทุกบทความจะได้รับการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิไม่น้อยกว่า 2 ท่าน

ขั้นตอนการดำเนินงานจัดทำวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

1. รับต้นฉบับจากผู้สนใจตีพิมพ์บทความผ่านระบบ ThaiJo (<https://www.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/login>)
2. กองบรรณาธิการตรวจสอบความสมบูรณ์ความถูกต้องและคุณภาพของบทความต้นฉบับ
3. กองบรรณาธิการเตรียมต้นฉบับจัดส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Reviews) ที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง ไม่น้อยกว่าสองท่านต่อหนึ่งบทความ ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้แต่ง (Authors) จะไม่ทราบชื่อซึ่งกันและกัน (Double – blind Peer Reviews) โดยบทความที่ลงตีพิมพ์นั้นจะต้องผ่านความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสองท่านหรือสองในสามท่าน
ทั้งนี้ ความคิดเห็นเกี่ยวกับบทความมีดังนี้
 - Accept Submission = รับตีพิมพ์บทความโดยให้กองบรรณาธิการพิจารณาอีกครั้ง
 - Revisions Required = แก้ไขบทความโดยให้บรรณาธิการพิจารณาอีกครั้ง
 - Resubmit for Review = ผู้แต่งต้องแก้ไขบทความส่งกลับมาให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบอีกครั้ง
 - Resubmit Elsewhere = ปฏิเสธรับตีพิมพ์บทความ กรณีที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ขอบเขตของวารสาร และการเตรียมบทความ ทั้งนี้ให้ผู้แต่งส่งบทความตีพิมพ์ในวารสารอื่น
 - Decline Submission = ปฏิเสธการตีพิมพ์บทความ
 - See Comments = พิจารณาข้อเสนอแนะของผู้ประเมินบทความ
4. กองบรรณาธิการส่งต้นฉบับที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วพร้อมสรุปผลการประเมินคุณภาพต้นฉบับและจัดส่งผู้แต่งเพื่อปรับปรุงแก้ไข พร้อมให้ชี้แจงการปรับแก้ไขกลับมายังกองบรรณาธิการ
5. กองบรรณาธิการตรวจสอบการปรับปรุงแก้ไขความถูกต้อง และรูปแบบการเขียนต้นฉบับ
6. บรรณาธิการตอบรับการตีพิมพ์และเผยแพร่ต้นฉบับดังกล่าวผ่านระบบฐานข้อมูลวารสารอิเล็กทรอนิกส์กลาง (<https://www.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/login>) จากนั้น จะออกหนังสือตอบรับการตีพิมพ์บทความอย่างเป็นทางการจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์อีกครั้ง
7. กองบรรณาธิการรวบรวมต้นฉบับและตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนจัดส่งโรงพิมพ์เพื่อจัดทำวารสารฉบับร่าง
8. กองบรรณาธิการตรวจสอบความถูกต้องของวารสารฉบับร่างจากโรงพิมพ์อีกครั้ง จากนั้นจึงส่งตีพิมพ์เผยแพร่

9. กองบรรณาธิการเผยแพร่วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผ่านระบบฐานข้อมูลวารสารอิเล็กทรอนิกส์กลาง (<https://www.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/login>) และจัดส่งวารสารฉบับตีพิมพ์ให้กับผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้แต่ง และหน่วยงานอื่น ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

หลักเกณฑ์ในการส่งบทความของวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

1. บทความที่ผู้แต่งส่งมาเพื่อตีพิมพ์จะต้องเป็นบทความที่ยังไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่หรืออยู่ระหว่างการเสนอขอตีพิมพ์จากวารสารอื่น ๆ
2. เนื้อหาในบทความต้องไม่คัดลอก ลอกเลียนแบบ หรือไม่ตัดทอนจากบทความอื่นโดยเด็ดขาด (การละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้แต่งเท่านั้น)
3. ผู้แต่งต้องเขียนบทความตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในหัวข้อ “คำแนะนำการเตรียมต้นฉบับสำหรับผู้เขียนบทความเพื่อการพิจารณาตีพิมพ์” ในวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
4. การพิจารณาบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จะพิจารณาเฉพาะบทความที่ได้รับการประเมินให้ตีพิมพ์เผยแพร่จากผู้ทรงคุณวุฒิเท่านั้น
5. กรณีมีข้อเสนอนั้นจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้แต่งต้องปรับแก้ไขตามข้อเสนอนั้นของผู้ทรงคุณวุฒิ และชี้แจงการแก้ไขต้นฉบับดังกล่าวมายังกองบรรณาธิการ

คำแนะนำการเตรียมต้นฉบับสำหรับผู้เขียนบทความเพื่อการพิจารณาตีพิมพ์

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ รับบทความที่มีขอบเขตเนื้อหาในศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยรับบทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ บทความที่รับพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารฯ มีสองลักษณะ และความยาวของบทความควรเป็นดังนี้

