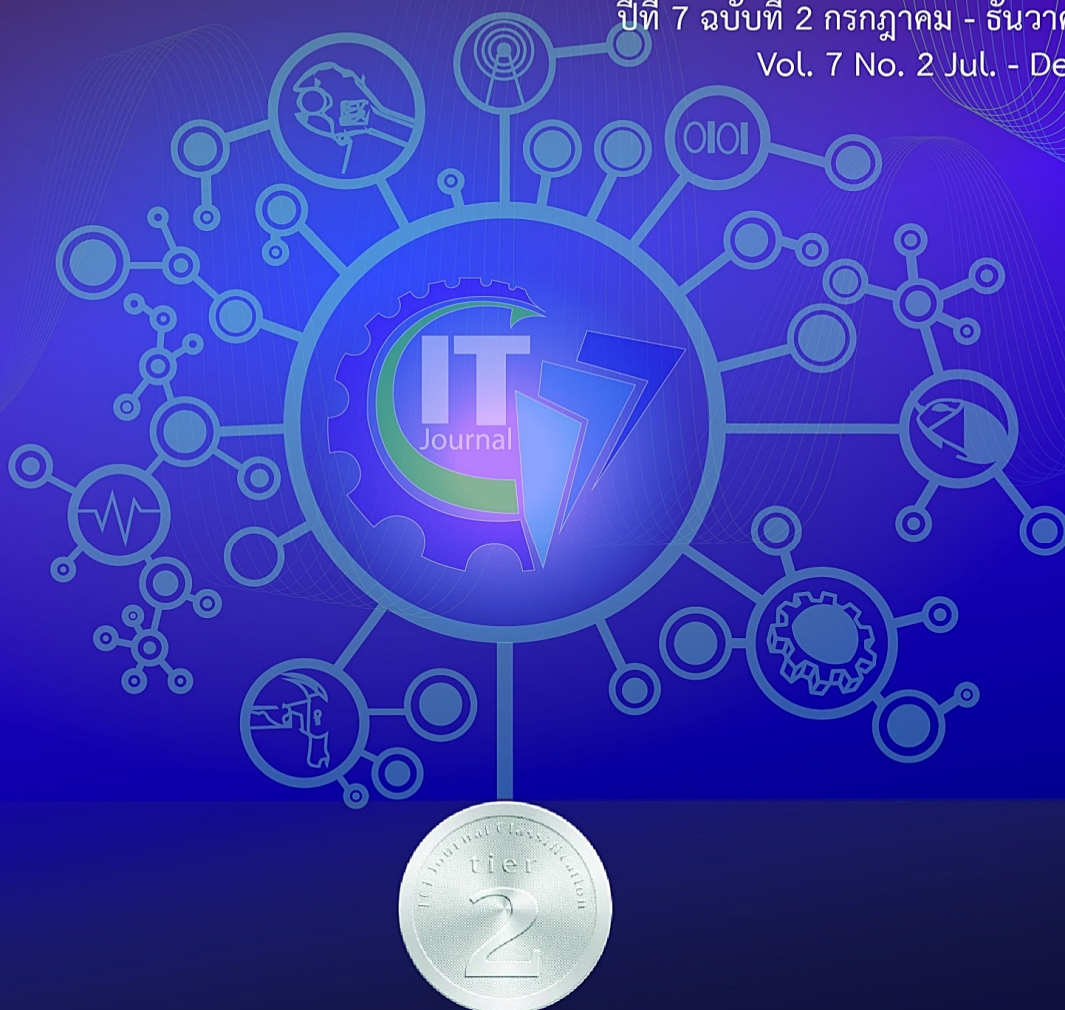




วารสารวิชาการ
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2565
Vol. 7 No. 2 Jul. - Dec. 2022



Approved by TCI during 2022-2024

Industrial Technology Journal
Surindra Rajabhat University

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ISSN (Print) 2586-9353
ISSN (Online) 2730-4027



industrial-journal.srru.ac.th

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2565

ISSN (Print) 2586 – 9353

ISSN (Online) 2730 - 4027

เจ้าของ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ที่ปรึกษา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ และบริหารงานบุคคล

รองคณบดีฝ่ายวางแผน และกิจการนักศึกษา

รองคณบดีฝ่ายวิจัย และบริการวิชาการ

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกานต์ พวงไพบูลย์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา วัชระสุน

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.อัครวิทย์ 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 ไม่น้อยกว่า 3 ท่านต่อหนึ่งบทความ

บทบรรณาธิการ

สวัสดีสมาชิกและผู้สนใจทุกท่าน วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ซึ่งวารสารอยู่ในศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) กลุ่มที่ 2 ตั้งแต่ 1 มกราคม 2565 - 31 ธันวาคม 2567 ฉบับนี้เป็นปีที่ 7 ฉบับที่ 2 มีบทความทั้งหมด 12 เรื่อง เป็นบทความวิจัย โดยวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มีผู้สนใจส่งงานวิจัยที่หลากหลายประเด็น ทั้งทางด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม การพัฒนาแอปพลิเคชัน พลังงานทดแทน และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มาตีพิมพ์เผยแพร่ เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้สนใจสามารถนำผลงานไปใช้ให้เกิดประโยชน์ วารสารจึงเปิดช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ให้ทุกท่านได้เข้าไปอ่านทุก บทความในวารสารบนฐานข้อมูล TCI ใน website <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/journalindus> จึงอยากเชิญชวนทุกท่านร่วมกันใช้บทความในวารสารไปอ้างอิงผลงานทางวิชาการและงานวิจัยของท่าน ในนามของบรรณาธิการขอขอบคุณผู้ร่วมเสนอผลงานทั้งบทความวิจัย และบทความวิชาการทุกท่าน รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิ ในการประเมินคัดกรองบทความวิจัยที่ช่วยให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ส่งผลให้วารสารฉบับนี้มีคุณภาพและมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น สุดท้ายนี้ขอเชิญชวนผู้สนใจทุกท่านร่วมส่งผลงานเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานลงวารสารโดยผู้ที่สนใจส่งผลงาน

บรรณาธิการวารสาร

สารบัญ

บทความวิจัย

การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสภาพรถเบญจรัตน์ ศิริชู นิคม ลนขุนทด อัสภา วรรณกายนต์ เทียงธรรม สิทธิจันทเสน.....	1
การพัฒนาเครื่องตัดย่อยผักตบชวา สู่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร:อิริช ลีตระกูล จีระศักดิ์ พิศเพ็ง และอัสภา วรรณกายนต์.....	14
การพัฒนาชุดการเคลื่อนไหวยด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ ในรูปแบบ ออนไลน์ของนักศึกษาในระดับปริญญาตรีนวัณกร โพธิสาร ^{1*} และ เนติรัฐ วีระนาคินทร์.....	28
การพัฒนาตู้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)อภิญา สายศรีแก้ว ¹ อัสภา วรรณกายนต์ อภิชัย ไพโรสินธุ์ สุชาติ ทุมนิล.....	42
การพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบ ครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิ และพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์วัลลภ โคตรพันธ์ ^{1*} เดชนรงค์ วณสันเทียะ.....	53
การพัฒนาแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ จังหวัด อุบลราชธานี โดยใช้แนวคิดแบบโอโลจีรัตน์ภูพร ศรีสุระ สุพัตรา วยะสุน รัตนภรณ์ แซ่ลี้วนษา สิ้นจันทรี.....	66
การพัฒนาระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติสุชาติ ทุมนิล.....	80
การพัฒนาและเพิ่มมูลค่าเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดินอัสนี อำนวย สนธยา เกาะสมบัติ จุมพลภัทร์ สิทธากุลเศรษฐ์ ศักดิ์ทงศ์ วงศ์เจริญ.....	93
การพัฒนาวิธีหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัตโนมัติกิตติพงศ์ แซ่เตียว ธนิศร มีสังเกตุ ไพฑูรย์ ทองสุข ชลิตา แก้วบุตรดี.....	104
การลดของเสียในกระบวนการผลิตข้าวตูของกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรฉัตรพล พิมพ์า บัณฑิตา ภูทรัพย์มี โปณะทอง ศิวพร แน่นหนา.....	113
ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำโขงต่อสภาพน้ำเทือกในลำน้ำเลยศักดิ์ชาย พวงจันทร์ จุไรรัตน์ อาจแก้ว.....	123
อิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติกภัทร ะ เกิดอินทร์ สุรศักดิ์ นิยมพานิชพัฒนา ธนภุต นิสลล อนุวัฒน์ พลหนู.....	137

การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ

เบญจรัตน์ ศิริชู¹ นิคม ลนขุนทด² อัญญา วรรณกายนต์³ เทียงธรรม สิทธิจันทเสน^{4*}
สถานตรวจสอบสภาพรถป่าปอ¹ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{2 3 4*}
อีเมล : teangtums@gmail.com^{4*}

วันที่รับบทความ 5 สิงหาคม 2565

วันแก้ไขบทความ 29 พฤศจิกายน 2565

วันที่ตอบรับบทความ 2 ธันวาคม 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้ประกอบการ และผู้รับบริการสถานตรวจสอบสภาพรถยนต์เอกชนในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ และแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ งานวิจัยได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถในรูปแบบกลุ่ม โดยได้แนะนำวิธีการออกแบบ การพัฒนา วิธีการทำงาน สาธิตวิธีการใช้งานพร้อมทั้งให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งาน จากนั้นทำการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการใช้แอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถสถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถจากแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ทำให้ผู้ประกอบการ และผู้รับบริการสถานตรวจสอบสภาพรถยนต์เอกชน ทำให้ได้รับประโยชน์จากการถ่ายทอด โดยได้รับความรู้ ความเข้าใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน ธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมในการบริหารจัดการและใช้บริการการตรวจสอบสภาพรถยนต์เอกชนได้อย่างสะดวก รวดเร็วมากขึ้น และ 2) ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.64$, $SD = 0.46$) โดยมีผลการประเมินในแต่ละด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ดังนี้ ด้านการนำความรู้ไปใช้ ($\bar{x} = 4.72$, $SD = 0.45$) ด้านสถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการ ($\bar{x} = 4.67$, $SD = 0.45$) ด้านวิทยากรมีความพึงพอใจ ($\bar{x} = 4.66$, $SD = 0.49$) และด้านความรู้ความเข้าใจมีความพึงพอใจ ($\bar{x} = 4.51$, $SD = 0.45$) ตามลำดับ

คำสำคัญ : การถ่ายทอดเทคโนโลยี การใช้งาน แอปพลิเคชัน ธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ



Technology transfer and usage of the vehicle inspection business application

Benjarat Sirichoo¹, Nikom Lonkuntosh², Asada Wannakayont³

Teangtum Sittichantasen^{4*}

Pa-Por Vehicle Inspection Centre¹, Faculty of Industrial Technology

Surindra Rajabhat University^{2 3 4*}

Email: teangtums@gmail.com^{4*}

Received 5 August 2022

Revised 29 November 2022

Accepted 2 December 2022

Abstract

This research aims to transfer technology and use of vehicle inspection business applications. The sample group is a group of entrepreneurs. and service recipients of private car inspection centers in the Northeastern region using a specific sampling method of 30 people. The research tools were vehicle inspection business applications. and the satisfaction assessment form for technology transfer and the use of vehicle inspection business applications The research has carried out the transfer of technology in the vehicle inspection business application in a group format. by introducing methods for design, development, working methods, demonstrating how to use it and giving samples to try it out. Then the satisfaction assessment of technology transfer was conducted. and using a vehicle inspection business application, the statistics used are mean and standard deviation.

The results of the research were as follows: 1) The results of technology transfer and use of the vehicle inspection business application from the satisfaction assessment form for technology transfer and the use of the vehicle inspection business application. make entrepreneur and service recipients of private car inspection centers to benefit from the transmission by gaining knowledge Understanding of application usage car inspection business have access to technology and innovation in the management and use of private car inspection services conveniently and 2) the results of the satisfaction assessment of technology transfer and the use of vehicle inspection business applications. Overall, it was at the highest level ($\bar{x} = 4.64$, SD. = 0.46) with the assessment results in each aspect being at the highest level as follows: Knowledge application ($\bar{x} = 4.72$, S.D. = 0.45) Location and distance. Time of implementation ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.45), speakers satisfied ($\bar{x} = 4.66$, S.D. = 0.49) and cognitive satisfaction ($\bar{x} = 4.51$, S.D. = 0.45), respectively.