- 1) บทความวิจัย (Research Article) ประมาณ 15 หน้า ต่อบทความ
- 2) บทความทางวิชาการ (Article) ประมาณ 10 หน้า ต่อบทความ

ผู้เขียนสามารถจัดเตรียมต้นฉบับเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ แต่บทความภาษาไทยจะต้องมีชื่อเรื่อง ชื่อผู้เขียน สังกัด อีเมล บทคัดย่อและคำสำคัญเป็นภาษาอังกฤษด้วย โดยบทความที่เสนอจะต้องพิมพ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมเวิร์ดโปรเซสเซอร์ ใช้ตัวหนังสือแบบ TH SarabunPSK กำหนดตั้งค่าหน้ากระดาษซ้าย 2 เซนติเมตร ขวา 1.5 เซนติเมตร บน 2 เซนติเมตร ล่าง 1.5 เซนติเมตร กำหนดการตั้งแท็บ คือ 1.00 1.59 2.06 2.54 และ 3.02 เซนติเมตร ลงบนกระดาษขนาด B5 (182 x 257 mm) พิมพ์ต้นฉบับแบบขาว - ดำ โดยยึดรูปแบบการพิมพ์ตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารนี้ โดยขนาดและรูปแบบให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

รายการ	แบบอักษรและขนาด	การจัดตำแหน่ง	ลักษณะตัวอักษร
ชื่อเรื่อง	TH Sarabun PSK 18 pt	กึ่งกลาง	ตัวหนา
ชื่อและที่อยู่ผู้เขียน	TH Sarabun PSK 14 pt	กึ่งกลาง	ตัวหนา
หัวข้อ	TH Sarabun PSK 14 pt	ชิดซ้าย	ตัวหนา
เนื้อเรื่อง	TH Sarabun PSK 14 pt	กระจายแบบไทย	ตัวธรรมดา
ชื่อรูป	TH Sarabun PSK 14 pt	ชิดซ้าย	ตัวหนาเฉพาะคำว่า รูปที่ x
ชื่อตาราง	TH Sarabun PSK 14 pt	ชิดซ้ายอยู่เหนือตาราง	ตัวหนาเฉพาะคำว่า ตารางที่ x
ชื่อเอกสารอ้างอิง	TH Sarabun PSK 14 pt	ชิดซ้าย	ตัวธรรมดา

บทความภาษาไทยให้ยึดหลักการใช้คำศัพท์และการเขียนทับศัพท์ภาษาอังกฤษตามหลักของราชบัณฑิตยสถาน โดยหลีกเลี่ยงการเขียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยในข้อความ และถ้าในบทความมีศัพท์เทคนิคหรือศัพท์เฉพาะให้ใช้คำทับศัพท์ และ/หรือ ศัพท์บัญญัติ พร้อมวงเล็บคำศัพท์ภาษาอังกฤษนั้นด้วย

การเขียนภาษาอังกฤษเพื่ออธิบายศัพท์ทางเทคนิคให้เขียนในวงเล็บภาษาอังกฤษต่อท้ายคำศัพท์นั้น ๆ โดยอธิบายเพียงครั้งแรกที่ศัพท์นั้นปรากฏในบทความ โดยใช้ตัวพิมพ์เล็ก (Small Letter) ยกเว้นชื่อเฉพาะ ชื่อคน หรือ อักษรย่อที่ต้องใช้หรือขึ้นต้นด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ (Capital Letter)

การพิมพ์จะไม่มีการเว้นบรรทัด เว้นแต่หากต้องการขึ้นหัวข้อใหม่ให้เว้นหนึ่งบรรทัดหรือการแทรกตารางหรือรูปภาพและเว้นอีกหนึ่งบรรทัดก่อนจะขึ้นย่อหน้าใหม่หลังการแทรกตารางหรือรูปภาพดังกล่าว

การลำดับหัวข้อของเนื้อเรื่องให้ใช้เลขกำกับนำเป็นหัวข้อหมายเลข 1 และหากมีหัวข้อย่อยให้ใช้เลขระบบทศนิยมกำกับกับหัวข้อย่อย เช่น 1.1 เป็นต้น

สำหรับการอ้างอิงเอกสารต้องมีรูปแบบเดียวกันทั้งบทความ ทั้งนี้ให้ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อที่ 11 เอกสารอ้างอิง (References)

เอกสารต้องมีรูปแบบเดียวกันทั้งบทความ ทั้งนี้บทความประเภทต่าง ๆ ในวารสารเล่มนี้ มีหัวข้อโดยประมาณ ดังนี้

บทความวิจัย (Research Article)	บทความวิชาการ (Article)
1. ชื่อเรื่อง (Title) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	1. ชื่อเรื่อง (Title) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
2. รายชื่อผู้เขียน (Authors) สถานที่ทำงาน (Addresses) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และที่อยู่อีเมลของนักวิจัยหลัก (E - mail Address)	2. รายชื่อผู้เขียน (Authors) สถานที่ทำงาน (Addresses) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และที่อยู่อีเมลของนักวิจัยหลัก (E - mail Address)
3. บทคัดย่อ (Abstract) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	3. บทคัดย่อ (Abstract) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
4. บทนำ (Introduction)	4. ประเด็นหัวข้อ/เนื้อหาสาระ
5. วัตถุประสงค์ (Research Objectives)	5. สรุป (Conclusion)
6. วิธีการวิจัย (Methodology)	6. เอกสารอ้างอิง (References)
7. ผลการวิจัย (Results)	
8. อภิปรายผลและสรุปผล (Discussion and Conclusion)	
9. ข้อเสนอแนะ (Suggestion)	
10. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) - ถ้ามี	
11. เอกสารอ้างอิง (References)	
12. คุณค่าทางวิชาการ (Academic Value)	

1. ชื่อเรื่อง (Title)

ควรกะทัดรัดไม่ยาวจนเกินไป ถ้าบทความเป็นภาษาไทย ชื่อเรื่องต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

2. รายละเอียดผู้แต่งบทความ

2.1 รายชื่อผู้เขียน (Authors) ให้เขียนชื่อเต็ม นามสกุลเต็ม ของผู้แต่งครบทุกคน ทั้งบทความภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

2.1.1 ไม่ใส่ตำแหน่งทางวิชาการ ยศ ตำแหน่งทางทหาร สถานภาพทางการศึกษา หรือ คำนำหน้าชื่อหรือท้ายชื่อ และไม่ต้องระบุสถานภาพผู้แต่ง เช่น นักศึกษาปริญญาเอก หรืออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นต้น

2.1.2 ให้ใส่ตัวเลขเป็นตัวยกกำกับท้ายนามสกุลของผู้แต่งทุกคน และใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) เฉพาะผู้รับผิดชอบบทความ (คนที่ 1)

2.2 สถานที่ทำงาน (Addresses) ระบุชื่อคณะและสถาบันการศึกษาของผู้เขียนบทความทุกคนในกรณีที่มีผู้เขียนหลายคน ให้ใส่ตัวเลขเป็นตัวยกกำกับท้ายสถานที่ทำงานของผู้แต่งทุกคน และใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) เฉพาะสถานที่ทำงานของผู้รับผิดชอบบทความ (คนที่ 1)

2.3 ที่อยู่อีเมลของนักวิจัยหลัก (E - mail Address) ระบุอีเมลที่ใช้ติดต่อของผู้รับผิดชอบบทความหลัก ทั้งนี้ตัวอย่างการเขียนรายละเอียดผู้แต่งบทความ

ในบทความภาษาไทยและบทความภาษาอังกฤษให้พิมพ์เช่นเดียวกับรายละเอียดผู้แต่งบทความเพียงแต่แปลเป็นภาษาอังกฤษ ดังแสดงในรูปที่ 1 และ รูปที่ 2

บัญชา ชื่นจิต^{1*} นวัตร โปธิสาร²
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1*}
คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์²
อีเมล : Bancha@srru.ac.th^{1*}

รูปที่ 1 ตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดผู้แต่งบทความเป็นภาษาไทย

Bancha Chunjit^{1*} Nawattakorn Phothisar²
Faculty of Industrial Technology, Surindra Rajabhat University^{1*}
Faculty of Management technology, Rahanangala University of
Technology Isan Surin Campus²
E – mail : Bancha@srru.ac.th^{1*}

รูปที่ 2 ตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดผู้แต่งบทความเป็นภาษาอังกฤษ

3. บทคัดย่อ (Abstract) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

บทคัดย่อภาษาไทย และบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ต้องมีความยาวระหว่าง 200 ถึง 350 คำ และมีความยาวไม่เกิน 15 บรรทัด โดยพิมพ์เว้นที่ว่าง 1 บรรทัดต่อจากรายละเอียดผู้แต่งบทความ และเป็นบทคัดย่อประกอบด้วยวัตถุประสงค์ (Objective) วิธีการวิจัย (Methods) สรุปผลการวิจัย (Conclusion) และคุณค่าหรือการนำไปใช้ประโยชน์

คำสำคัญ (Keywords) มีคำสำคัญ 3 - 5 คำ ที่ครอบคลุมชื่อเรื่องที่ศึกษา เหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นคำค้นหาข้อมูลและจัดเรียงคำสำคัญตามตัวอักษร ส่วนการเขียน Keywords ภาษาอังกฤษ ควรถูกต้องและชัดเจนตามหลักภาษา สอดคล้องกับคำสำคัญภาษาไทย โดยพิมพ์เว้นที่ว่าง 1 บรรทัดต่อกับบทคัดย่อ

4. บทนำ (Introduction)

เป็นส่วนของเนื้อหาที่อธิบายถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา และเหตุผลนำไปสู่การศึกษาวิจัย ทั้งนี้ ควรอ้างอิงเอกสารและงานวิจัยที่มีความทันสมัยและความถูกต้องที่เกี่ยวข้องด้วยเพื่อให้มีน้ำหนักและเกิดความน่าเชื่อถือ โดยเป็นการอ้างอิงแทรกในเนื้อหา (In - text Citation) แบบนามปีที่ใช้ระบบ APA (American Psychological Association citation style)