Keywords : technology transfer, usage, application, vehicle inspection business

1. บทนำ

จากสถิติจดทะเบียนรถใหม่ทั่วประเทศ ช่วงครึ่งปีแรกของปี 2561 (เดือนมกราคม – มิถุนายน 2561) จำนวนรถใหม่ที่มีการนำมาจดทะเบียนกับกรมการขนส่งทางบกและสำนักงานขนส่งทั่วประเทศ รวมทั้งพระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522 และพระราชบัญญัติการขนส่งทาง พ.ศ. 2522 มีจำนวนทั้งสิ้น 1,614,576 คัน เพิ่มขึ้นจากครึ่งปีแรกของปี 2560 ร้อยละ 1.9 โดยรถจักรยานยนต์ยังมีสถิติการจดทะเบียนใหม่สูงสุด มีจำนวนทั้งสิ้น 1,008,486 คัน รองลงมาคือรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รถเก๋ง) มีสถิติการจดทะเบียนใหม่จำนวน 373,063 คัน ส่วนรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (รถกระบะ) มีสถิติการจดทะเบียนใหม่จำนวน 141,271 คัน ในขณะที่การจดทะเบียนรถเพื่อให้บริการขนส่งสาธารณะ รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน (รถแท็กซี่) มีสถิติการจดทะเบียนใหม่จำนวน 8,094 คัน รถจักรยานยนต์สาธารณะ มีสถิติการจดทะเบียนใหม่จำนวน 1,911 คัน ซึ่งคาดการณ์ว่าจะมีแนวโน้มสูงขึ้นต่อเนื่องตลอดทั้งปี ตามนโยบายสนับสนุนการให้บริการรถโดยสารสาธารณะถูกกฎหมาย ทั้งการเปิดให้ลงทะเบียนเป็นผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์สาธารณะครั้งที่ 3 รวมถึงการสนับสนุนการให้บริการรถแท็กซี่มาตรฐานความปลอดภัยและคุณภาพการให้บริการตามโครงการ Taxi OK และ Taxi VIP ส่วนสถิติการจดทะเบียนรถบรรทุกตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 มีสถิติการจดทะเบียนใหม่จำนวน 34,755 คัน เพิ่มขึ้นจากครึ่งปีแรกของปี 2560 ร้อยละ 9.2 รถโดยสารตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 มีสถิติการจดทะเบียนใหม่จำนวน 6,186 คัน เพิ่มขึ้นจากครึ่งปีแรกของปี 2560 ร้อยละ 15 (กรมการขนส่งทางบก. 2561) การเพิ่มขึ้นของปริมาณรถ ส่งผลต่อการเกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่กำลังเป็นปัญหาอยู่ในเวลานี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากร และมีปริมาณรถยนต์จำนวนมาก มีการจราจรติดขัด ส่งผลให้ความเข้มข้นของปริมาณสารมลพิษเพิ่มขึ้น ทำให้คุณภาพของอากาศลดลง โดยเฉพาะประเทศไทยกำลังประสบปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง และปัญหาอุบัติเหตุจราจร อย่างเห็นได้ชัดบริเวณกรุงเทพมหานคร บริเวณปริมณฑล และเมืองหลักซึ่งเป็นศูนย์กลางความเจริญและการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ มีการขยายตัวด้านอุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง จำนวนของยานพาหนะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้การขาดการดูแลรักษาให้เครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาพการใช้งานให้ได้อยู่เสมอ สารมลพิษจากไอเสียและระดับเสียงที่ดังกินเกณฑ์มาตรฐานของรถยนต์และรถจักรยานยนต์ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาการจราจร ปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ส่งผลกระทบต่อชีวิตประชากร ซึ่งจะเห็นได้ว่าปัญหาการจราจร ปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง กำลังเป็นปัญหาสำคัญที่ทุกภาคส่วนต้องร่วมมือกันแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยเฉพาะการตรวจสภาพรถให้มีความพร้อมในการใช้งานนับว่าเป็นมาตรการที่มีส่วนสำคัญอย่างมากในการป้องกันอุบัติเหตุร้ายแรงที่อาจจะเกิดขึ้น ซึ่งมาตรฐานของการตรวจสภาพรถที่เข้มงวดนั้นจะมีส่วนป้องกันและช่วยลดอุบัติเหตุในท้องถนนอย่างมาก กรมการขนส่งทางบกได้ยกระดับมาตรฐานสถานตรวจสภาพรถเป็นกรมการขนส่งทางบกจึงได้มีมาตรการแก้ไขปัญหาลดอุบัติเหตุจากการจราจร ลดปัญหามลภาวะและเสียง โดยการควบคุมรถเก่า อุปกรณ์ชำรุดหรือก่อกมลภาวะไม่ให้ใช้บนท้องถนน การปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน การกำหนดมาตรฐานไอเสียจากยานพาหนะอย่างเข้มงวด เป็นต้น และได้กำหนดให้มีการตรวจสภาพรถก่อนการจดทะเบียนและเสียภาษีประจำปี สำหรับรถยนต์ที่มีอายุการใช้งานครบ 10 ปี และรถจักรยานยนต์ที่มีอายุการใช้งานครบ 7 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2537 โดยรัฐบาลสนับสนุนให้เอกชนจัดตั้งสถานตรวจสภาพรถขึ้น เพื่อตรวจสภาพรถประจำปี ตามระยะเวลาที่กำหนด เพื่อให้บริการประชาชนให้ได้รับความสะดวก มีบริการด้านการตรวจสภาพรถอย่างทั่วถึง โดยอนุญาตให้เอกชนจัดตั้งและดำเนินการสถานตรวจสภาพรถในแต่ละจังหวัดและ อยู่ภายใต้การกำกับดูแลและควบคุมของทางราชการ โดยมาตรฐานเดียวกันทั่วประเทศ ปัจจุบันมีสถานตรวจสภาพรถที่ได้รับใบอนุญาตจัดตั้งจากกรมการขนส่งทางบก เพื่อให้บริการรถที่เข้าข่ายต้องตรวจสภาพรถก่อนชำระภาษีรถประจำปี ได้แก่ รถเก๋ง รถกระบะ รถตู้ที่อายุการใช้งานเกิน 7 ปีขึ้นไป รถจักรยานยนต์อายุการใช้งานเกิน 5 ปีขึ้นไป และรถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบกที่อนุญาตให้ตรวจกับสถานตรวจสภาพรถทั่วประเทศรวมทั้งสิ้น 2,445 แห่ง แบ่งเป็นสถานตรวจสภาพรถยนต์น้ำหนักไม่เกิน 2,200 กิโลกรัม และรถจักรยานยนต์ จำนวน 2,034 แห่ง เฉพาะ



รถจักรยานยนต์จำนวน 268 แห่ง และสถานตรวจสภาพรถทุกประเภท ทุกขนาดน้ำหนัก จำนวน 143 แห่ง (ขนส่งทางบก. 2562) โดยสถานตรวจสภาพรถทุกแห่งต้องรายงานผลตรวจสภาพรถผ่านระบบสารสนเทศแบบออนไลน์ ซึ่งเป็นการยกระดับมาตรฐานการตรวจสภาพรถ เพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุม กำกับ การทำงานของสถานตรวจสภาพรถ ภายใต้การกำกับดูแลโดยกรมการขนส่งทางบกและสำนักงานขนส่งจังหวัดทุกแห่งทั่วประเทศ นอกจากนี้ กรมการขนส่งทางบกยังมีการพัฒนาศักยภาพบุคลากร กระบวนการตรวจสภาพรถ โดยได้จัดอบรมผู้ควบคุมการตรวจสภาพรถและเจ้าหน้าที่ตรวจสภาพของสถานตรวจสภาพรถ เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจในทิศทางนโยบายและมาตรการต่าง ๆ ในการกำกับดูแลสถานตรวจสภาพรถ พร้อมรับฟังปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะในทุกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของสถานตรวจสภาพรถ รวมถึงซักซ้อมกระบวนการและวิธีการตรวจสภาพรถที่ถูกต้องภายใต้มาตรฐานที่กรมการขนส่งทางบกกำหนดผ่านกิจกรรม workshop เช่น การใช้เครื่องทดสอบคอมพิวเตอร์ หน้า เครื่องวัดควันดำ เครื่องวัดระดับเสียงและเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ โดยจะทยอยดำเนินการจัดการฝึกอบรมดังกล่าวให้ครอบคลุมทั่วทั้งประเทศ เพื่อให้สถานตรวจสภาพรถทุกแห่งสามารถดำเนินการได้อย่างมีคุณภาพมาตรฐาน มีบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถ เข้าใจวัตถุประสงค์และนโยบายการตรวจสภาพรถของกรมการขนส่งทางบกที่ต้องการให้รถมีสภาพและส่วนควบสมบูรณ์แข็งแรง เพื่อสร้างความมั่นใจให้แก่ประชาชนผู้ใช้รถใช้ถนน อีกทั้งยังเป็นหนึ่งในมาตรการเพื่อป้องกันและลดอุบัติเหตุบนท้องถนนอีกด้วย โดยกรมการขนส่งทางบกมีมาตรการกำกับดูแลการดำเนินงานของสถานตรวจสภาพรถอย่างเข้มงวด ให้การรับรองการตรวจสภาพไม่ตรงตามความเป็นจริง เพื่อรักษามาตรฐานสถานตรวจสภาพรถและสร้างความเชื่อมั่นในระบบการตรวจรับรองสภาพรถ

ปัจจุบันการแข่งขันของธุรกิจตรวจสภาพรถค่อนข้างสูง อันเนื่องมาจากตรวจสภาพรถยนต์ได้เข้าไปเป็นธุรกิจเสริมรายได้ให้กับผู้ประกอบการรถยนต์หรือศูนย์รถยนต์ รวมทั้งยังมีการผนวกเอาบริการต่างๆ เข้าไว้ด้วยคือ ประกันภัยบุคคลที่ 3 ประกันภัยรถยนต์ บริการงานทะเบียนรถทุกประเภท เช่น การโอนย้าย ต่อภาษี เปลี่ยนสีเครื่อง เป็นต้น จึงทำให้ธุรกิจสถานตรวจสภาพรถยนต์เอกชนจึงได้รับความสนใจเข้ามาลงทุนอย่างมาก แต่เนื่องจากธุรกิจตรวจสภาพรถต้องอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของทางกรมการขนส่งทางบก สถานประกอบการทุกแห่งต้องดำเนินกิจกรรมที่เหมือนกัน แต่ผู้ประกอบการต้องรักษามาตรฐานการให้บริการตรวจสอบให้ได้ตามที่กรมการขนส่งกำหนด ฉะนั้นสถานประกอบการตรวจสภาพรถจะต้องปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ให้หน่วยงานมีความแตกต่างจากคู่แข่งในธุรกิจเดียวกัน เนื่องจากสังคมโลกในปัจจุบันมีการพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้ง การทำธุรกิจจะต้องมีการปรับตัวและพัฒนาให้ทันกับโลกที่เปลี่ยนแปลงไป สิ่งที่เป็นอีกอย่างคือเรื่องของเทคโนโลยี การทำธุรกิจในยุคนี้หรือในอนาคต คงปฏิเสธเรื่องของเทคโนโลยีไม่ได้ ที่ต้องอาศัยเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ในการดำเนินกิจกรรมทางการตลาดมากขึ้นเพื่อใช้ในการทำงาน การบริการ การติดต่อสื่อสารในกระบวนการต่าง ๆ เช่น การโฆษณาสินค้า การส่งเสริมการกระจายสินค้า การหาข้อมูล การพัฒนาสินค้า และประโยชน์อีกมากมาย ที่จะทำให้นักการตลาดหรือผู้ประกอบการทำงานสะดวกและรวดเร็วมากขึ้นอันจะนำไปสู่การลดต้นทุนและมีกำไรมากขึ้น โดยสังเกตจากการส่งข้อมูล ติดต่อ ประสานงาน และการดำเนินธุรกิจส่วนมากจะนำเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้มากขึ้น ส่งผลต่อผลประโยชน์ที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างรวดเร็ว (อิทธิวัฒน์ รัตนพองบุ. 2555 : 15)