5. วัตถุประสงค์ (Research Objectives)

วัตถุประสงค์มีความชัดเจนสอดคล้องกับชื่อบทความและอยู่ในกรอบของเรื่องที่ศึกษาวิจัย ไม่ควรเกิน 3 ข้อ

6. วิธีกรวิจัย (Methodology)

อธิบายถึงกระบวนการวิจัยอย่างละเอียดและชัดเจน เช่น ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ขอบเขตการศึกษา เครื่องมือที่ใช้และการเก็บรวบรวมข้อมูล และสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งถ้าต้องมีการอ้างถึงสมการ ผู้แต่งต้องพิมพ์ด้วยฟังก์ชันในการเขียนสมการในเวิร์ดโปรเซสเซอร์ เช่น Math Type หรือเครื่องมือสมการอื่น ๆ และห้ามบันทึกสมการเป็นรูปภาพเด็ดขาด โดยรูปแบบอักษรในสมการต้องเป็น **Times New Roman** ขนาด 12 point

สมการทุกสมการจะต้องมีหมายเลขที่อยู่ในวงเล็บกำกับและเรียงตามลำดับ หมายเลขสมการต้องอยู่ชิดขอบขวาของคอลัมน์ โดยพิมพ์เว้นที่ว่าง 1 บรรทัด ก่อนและหลังการเขียนสมการ ดังตัวอย่าง

$$f_{rmp}^{TM^2} = \frac{\sqrt{\left(\frac{x_{mn}}{a}\right)^2 + \left(\frac{x_{mn}}{b}\right)^2 + \left(\frac{p\pi}{L}\right)^2}}{2\pi\sqrt{\mu\epsilon}} \quad (1)$$

การนิยามและอธิบายตัวแปรในสมการให้ใช้รูปแบบอักษรหรือสัญลักษณ์ที่เหมือนกันกับที่ปรากฏในสมการทั้งแบบอักษรและขนาดอักษร

7. ผลการวิจัย (Results)

เสนอผลการวิจัยที่ตรงประเด็นตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยการบรรยายในเนื้อเรื่อง หรือแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมด้วยภาพประกอบ ตาราง กราฟ หรือแผนภูมิ ตามความเหมาะสม

7.1 ข้อกำหนดเกี่ยวกับรูป ต้องมีความกว้างไม่เกินขอบหน้ากระดาษ โดยวรรค 1 บรรทัด ก่อนและหลังรูป กรณีที่เป็นรูปขนาดใหญ่จะลงเต็มหน้ากระดาษทางขวาก็ได้ โดยให้จัดรูปแบบให้เหมาะสมและชัดเจน รูปกราฟหรือแผนภูมิต่าง ๆ ควรวาดด้วยสายเส้นคมชัดบนพื้นที่สีขาว รูปถ่ายต้องเป็นรูปจริงและเป็นรูปขาวดำเท่านั้น รูปประกอบแต่ละรูปจะต้องมีหมายเลขกำกับและมีคำบรรยายประกอบที่มีความยาวไม่เกิน 2 บรรทัด โดยจัดชิดซ้ายได้รูปที่ หากรูปมีตัวอักษร ขนาดของอักษรต้องมีขนาดที่อ่านได้และไม่ควรมีขนาดเล็กกว่าขนาดอักษรที่เป็นเนื้อเรื่อง (14 point) ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 สายอากาศในการทดลองโดยมีสายโพรบเป็นสายวัดที่ต่อเข้ากับ Network Analyzer

7.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับตาราง เว้นที่ว่าง 1 บรรทัด ก่อนและหลังการเขียนตาราง ใช้ขนาดของตัวเลขและตัวอักษร 14 point ควรตีเส้นในตารางให้เรียบร้อย ตารางแต่ละตารางจะต้องมีหมายเลขกำกับและมีคำบรรยายตารางความยาวไม่เกิน 2 บรรทัด พิมพ์ชิดขอบซ้ายเหนือตารางนั้น ๆ ดังตัวอย่างในตารางที่ 1 - 2

8. อภิปรายผลและสรุปผล (Discussion and Conclusion)

ชี้แจงผลวิจัยว่าตรงกับวัตถุประสงค์หรือสมมุติฐานการวิจัย วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการวิจัยให้เข้ากับหลักทฤษฎีสอดคล้องหรือขัดแย้งกับผลการวิจัยของผู้อื่นที่มีอยู่ก่อนหรือไม่ อย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

9. ข้อเสนอแนะ (Suggestion)

ระบุข้อเสนอแนะหรือการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ หรือทั้งประเด็นคำถามวิจัยซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยต่อไป

10. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) – ถ้ามี

ระบุสั้น ๆ ว่างานนี้ได้รับทุนสนับสนุนและความช่วยเหลือจากองค์กรใดหรือผู้ใดบ้าง (ถ้ามี) โดยให้ละเว้นการกล่าวขอบคุณบุคลากรหรืออาจารย์ที่ปรึกษา

11. เอกสารอ้างอิง (References)

เป็นการอ้างอิงเอกสารในเนื้อหาให้ใช้ระบบ APA Style (American Psychological Association Style) ให้เริ่มต้นด้วยเอกสารอ้างอิงภาษาไทยก่อนแล้วตามด้วยเอกสารภาษาต่างประเทศ หากผู้เขียนมีมากกว่า 3 คน ให้ใส่ชื่อ 3 คนแรกแล้วตามด้วย และ คณะหรือ et al.

11.1 การอ้างอิงในเนื้อหาใช้ระบบนาม-ปี (Name-year Reference)

1) การอ้างอิงในเนื้อหาจากสื่อทุกประเภท ลงในรูปแบบ “ชื่อ นามสกุล./ปีที่พิมพ์./เลขหน้าที่ปรากฏ” อยู่ในเครื่องหมายวงเล็บเล็ก

2) ผู้เขียนคนไทยลงชื่อ-สกุล ส่วนผู้เขียนชาวต่างชาติลงเฉพาะนามสกุล ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

โสเกรตีสย้ำว่าการอ่านสามารถจุดประกายได้จากสิ่งทีนักอ่านรู้อยู่แล้วเท่านั้นและความรู้ที่ได้รับมาไม่ได้มาจากตัวหนังสือ (แมนเกล. 2546 : 127)

สมาลี วีระวงศ์ (2552 : 37) กล่าวว่า การที่ผู้หญิงจะไปซื้อชักผู้ขายมาบ้านเรือนของตัวเองทั้ง ๆ ที่เขายังไม่ได้มาสู่ขอนั้น เป็นเรื่องผิดขนบธรรมเนียมจารีตประเพณี

หมายเหตุ : รายการที่อ้างอิงในเนื้อหา ต้องปรากฏในรายการบรรณานุกรมเสมอ

11.2 บรรณานุกรม (Bibliography) การเขียนบรรณานุกรมใช้รูปแบบของ APA (American Psychology Association) ดังตัวอย่างตามชนิดของเอกสารดังนี้

1) หนังสือ

ชื่อ-สกุลผู้แต่ง./ปีที่พิมพ์./ชื่อหนังสือ./เล่มที่ (ถ้ามี)./ครั้งที่พิมพ์ (ถ้ามี)./สถานที่พิมพ์./สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

แมนเกล, อัลแบร์โต. (2546). **โลกในมือนักอ่าน**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : พิมพ์ศ พรินต์ติ้ง เซ็นเตอร์.

สมาลี วีระวงศ์. (2552). **วิถีชีวิตไทยในลิลิตพระลอ**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สถาพรบุ๊คส์.

Tidd, J., Bessant, J. and Pavitt, K. (2001). **Managing innovation**. 2nd ed. Chichester: John Wiley and Sons.

2) บทความวารสาร

ชื่อ-สกุลผู้เขียน./ปีที่พิมพ์./เดือน วันที่./“ชื่อบทความ.”/ชื่อวารสาร./ปีที่หรือเล่มที่(ฉบับที่)/:เลขหน้า

ตัวอย่าง

ธเนศ อาภรณ์สุวรรณ. (2538, มกราคม). “ข้อสังเกตเกี่ยวกับการศึกษาประวัติศาสตร์เศรษฐกิจของไทย.” **วารสารมนุษยศาสตร์**. ฉ. 2 : 35-40.

Cooray, V. (1992, July-August). “Hotizontal Field Generated by Return Strokes.” **Radio Science**. 27(4) : 529-537.

3) วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้เขียนวิทยานิพนธ์.// (ปีพิมพ์).// ชื่อวิทยานิพนธ์.// ระดับวิทยานิพนธ์// ชื่อสาขาวิชา// หรือภาควิชา// คณะ// ชื่อสถาบัน

ตัวอย่าง

บุญเรือง เนียมหอม. (2540). การพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปณิธิ อมาตยกุล. (2547). การย้ายถิ่นของชาวไทยใหญ่เข้ามาในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วันดี สนิตวิมลเมธี. (2545). กระบวนการสร้างอัตลักษณ์ทางชาติพันธุ์ของชาวไทยใหญ่ชายแดนไทย-พม่า กรณีศึกษาหมู่บ้านเปียงหลวง อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์สังคมวิทยาและมานุษยวิทยามหาบัณฑิต สาขาวิชามานุษยวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

4) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ

4.1) ข้อมูล/สารสนเทศจากสารานุกรมบนซีดีรอม

ผู้เขียนบทความ.// (ปีพิมพ์).// “ชื่อบทความ.”/ ชื่อสารานุกรม.// จำนวนแผ่น.// [ประเภทของสื่อที่เข้าถึง].// เข้าถึงได้จาก.// ชื่อสารานุกรม./ สืบค้น วัน/เดือน/ปีที่สืบค้น.

ตัวอย่าง

Meade, M. S. (2002). “Thailand.” **Compton’s Interactive Encyclopedia**. [CD-ROM]. Available : Compton’s Interactive Encyclopedia. Retrieved July 4, 2002.