ด้วยเหตุนี้ นางเบญจรัตน์ ศิริชู จึงได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสภาพรถ ด้วยการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัย เพื่อยกระดับการให้บริการ สถานตรวจสภาพรถยนต์เอกชน โดยวงจรพัฒนาระบบ SDLC เพื่อช่วยเสริมสนับสนุนขั้นตอนการทำงาน อำนวยความสะดวกต่อสถานตรวจสภาพรถยนต์เอกชน และประชาสัมพันธ์ธุรกิจให้เป็นที่รู้จัก และสามารถเข้าถึงการบริการได้ง่ายยิ่งขึ้น ตอบสนองความต้องการลูกค้า และผู้ประกอบการ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มโอกาสทางด้านการค้า และยกระดับการให้บริการสถานตรวจสภาพรถยนต์เอกชนให้มีการบริการเป็นที่น่าเชื่อถือ และมีการให้บริการที่เหนือกว่าสถานตรวจสภาพรถยนต์เอกชนคู่แข่งอื่น ๆ (เบญจรัตน์ ศิริชู. 2564 : 3) และเมื่อผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยจนเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยควรมีการนำผลที่ได้รับจากงานวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงสาธารณะอย่างแท้จริง ดังนั้น คณะผู้วิจัย จึงได้ดำเนินการนำเอาสิ่งที่ค้นพบจาก

งานวิจัยดังกล่าวมาดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ กลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่มเป้าหมายใหม่ เพื่อให้เกิดประโยชน์ และสามารถนำผลของการวิจัยไปใช้ให้เกิดผลได้อย่างเป็นรูปธรรมต่อไป

งานวิจัยนี้ มีเป้าหมายเพื่อนำผลงานวิจัยของนักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ซึ่งเรียกกันว่าวิทยานิพนธ์ ได้จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยในเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ เพื่อยกระดับการให้บริการสถานตรวจสภาพรถยนต์เอกชน ที่เสนอต่อมหาวิทยาลัย เพื่อเสนอรับปริญญามาทำการถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อเป็นการนำผลของการวิจัยมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และให้เป็นที่รู้จักโดยทั่วไปแก่สาธารณชน โดยจะเป็นการนำองค์ความรู้จากการวิจัยไปใช้เพื่อพัฒนา แก๊ซ หรือเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ให้กับประชาชน และสังคมต่อไป

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ
- 2.2 เพื่อประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ

3. วิธีการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย

3.1.1 ประชากรในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ได้แก่ ผู้ประกอบการ และผู้รับบริการสถานตรวจสภาพรถยนต์เอกชนเอกชนในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 30 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ได้แก่ ผู้ประกอบการ และผู้รับบริการสถานตรวจสภาพรถยนต์เอกชนในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 30 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในวิจัย

การวิจัยเรื่อง การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.2.1 แอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ

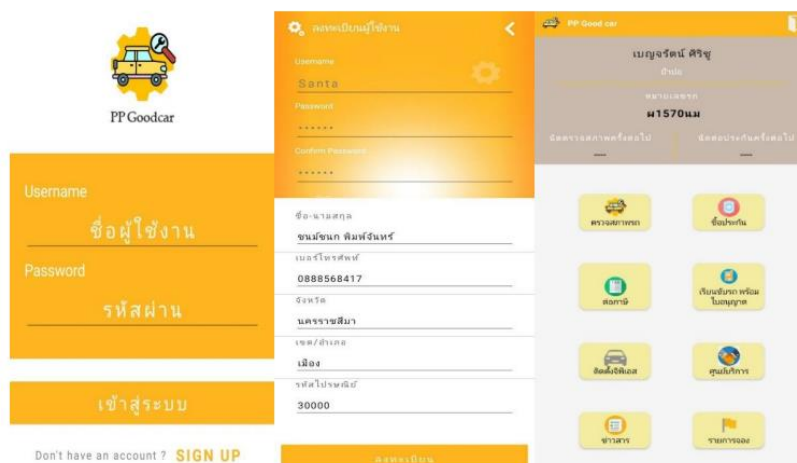
3.2.2 แบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการ และได้ข้อสรุปแนวทางในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในวิจัย ดังต่อไปนี้

3.3.1 แอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ

ดำเนินการพัฒนาไปในงานวิจัย การพัฒนาแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถเพื่อยกระดับการให้บริการสถานตรวจสภาพรถยนต์เอกชน (เบญจรัตน์ ศิริชู. 2564 : 107)



รูปที่ 1 แอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ
ที่มา : (เบญจรัตน์ ศิริสุข. 2564)

3.2.2 แบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ

การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ มีขั้นตอนในการสร้างตามลำดับต่อไปนี้

3.2.2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบ หลักการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อนำมาเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างและศึกษารูปแบบเครื่องมือที่เหมาะสมกับลักษณะของการวิจัยครั้งนี้

3.2.2.2 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถฉบับร่าง ให้ครอบคลุมประเด็นสาระสำคัญของเนื้อหา ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการประเมินไว้ 2 ส่วน ดังนี้

1) ส่วนที่ 1 การแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

- (1) ด้านวิทยากร
- (2) ด้านสถานที่และระยะเวลาดำเนินการ
- (3) ด้านความรู้ความเข้าใจ
- (4) ด้านการนำความรู้ไปใช้

2) ส่วนที่ 2 การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

3.2.2.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถฉบับร่าง เสนอต่อที่ปรึกษางานวิจัยพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา สาระสำคัญ ประเด็นข้อคำถามในเรื่องที่ต้องการศึกษาพร้อมรับฟังข้อเสนอแนะ

3.2.2.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการใช้งาน แอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถฉบับร่าง มาปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำจากที่ปรึกษางานวิจัย

3.2.2.5 นำแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ บำรุง ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้ในการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ต่อไป

3.4 วิธีดำเนินการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย ตามลำดับขั้นตอนสามารถสรุปได้ดังนี้

3.4.1 ติดต่อประสานงานกับกลุ่มตัวอย่างในการถ่ายทอดเทคโนโลยี นวัตกรรมและสถานที่ กลุ่มตัวอย่างในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ

3.4.2 คณะผู้วิจัยจัดเตรียมสถานที่ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็น เช่น Power point นำเสนอ Router WiFi และ วิดีโอแนะนำการใช้งาน เป็นต้น ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ

3.4.3 เริ่มการถ่ายทอดเทคโนโลยีแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ โดยคณะผู้วิจัยได้อธิบายถึงวัตถุประสงค์ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ

3.4.4 คณะผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ตามสถานะของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้ประกอบการและกลุ่มผู้รับบริการสถานตรวจสภาพรถยนต์เอกชน จากนั้นผู้วิจัยสาธิตวิธีการดาวน์โหลด (Download) แอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ และให้กลุ่มตัวอย่างดาวน์โหลด (Download) แอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ลงในโทรศัพท์มือถือ แบบสมาร์ตโฟน (Smart Phone) ที่กลุ่มตัวอย่างเตรียมมา

3.4.5 ให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ติดตั้งแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ จากนั้นคณะผู้วิจัยได้ทำการแนะนำและอธิบายวิธีการออกแบบ การพัฒนา วิธีการใช้งาน พร้อมทั้งให้ผู้ประกอบการและผู้รับบริการสถานตรวจสภาพรถยนต์เอกชน ทดลองใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ และตอบคำถามตามที่กลุ่มตัวอย่างได้ซักถาม

3.4.6 คณะผู้วิจัยแจกแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถให้กับกลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งชี้แจง และอธิบายในการตอบแบบสอบถาม

3.4.7 กลุ่มตัวอย่างตอบแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ

3.4.8 ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการใช้แอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การประเมินความพึงพอใจในการประชาสัมพันธ์วิทยานิพนธ์นักศึกษา คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการใช้สถิติในการวิจัยดังนี้

3.5.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean : $\bar{x}$) โดยให้นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย โดยมีเกณฑ์ในการแปลความจากสูตร (สมโภชน์ อเนกสุข. 2552, หน้า 5) ดังนี้

สูตรการหาอันตรภาคชั้น =
$$\frac{\text{ค่าสูงสุด}-\text{ค่าต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้นที่ต้องการ}}$$
 ผู้วิจัยได้กำหนดชั้นที่ต้องการเป็น 5 ชั้น จะได้ค่าเฉลี่ย ดังนี้

$$\text{อันตรภาคชั้น} = \frac{5-1}{5} = 0.80$$

3.5.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมาย ซึ่งผู้วิจัยกำหนดแบ่งระดับเจตคติเป็น 3 ระดับโดยมีความกว้างของชั้น ดังนี้ (วิเชียร เกตุสิงห์. 2538 : 9)

คะแนนเฉลี่ย 3.67 – 5.00 หมายถึง มีเจตคติอยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 2.34 – 3.66 หมายถึง มีเจตคติอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 2.33 หมายถึง มีเจตคติอยู่ในระดับไม่ดี

4. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ

ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชัน ธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ทำให้สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมในการบริหารจัดการและใช้บริการได้อย่างสะดวก รวดเร็วมากขึ้น และผู้ประกอบการ และผู้รับบริการได้ความรู้ ความเข้าใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน ธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ

โดยใช้เกณฑ์การประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งาน การพัฒนาแอปพลิเคชัน ธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ เพื่อยกระดับการให้บริการสถานตรวจสอบสภาพรถยนต์เอกชน จัดระดับค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ คือ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 217-218)

ระดับคะแนนเท่ากับ 4.51-5.00 เท่ากับ ความพึงพอใจระดับมากที่สุด

ระดับคะแนนเท่ากับ 3.51-4.49 เท่ากับ ความพึงพอใจระดับมาก

ระดับคะแนนเท่ากับ 2.51-3.49 เท่ากับ ความพึงพอใจระดับปานกลาง

ระดับคะแนนเท่ากับ 1.51-2.49 เท่ากับ ความพึงพอใจระดับน้อย

ระดับคะแนนเท่ากับ 1.00-1.50 เท่ากับ ความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ

4.2.1 ด้านวิทยากร

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถด้านวิทยากร

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. การเตรียมความพร้อมของวิทยากร	4.70	0.46	มากที่สุด
2. การถ่ายทอดของวิทยากร	4.63	0.49	มากที่สุด
3. สามารถอธิบายเนื้อหาได้ถูกต้องและตรงประเด็น	4.60	0.49	มากที่สุด
4. ใช้ภาษาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย	4.63	0.56	มากที่สุด
5. การตอบคำถามของวิทยากร	4.60	0.56	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.66	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถด้านวิทยากรในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.66, S.D.= 0.49) โดยเรียงลำดับเป็นรายข้อจากมากไปหาน้อย ดังนี้

การเตรียมความพร้อมของวิทยากร มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.70, S.D.=0.46) การถ่ายทอดของวิทยากร มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.63, S.D.=0.49) ใช้ภาษาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.63, S.D.=0.56) สามารถอธิบายเนื้อหาได้ถูกต้องและตรงประเด็น มีความพึงพอใจ

อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.60$, S.D.=0.49) และการตอบคำถามของวิทยากร มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.60$, S.D.=0.56) ตามลำดับ

4.2.2 ด้านสถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการ

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการทำงานของแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ด้านสถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการ

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. สถานที่สะอาดและมีความเหมาะสม	4.83	0.37	มากที่สุด
2. ความพร้อมของอุปกรณ์ไอทีที่สนับสนุน	4.66	0.47	มากที่สุด
3. ระยะเวลาในการถ่ายทอดและบรรยาย	4.53	0.50	มาก
เฉลี่ย	4.67	0.45	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า ความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการทำงานของแอปพลิเคชัน ธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ด้านสถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.67$, S.D.= 0.45) โดยเรียงลำดับเป็นรายชื่อจากมากไปหาน้อย ดังนี้ สถานที่สะอาดและมีความเหมาะสม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.83$, S.D.=0.37) ความพร้อมของอุปกรณ์ไอทีที่สนับสนุน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.66$, S.D.=0.47) และระยะเวลาในการถ่ายทอดและบรรยายมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.53$, S.D.=0.50) ตามลำดับ

4.2.3 ด้านความรู้ความเข้าใจ

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการทำงานของแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ด้านความรู้ความเข้าใจ

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนี้ก่อนรับการถ่ายทอดและการบรรยาย	4.06	0.36	มาก
2. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนี้หลังรับการ ถ่ายทอดและการบรรยาย	4.80	0.48	มากที่สุด
3. เนื้อหาในการนำเสนอมีความชัดเจน/น่าสนใจ/เข้าใจง่าย	4.66	0.47	มากที่สุด
4. เนื้อหาที่ได้รับตรงกับความเป็นจริงในการปฏิบัติงาน	4.50	0.50	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.58	0.56	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการทำงานของแอปพลิเคชัน ธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ด้านความรู้ความเข้าใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.50$, S.D.= 0.45) โดยเรียงลำดับเป็นรายชื่อจากมากไปหาน้อย ดังนี้ มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนี้หลังรับการ ถ่ายทอดและการบรรยาย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.80$, S.D.=0.48) เนื้อหาในการนำเสนอมีความชัดเจน/น่าสนใจ/เข้าใจง่าย

มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.66$, S.D.=0.47) เนื้อหาที่ได้รับตรงกับความจริงในการปฏิบัติงาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.50$, S.D.=0.50) และมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนี้ก่อนรับการถ่ายทอด และการบรรยายมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.06$, S.D.=0.36) ตามลำดับ

4.2.4 ด้านการนำความรู้ไปใช้

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ด้านการนำความรู้ไปใช้

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้	4.80	0.40	มากที่สุด
2. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่ให้คำปรึกษากับเพื่อนร่วมงานได้	4.70	0.46	มากที่สุด
3. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน/การเรียนรู้/การทำงาน/การประกอบอาชีพ	4.66	0.47	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.72	0.45	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ด้านการนำความรู้ไปใช้ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.72$, S.D.= 0.45) โดยเรียงลำดับเป็นรายชื่อจากมากไปหาน้อย ดังนี้ สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.80$, S.D.=0.40) สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่ให้คำปรึกษากับเพื่อนร่วมงานได้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.70$, S.D.=0.46) และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน/การเรียนรู้/การทำงาน/การประกอบอาชีพ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.66$, S.D.=0.45) ตามลำดับ