4.2) ข้อมูล/สารสนเทศจากวารสารอิเล็กทรอนิกส์

ผู้เขียนบทความ.// (ปีพิมพ์).// “ชื่อบทความ.”/ ชื่อวารสาร./ ปีที่(ฉบับที่).// [ประเภทของสื่อที่เข้าถึง].// เข้าถึงได้จาก.// แหล่งข้อมูล/สารสนเทศ/ สืบค้น วัน/เดือน/ปีที่สืบค้น.

ตัวอย่าง

Erdelez, S., Ware, N. (2001). “Finding Competitive Intelligence on Internet Start-up Companies : A Study of Secondary Resource Use an Information-Seeking Processes.” **Information Research**. 7(1). [Online]. Available : <http://information.net/ir/7-1/paper115.html> Retrieved July 11, 2002.

Kenneth, I. A. (2000). “A Buddhist Response to The Nature of Human Rights.” **Journal of Buddhist Ethics**. 8(3). [Online]. Available : <http://www.cac.psu.edu/jbe/twocont.html> Retrieved March 2, 2009.

4.3) ข้อมูล/สารสนเทศอื่นๆ บนอินเทอร์เน็ต

ผู้เขียนบทความ.// (ปี).// “ชื่อบทความ.”// [ประเภทของสื่อที่เข้าถึง].// เข้าถึงได้จาก.// แหล่งข้อมูล/สารสนเทศ/ สืบค้น วัน/เดือน/ปีที่สืบค้น.

ตัวอย่าง

ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2550). “แรงงานต่างด้าวในภาคเหนือ.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : ผิดพลาด! การอ้างอิงไฮเปอร์ลิงก์ไม่ถูกต้อง [northern /public/Econ/ch7/42BOX04. HTM](http://www.btc.or.th/public/Econ/ch7/42BOX04.HTM). สืบค้น 2 กันยายน 2550.

Beckenbach, F. and Daskalakis, M. (2009). “Invention and Innovation as Creative Problem Solving Activities: A Contribution to Evolutionary Microeconomics.” [Online]. Available : http://www.wiwi.uni-augsburg.de/vw/lanusch/emaee/papers/Beckenbach_neu.pdf Retrieved September 12, 2009.

12. คุณค่าทางวิชาการ (Academic Value)

การนำเสนอให้ความรู้ใหม่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาและวงวิชาการ/การเสนอความรู้ทันต่อความก้าวหน้าทางวิชาการ/สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งอ้างอิงหรือนำไปปฏิบัติได้/กระตุ้นให้เกิดความคิดและการค้นคว้าอย่างต่อเนื่อง

การส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ผู้แต่งต้องส่งบทความผ่านทางระบบออนไลน์ โดยการสมัครสมาชิก (Register) วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในระบบฐานข้อมูลวารสารอิเล็กทรอนิกส์กลาง (<https://www.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/login>) เพื่อขอรับ Username และ Password และคลิกที่ปุ่ม Log In เพื่อเข้าสู่ระบบ ในกรณีที่已是สมาชิกของวารสารแล้ว กรุณาเข้าสู่ระบบ log in และดำเนินการส่งบทความโดยดูตัวอย่างการส่งบทความได้ที่ ขั้นตอนการ SUBMISSION

หมายเหตุ:

1. กองบรรณาธิการฯ ขอสงวนสิทธิ์ ในการแก้ไขข้อความบางส่วนโดยไม่กระทบต่อเนื้อหาหลักของบทความ ทั้งนี้ เพื่อให้เป็นไปตามรูปแบบการตีพิมพ์ของวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
2. บทความในวารสารฉบับนี้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้แต่งเท่านั้น

รูปแบบของบทความเพื่อการพิจารณาตีพิมพ์
ในวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ขนาด 18 pt
ตัวหนา

เว้น 1 บรรทัด

ชื่อ – สกุล ผู้แต่งบทความคนที่^{1*} ชื่อ – สกุล ผู้แต่งบทความคนที่²
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1*}
คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสุรินทร์²
อีเมล : Bancha@sru.ac.th^{*}

ขนาด 14 pt
ตัวหนา

เว้น 1 บรรทัด

บทคัดย่อ

ขนาด 14 pt ตัวหนา

การจัดพิมพ์เอกสารต้นฉบับ ต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดตามรูปแบบที่กำหนด ในกรณีบทความเป็นภาษาไทย
ต้องมีบทคัดย่อเป็นภาษาไทย ควรมีย่อหน้าเดียวไม่ควรเกิน 250 คำ บทคัดย่อควรกล่าวถึงวัตถุประสงค์หลักของ
บทความ ผลลัพธ์ หรือสรุปผลที่ได้จากการทำวิจัย คำสำคัญที่เป็นภาษาไทยไม่ต้องมีเครื่องหมายจุลภาค (,) ระหว่าง
คำ