4.2.5 ภาพรวม

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ในภาพรวม

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านวิทยากร	4.55	0.60	มากที่สุด
2. ด้านสถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการ	4.60	0.41	มากที่สุด
3. ด้านความรู้ความเข้าใจ	4.50	0.43	มากที่สุด
4. ด้านการนำความรู้ไปใช้	4.60	0.44	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.45	0.61	มาก

จากตารางที่ 5 พบว่า คุณภาพแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.56$, S.D.= 0.39) โดยเรียงลำดับเป็นรายชื่อจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ด้านความถูกต้องและการทำงานของโปรแกรม มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.60$, S.D.=0.41) ด้านความปลอดภัยของระบบ มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.60$,

S.D.=0.44) ด้านความสามารถของโปรแกรม มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.55$, S.D.=0.60) และด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.50$, S.D.=0.43) ตามลำดับ



รูปที่ 2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการทำงานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสภาพรถ ให้กับผู้รับบริการ



รูปที่ 3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการทำงานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสภาพรถ ให้กับผู้ประกอบการ

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ สามารถอภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

สรุปผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ทำให้ผู้ประกอบการ และผู้รับบริการได้รับความรู้ ความเข้าใจ สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมในการให้บริการตรวจสอบสภาพรถ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการให้และรับบริการ รวมไปถึงการประชาสัมพันธ์ธุรกิจให้เป็นที่รู้จัก เพียงแค่มีสมาร์ตโฟนก็สามารถบริหารจัดการและใช้บริการได้อย่างสะดวก รวดเร็วมากขึ้น และผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.46)

อภิปรายผลการวิจัย การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ พบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการ และผู้รับบริการได้รับความรู้ ความเข้าใจ สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมในการให้บริการตรวจสอบสภาพรถ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการให้และรับบริการ รวมไปถึงการประชาสัมพันธ์ธุรกิจให้เป็นที่รู้จัก เพียงแค่มีสมาร์ตโฟนก็สามารถบริหารจัดการและใช้บริการได้อย่างสะดวก รวดเร็วมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิคม ลนขุนทด และคณะ (2562) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การถ่ายทอดเทคโนโลยีแอปพลิเคชันการท่องเที่ยว เศรษฐกิจชุมชนและสินค้า OTOP จังหวัดสุรินทร์ พบว่า การถ่ายทอดเทคโนโลยีดังกล่าว ทำให้กลุ่มตัวอย่างได้รับความรู้ ความเข้าใจ ในการนำผลที่ได้จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปผสมผสานกับกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน มีผลทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนในด้านทัศนคติที่ดีต่อกันระหว่างคณะผู้วิจัยและประชาชน ชุมชน นักท่องเที่ยว และสร้างกระบวนการนำเสนอแนวคิดร่วมกันมากขึ้น ได้รับความรู้ในเชิงวิชาการร่วมกับการลงมือปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง เป็นแรงจูงใจที่สำคัญในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการเป็นเจ้าบ้านที่ดีในการต้อนรับนักท่องเที่ยว และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัสภา วรรณกายนต์ และคณะ (2563) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การถ่ายทอดเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด สำหรับข้อมูลผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชน ประเภทผักอินทรีย์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างได้รับความรู้ในเรื่องเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่สามารถนำมาใช้ในการสื่อสารในการค้าขายสินค้าการเกษตร และในการถ่ายทอดเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดที่ได้ดำเนินการวิจัยนั้น เป็นการนำเอาผลการวิจัย มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อพัฒนาชุมชนและท้องถิ่นให้มีความเข้มแข็งหรือสามารถนำผลการวิจัยไปต่อยอดในการทำการค้า การผลิตจริงในเชิงพาณิชย์

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การถ่ายทอด ผ่าน Web Application ในการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ ในกลุ่มผู้ประกอบการ และผู้ให้บริการ ใหม่ ๆ ให้เป็นที่รู้จักโดยทั่วไป เพื่อเป็นการนำผลของการวิจัย มาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่สาธารณชนต่อไป

6.2 ควรมีการกำกับติดตามการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถเป็นระยะ ๆ เพื่อที่จะได้นำข้อเสนอแนะในการใช้งาน นำไปปรับปรุงแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถให้สามารถตอบสนองการใช้งานของผู้ประกอบการ และผู้รับบริการสถานตรวจสอบสภาพรถยนต์เอกชนต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ที่ปรึกษางานวิจัย และกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการ และผู้รับใช้บริการสถานตรวจสอบสภาพรถยนต์เอกชนในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้งานแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ รวมถึงการตอบแบบประเมินความพึงพอใจ และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการวิจัย จนการดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมการขนส่งทางบก. (2562). “ข้อกฎหมายและความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการขนส่ง”. [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก : <https://www.dlt.go.th/site/roiet/m-news/2495>. สืบค้น 8 กุมภาพันธ์ 2562.

ชานินทร์ ศิลป์จารุ. (2549). การวิจัยและวิเคราะห์ทางสถิติด้วย SPSS. พิมพ์ครั้งที่ 5. วี.อินเตอร์ พริ้นท์ : กรุงเทพมหานคร.

นิคม ลนขุนทด. (2562). การถ่ายทอดเทคโนโลยี แอปพลิเคชันการท่องเที่ยวเศรษฐกิจชุมชนและสินค้า OTOP จังหวัดสุรินทร์. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

เบญจรัตน์ ศิริชู. (2564). “การพัฒนาแอปพลิเคชันธุรกิจตรวจสอบสภาพรถ เพื่อยกระดับการให้บริการสถานตรวจสภาพรถยนต์เอกชน”. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

อิทธิวัฒน์ รัตนพองปู่. (2555). ทำการตลาดออนไลน์ด้วยยูทิลิตี้ Marketing on google Plus. นนทบุรี : ธิงค์ บิยอนด์ บุ๊คส์.

อัษฎา วรรณกายนต์ และคณะ. (2563). การถ่ายทอดเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด สำหรับข้อมูลผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนประเภทผักอินทรีย์. การประชุมวิชาการระดับชาติ “ราชชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 11” ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์. หน้า H58 – H66.

การพัฒนาเครื่องตัดย่อยผักตบชวา สู่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

อริรัช ลิ้ตระกูล^{1*} จิระศักดิ์ พิศเพ็ง² อัญญา วรรณภายนต์³

คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์^{1*2}

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์³

อีเมล : athiratch7743@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 2 ตุลาคม 2565

วันแก้ไขบทความ 9 พฤศจิกายน 2565

วันที่ตอบรับบทความ 16 พฤศจิกายน 2565

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อพัฒนาเครื่องตัดย่อยผักตบชวาสู่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ตารางทดสอบประสิทธิภาพ และแบบประเมินคุณภาพ ในการดำเนินการวิจัย คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดกระบวนการเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาเครื่องตัดย่อยผักตบชวา จากนั้นนำไปทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน และประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพและการประเมินคุณภาพนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพัฒนา พบว่า ได้เครื่องจักรกลการเกษตรใช้ในการตัดย่อยเพื่อลดขนาดของผักตบชวาให้มีขนาดเล็กลง มีล้อสำหรับเคลื่อนย้าย ใช้เครื่องยนต์เบนซิน ขนาด 7.5 แรงม้าเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนใบมีดจำนวน 6 ใบมีด ตัดเป็นมุมตามองศาที่กำหนดไว้ ได้แก่ มุม 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา สามารถทำงานได้ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง และ ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวา ที่ใบมีดตัดเป็นมุม 45 องศา พบว่า สามารถทำงานได้ประสิทธิภาพสูงสุดที่ 94.7% ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการตัดย่อยเท่ากับ 32.26 นาที น้ำหนักผักตบชวาที่ได้มีเฉลี่ยเท่ากับ 94.7 กิโลกรัม มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยเท่ากับ 2.41 ลิตร และประสิทธิภาพการทำงานเครื่องสูงสุดเท่ากับ 1,515.60 กิโลกรัมต่อวัน โดยผักตบชวาที่ผ่านการตัดย่อยผักตบชวาให้มีขนาดเล็ก สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ย ทั้งปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก ใช้ผสมทำเป็นอาหารสัตว์ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้หลายรูปแบบ 3) ผลการทดสอบคุณภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวาจากผู้เชี่ยวชาญในภาพรวม มีคุณภาพอยู่ในระดับ มากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48