ขนาด
14 pt
ตัวบาง

เว้น 1 บรรทัด

คำสำคัญ : คำสำคัญ1 คำสำคัญ2 คำสำคัญ3

ขนาด 14 pt



A Manuscript Preparation Guideline for Paper Submitted to Industrial Technology Academic Journal, Surindra Rajabhat University

ขนาด 18 pt
ตัวหนา

Author^{1*}, Author²

Faculty of Industrial Technology, Surindra Rajabhat University^{1*}

Faculty of Management Technology, Rajamangala University of

Technology Isan Surin Campus²

E – mail : Bancha@srru.ac.th^{1*}

ขนาด 14 pt
ตัวหนา

Abstract

This Is an instruction for manuscript preparation. Please follow this guideline strictly. For a Thai article, an abstract in English must accompany the Thai version. The abstract should contain a single paragraph and its length should not exceed 250 words. It should be prepared in concise statement of objectives and summary of important.

ขนาด
14 pt
ตัวบาง

Keywords : Keywords1, Keywords2, Keywords3

ขนาด 14 pt

บทนำ {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Introduction {14 pt bold

.....
.....
..... {ขนาด 14 pt ตัวบาง

วัตถุประสงค์ {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Research Objectives {14 pt bold

.....
.....
..... {ขนาด 14 pt ตัวบาง

วิธีการวิจัย {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Methods {14 pt bold

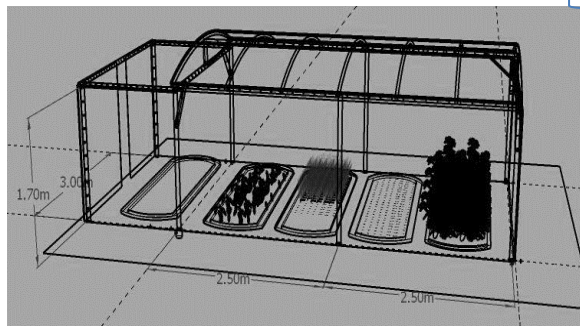
.....
.....
..... {ขนาด 14 pt ตัวบาง

ผลการวิจัย {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Results {14 pt bold

.....
.....
..... {ขนาด 14 pt ตัวบาง

{เว้น 1 บรรทัด



{เว้น 1 บรรทัด

รูปที่ 1 การออกแบบเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำเกษตรปลอดสารพิษของผู้สูงอายุ

ตารางที่ 1 ข้อมูลแสดงตารางผสมปฏิภาคคอนกรีต
[เว้น 1 บรรทัด]

ส่วนผสม	ปฏิภาคส่วนผสม(กก./ม ³)				ค่ายุบตัว คอนกรีต (ม.ม.)
0.61	น้ำ	ซีเมนต์	หิน	ทราย	90
	200	327	1056	740	

หมายเหตุ : ในส่วนหมายเหตุใช้ TH SarabunPSK ขนาด 12 pt ตัวธรรมดา

อภิปรายผลและสรุปผล [ขนาด 14 pt ตัวหนา]

Discussion and Conclusion [14 pt bold]

.....
.....
.....

[ขนาด 14 pt ตัวบาง]

ข้อเสนอแนะ [ขนาด 14 pt ตัวหนา]

Suggestion [14 pt bold]

.....
.....
.....

[ขนาด 14 pt ตัวบาง]

กิตติกรรมประกาศ [ขนาด 14 pt ตัวหนา]

(ถ้ามี).....

.....
.....
.....

[ขนาด 14 pt ตัวบาง]

เอกสารอ้างอิง [ขนาด 14 pt ตัวหนา]

References [14 pt bold]

1 ชม.
.....
.....

[ขนาด 14 pt ตัวบาง]

คุณค่าทางวิชาการ [ขนาด 14 pt ตัวหนา]

Academic Value [14 pt bold]

.....
.....
.....

[ขนาด 14 pt ตัวบาง]

จริยธรรมการตีพิมพ์

จริยธรรมในการตีพิมพ์ผลงานในวารสารวิชาการ (Publication Ethics)

บทบาทและหน้าที่ของบรรณาธิการวารสาร (Editor Roles and Responsibility)

1. บรรณาธิการมีหน้าที่พิจารณาคุณภาพของบทความ เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารที่ตนรับผิดชอบ และไม่ตีพิมพ์บทความที่เคยตีพิมพ์ที่อื่นมาแล้ว
2. บรรณาธิการมีหน้าที่พิจารณาตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยที่มีระเบียบวิธีวิจัยที่ถูกต้อง และให้ผลที่น่าเชื่อถือ โดยนำผลของการวิจัยมาเป็นตัวชี้ว่า สมควรตีพิมพ์เผยแพร่หรือไม่
3. บรรณาธิการต้องมีการตรวจสอบบทความในด้านการคัดลอกผลงานผู้อื่น (Plagiarism) อย่างจริงจัง
4. เมื่อบรรณาธิการตรวจพบการคัดลอกผลงานของผู้อื่น จะต้องระงับการประเมินและติดต่อผู้เขียน เพื่อพิจารณาตอบรับหรือปฏิเสธการตีพิมพ์
5. หากบรรณาธิการตรวจพบว่า บทความมีการลอกเลียนบทความอื่นโดยมิชอบ หรือมีการปลอมแปลงข้อมูล ซึ่งสมควรถูกลดถอน แต่ผู้เขียนปฏิเสธที่จะถอนบทความ บรรณาธิการสามารถดำเนินการถอนบทความ ได้โดยไม่ต้องได้รับความยินยอมจากผู้เขียน ซึ่งถือเป็นสิทธิและความรับผิดชอบต่อบทความของ บรรณาธิการ
6. บรรณาธิการต้องไม่เปิดเผยข้อมูลของผู้เขียน และผู้ประเมินบทความแก่บุคคลอื่น ๆ
7. บรรณาธิการต้องไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนกับผู้เขียนบทความและผู้ประเมินบทความ