คำสำคัญ : เครื่องตัดย่อย ผักตบชวา

Development of Water Hyacinth Shredder for Agricultural Use

Athiratch Leetrakool^{1*} Jeerasak Pitpeng² Asada Wannakayont³

Faculty of Agriculture and Technology Rajamangala University of Technology Isan Surin

Campus^{1*-2} and Faculty of Industrial Technology Surindra Rajabhat University³

Email: athiratch7743@gmail.com^{1*}

Received 2 October 2022

Revised 9 November 2022

Accepted 16 November 2022

Abstract

This research paper uses the research and development model. aimed develop of Water Hyacinth Shredder for Agricultural Use. The tools used in the research were performance testing tables. and quality assessment form in conducting research. The research team applied the technological process concept to develop the water hyacinth shredder. Then take it to test its performance. and quality assessment from experts.

The results of the performance tests and quality assessments were analyzed using basic statistics such as mean and standard deviation. The results of the development revealed that the agricultural machinery was used for shredding to reduce the size of the water hyacinth to a smaller size. with wheels for moving Use a 7.5 horsepower gasoline engine to drive a set of 6 blades. Cut into angles according to the predetermined degrees, such as 30 degrees, 45 degrees and 60 degrees, can work continuously for a period of 8 hours. The best performance test results is 94.7% of the water hyacinth shredder where the blade is cut at an angle of 45 degrees found to be able to work effectively. The average cutting time was 32.26 minutes, the average weight of the water hyacinth was 94.7 kg, the average fuel consumption was 2.41liters and the maximum machine efficiency was 1515.60 kg per day. The water hyacinths that have been cut into small hyacinths can be used to make fertilizer. Both green manure and compost are mixed into animal feed and can be used for agricultural benefits in many forms. 3) Quality test results of water hyacinth shredders from experts as a whole the quality was at the highest level, with a mean of 4.65 and a standard deviation of 0.48.

Keywords: Water hyacinth, Shredder

1. บทนำ

ผักตบชวาเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ ที่มีการกำเนิดอยู่ในประเทศบราซิล แม้ว่าในปัจจุบันผักตบชวาจะเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายทั่วโลก แต่เอกสารทางพฤกษศาสตร์ไม่ได้เคยมีบันทึกเรื่องผักตบชวาเลย จนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2367 เมื่อนักพฤกษศาสตร์และนายแพทย์ชาวเยอรมันชื่อ Karl von Martius ได้ไปพบเข้าในขณะที่ทำการสำรวจพันธุ์พืชในบราซิล และประเทศต่าง ๆ ในทวีปอเมริกาใต้ (ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง. 2565) ในปัจจุบันผักตบชวาจัดเป็นวัชพืชต่างถิ่น (Invasive Species) ที่แพร่ระบาดรุกราน ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชพื้นเมืองและระบบนิเวศของประเทศไทย ก่อให้เกิดปัญหาทั้งในด้านการเกษตร การชลประทาน และส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ทำให้การควบคุมวัชพืชดังกล่าวเป็นไปได้ยาก เนื่องจากผักตบชวามีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อม ขยายพันธุ์ได้รวดเร็วโดยใช้เมล็ดและการแตกหน่อ ในเวลาเพียง 1 เดือน ผักตบชวา 1 ต้น อาจขยายพันธุ์ได้มากถึง 1,000 ต้น ถึงแม้ว่าน้ำจะแห้ง เมล็ดของผักตบชวาก็สามารถพักตัวได้นานถึง 15 ปี และเมื่อได้รับน้ำเพียงพอก็จะแตกหน่อเป็นต้นใหม่ต่อไป (กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2565) ผักตบชวาก่อให้เกิดปัญหาแก่งการที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ เช่น การชลประทาน การคมนาคม การไฟฟ้าพลังน้ำ การประมง การกสิกรรม เป็นต้น โดยส่วนต่าง ๆ ของผักตบชวาจะก่อให้เกิดอุปสรรคในการระบายน้ำ ทางเดินของน้ำเกิดการตื้นเขินเร็วกว่าปกติ นำมาสู่ปัญหาน้ำท่วม กีดขวางการสัญจรทางน้ำ ในปัจจุบัน แหล่งน้ำขนาดใหญ่ เช่น แม่น้ำท่าจีนจะพบแพผักตบชวาขนาดใหญ่กระจายไปทั่วแหล่งน้ำและหลายครั้งที่แพผักตบชวาเหล่านั้นไปติดตามตอม่อสะพานต่าง ๆ กีดขวางการสัญจร และหากเกิดการสะสมปริมาณของแพผักตบชวาที่ไหลมาอรวมกัน จะก่อให้เกิดความหนาแน่นเต็มลำน้ำในระยะทางยาวหลายร้อยเมตร บางครั้งความหนาแน่นของแพผักตบชวามีมากจนผู้คนสามารถลงไปเดินบนแพผักตบชวาเหล่านั้นจนไม่จมลงสู่แม่น้ำได้อย่างสบาย ส่งผลให้การสัญจรทางน้ำถูกตัดขาด การระบายน้ำทำไม่เต็มประสิทธิภาพแหล่งน้ำเน่าเหม็นจากผักตบชวาที่ตายทับถมกัน ซึ่งการแก้ปัญหาดังกล่าวต้องใช้งบประมาณจำนวนมากมาดำเนินการ ถ้าหากไม่มีการกำจัดจะส่งผลกระทบต่อวิถีการดำเนินชีวิต (ผดุงดี เยี่ยมสวัสดิ์ และคณะ. 2554)

ในอดีตมีคำกล่าวที่ว่า ที่ใดมีแหล่งน้ำที่น่าย่อมมีความอุดมสมบูรณ์ ดังเช่นพื้นที่ในเขตลุ่มแม่น้ำมูลตอนกลางช่วงไหลผ่านอำเภอบำเหน็จณรงค์และอำเภอนครชัยศรี จังหวัดสุรินทร์ แม่น้ำมูลจะไหลคดเคี้ยวทำให้ในฤดูน้ำหลากสายน้ำจะเชื่อมถึงกันจนเกิดความอุดมสมบูรณ์ของทั้งพืชและสัตว์ ส่วนเมื่อถึงฤดูแล้งแม่น้ำจะลดลง แต่พื้นที่ที่ยังคงชุ่มน้ำเป็นทำเลเลี้ยงสัตว์บกและเกิดพืชที่เป็นอาหารมากมาย แต่เมื่อยุคสมัยและจำนวนคนที่เพิ่มขึ้น ส่งผลกระทบต่อลุ่มทางธรรมชาติ แม่น้ำที่เคยไหลเอื่อยกลับซาลง มีวัชพืชจำนวนมาก โดยมีผักตบชวา วัชพืชเติบโตไว เป็นตัวการสำคัญที่ส่งผลเสียต่อวิถีชีวิตคนริมน้ำ (วิสาห์กิจชุมชนผู้ผลิตอาหารปลอดภัยและสมุนไพรพื้นบ้าน. 2565)