บทบาทและหน้าที่ของผู้เขียนบทความ (Author Ethical Responsibilities)

1. บทความที่จะได้รับการพิจารณาลงตีพิมพ์จะต้องเป็นบทความที่ไม่เคยตีพิมพ์ที่ไหนมาก่อนและไม่ส่งต้นฉบับ บทความซ้ำซ้อนกับวารสารอื่น
2. เนื้อหาของบทความจะต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของวารสาร
3. บทความต้องไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น
4. ผู้เขียนบทความต้องอ้างอิงผลงานของผู้อื่น หากมีการนำผลงานเหล่านั้นมาใช้ในบทความของตัวเอง เช่น ภาพ ตาราง เป็นต้น
5. ผู้เขียนบทความต้องตรวจสอบความถูกต้องของรายการเอกสารอ้างอิง ทั้งในแง่ของรูปแบบและเนื้อหา
6. ผู้เขียนบทความจะต้องปรับบทความตามรูปแบบและขนาดตัวอักษรตามแบบฟอร์ม (template) ของวารสาร
7. ผู้เขียนบทความที่มีชื่อปรากฏในบทความทุกคน ต้องเป็นผู้ที่มีส่วนในการดำเนินการบทความจริง
8. ผู้เขียนบทความไม่ควรนำเอกสารวิชาการที่ไม่ได้อ่านมาอ้างอิง หรือใส่ไว้ในเอกสารอ้างอิง และควรอ้างอิง เอกสารเท่าที่จำเป็นอย่างเหมาะสม ไม่ควรอ้างอิงเอกสารที่มากเกินไป
9. การกล่าวขอบคุณผู้มีส่วนช่วยเหลือในกิตติกรรมประกาศนั้น หากสามารถทำได้ผู้เขียนบทความควรขออนุญาตจากผู้ที่ถูกเขียนประสงค์จะขอบคุณเสียก่อน

10. ในบทความ ผู้เขียนบทความจะต้องไม่รายงานข้อมูลที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ไม่ว่าจะเป็นการสร้างข้อมูลเท็จ หรือการปลอมแปลง บิดเบือน รวมไปถึงการตกแต่ง หรือ เลือกแสดงข้อมูลเฉพาะที่ สอดคล้องกับข้อสรุป

บทบาทและหน้าที่ของผู้ประเมินบทความ (Reviewer Roles and Responsibilities)

1. ผู้ประเมินบทความต้องไม่เปิดเผยข้อมูลในบทความแก่บุคคลอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องในช่วงระยะเวลาของการ ประเมินบทความ
2. ผู้ประเมินบทความควรรับประเมินบทความเฉพาะสาขาวิชาที่ตนมีความเชี่ยวชาญ และหากมีส่วนใดของบทความที่มีความเหมือนกัน หรือซ้ำซ้อนกับผลงานชิ้นอื่นๆ ผู้ประเมินบทความต้องแจ้งให้บรรณาธิการ ทราบ
3. หากผู้ประเมินบทความมีผลประโยชน์ทับซ้อนกับผู้เขียนบทความ ผู้ประเมินบทความจะต้องแจ้งให้บรรณาธิการวารสารทราบและปฏิเสธการประเมินบทความนั้น ๆ

คณะกรรมการจัดทำวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกานต์ พวงไพบูลย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทรงศักดิ์ มีสิทธิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิวันท์ทิพย์ โจมสติ

อาจารย์ธาริณี มีเจริญ

นายพงศกร เดชศิริ

ดร.วณิดา เผ่าศิริ

นายสังเวียน ก้อนทอง

นางสาวกนิษฐา ชิมทอง

นายโปสก์ ภาณุรัตน์

นางสมจิตร ปานทอง

นางวิศราภรณ์ อารยางกูร

นางสาวสุนทราภรณ์ เนินแก้ว

นางสาวแสงเดือน ธรรมวัตร

เทคโนโลยีสร้างสรรค์
มุ่งเน้นวิชาการ
บริการท้องถิ่น



INDUSTRIAL TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

186 ม.1 ถนนสุรินทร์ - ปราสาท ต.นอกเมือง
อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000
Tel. 044-041555 Fax : 044-041554
www.industrial-journal.srru.ac.th