กรรมวิธีที่นำมาใช้กำจัดผักตบชวาที่นิยมปฏิบัติกันทั่วไป มีดังนี้ 1) การกำจัดด้วยสารเคมีกำจัดวัชพืช (Chemical Control) ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่าย ประหยัด สะดวก แต่ในการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชในแหล่งน้ำควรคำนึงถึงความปลอดภัยของตัวผู้ใช้อย่าง ต่อชีวิตของสัตว์น้ำ และระบบนิเวศวิทยา รวมไปถึงการทำลายสิ่งแวดล้อมด้วย 2) การกำจัดทางชีววิธี (Biological Control) เป็นวิธีการที่ใช้สิ่งมีชีวิต เช่น แมลง โรคพืช หรือศัตรูอื่นเข้ากัดกินหรือทำลายวัชพืชให้หมดสิ้นไป แต่ต้องใช้เวลาในการศึกษาวิจัยเป็นเวลานาน และ 3) การกำจัดด้วยวิธีกล (Mechanical Control) เป็นวิธีการใช้แรงคน แรงสัตว์ เครื่องมือ หรือเครื่องจักรช่วยในการกำจัดผักตบชวา วิธีนี้ทำได้ง่าย สะดวก และไม่ทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษแต่อย่างใด แต่การปฏิบัติต้องใช้แรงงานและต้องมีอุปกรณ์ อีกทั้งวิธีนี้ยังสามารถที่จะนำผักตบชวาที่กำจัดแล้วไปใช้ประโยชน์ได้อีกด้วย (ศุภฤกษ์ ดวงขวัญ จันทร์หอม แก่นพินิจ และปัทมทิน อุ่มทอง. 2565) โดยภาพรวมอาจกล่าวได้ว่า แนวทางหรือวิธีการกำจัดผักตบชวาที่ยั่งยืนนั้น เป็นการสานต่อภายหลังจากนำผักตบชวาขึ้นมาจากแหล่งน้ำแล้วนำไปกำจัดในแบบที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และยังสามารถแปลงมาใช้ประโยชน์ให้มีคุณค่าในทางเศรษฐกิจ เช่น การนำมาทำปุ๋ย ทำอาหารสัตว์ ทำก๊าซชีวภาพ ทำเครื่องจักสาน และวัสดุในการเพาะชำต้นไม้หรือเพาะเห็ด เป็นต้น (สิริรัตน์ วาริราพิณ. 2565)

จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องตัดย่อยผักตบชวาขึ้นมาใช้ในการตัดย่อยผักตบชวาที่จัดว่าเป็นวัชพืชที่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว และสร้างปัญหา รวมไปถึงสร้างความเสียหายต่อแม่น้ำ ลำคลองสายต่างๆ เป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังกีดขวางทางระบายน้ำ จนอาจทำให้เกิดน้ำท่วมในฤดูน้ำหลากได้ ซึ่งวิธีการกำจัดด้วยเครื่องตัดย่อยผักตบชวา เป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย สะดวกและไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่จะต้องใช้แรงงาน และเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการกำจัดผักตบชวา ซึ่งวิธีนี้ยังสามารถที่จะนำผักตบชวาที่กำจัดแล้วไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องตัดย่อยผักตบชวาสู่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

3. วิธีการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องตัดย่อยผักตบชวาสู่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังต่อไปนี้

- 3.2.1 เครื่องสับย่อยผักตบชวา
- 3.2.2 ตารางทดสอบประสิทธิภาพ
- 3.2.3 แบบประเมินคุณภาพ

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการ และได้ข้อสรุปแนวทางในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในวิจัย ดังต่อไปนี้

3.3.1 เครื่องตัดย่อยผักตบชวา

การพัฒนาเครื่องตัดย่อยผักตบชวา ได้ประยุกต์ใช้แนวคิดกระบวนการเทคโนโลยี (สาขาออกแบบและเทคโนโลยี สสวท. 2565) มาใช้ในการพัฒนาเครื่องตัดย่อยผักตบชวา ดังนี้

- 1) การกำหนดปัญหาและความต้องการ ผู้วิจัยได้กำหนดปัญหา ในการที่จะกำจัดผักตบชวาที่เป็นวัชพืชที่ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ บริเวณเกาะเสด็จประพาส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ ด้วยวิธีการทางกล โดยการใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วยในการกำจัดผักตบชวา และสามารถนำผักตบชวาที่ผ่านการกำจัดแล้วสามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อไปได้

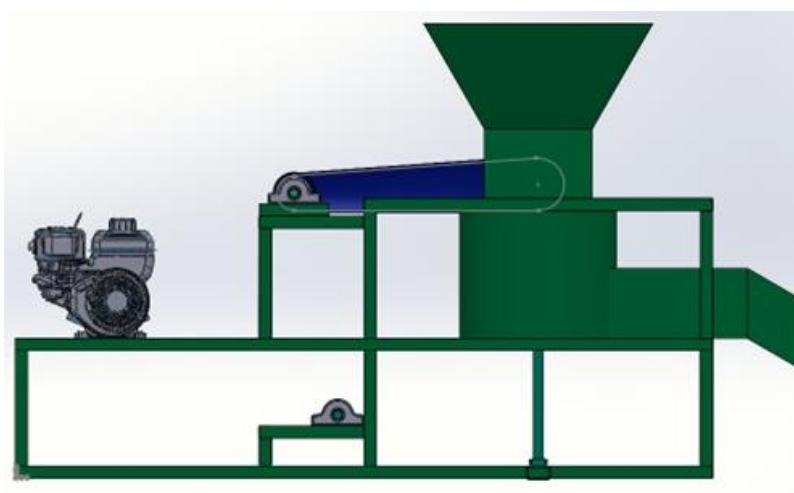
- 2) การรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากการกำจัดผักตบชวาของผู้วิจัยที่เกี่ยวข้องถึงการใช้ประโยชน์ของผักตบชวาทางการเกษตร เช่น การผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา การใช้ผักตบชวาเพื่อเลี้ยงสัตว์ และการพัฒนาเครื่องกำจัดผักตบชวาในรูปแบบต่าง ๆ



รูปที่ 1 ปัญหาผักตบชวาบริเวณเกาะเสด็จประพาส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

3) การเลือกวิธีการ ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการแก้ปัญหาของผักตบชวา โดยการพัฒนาเครื่องจักรกลที่มีราคาไม่แพง ไม่มีความซับซ้อนของการใช้งาน สามารถเคลื่อนย้ายได้อย่างสะดวก สามารถบำรุงรักษาแก้ไขข้อขัดข้องได้ง่าย และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม อีกทั้งวิธีนี้ยังสามารถที่จะนำผักตบชวาที่กำจัดแล้วไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้อีกด้วย

4) การออกแบบและปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบเครื่องตัดย่อยผักตบชวา โดยการร่างแบบ (Sketching) กำหนดรายละเอียดคร่าว ๆ ถึงโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องต้นแบบ ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์การเขียนแบบทางด้านวิศวกรรม โครงสร้างและการเชื่อมต่อโครงสร้างเครื่องเลือกใช้เหล็กฉากเป็น Unskilled Steel ซึ่งเหมาะสมในการรับแรง กระเจายนํ้าหนัก อุปกรณ์ใช้เครื่องยนต์เบนซินเป็นต้นกำลังส่งกำลังโดยใช้สายพาน ชุดใบตัดย่อยผักตบชวามีมุม 30° 45° และ 60° อกศาทำจากสแตนเลสที่มีคุณสมบัติทนทานต่อการกัดกร่อนและมีความคม จากนั้นทำการกำหนดวัสดุ ประมาณการจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์เพื่อทำการประกอบชิ้นส่วนตามแบบที่ได้กำหนดไว้



รูปที่ 2 การออกแบบเครื่องตัดย่อยผักตบชวา

5) การทดสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบเครื่องตัดย่อยผักตบชวา โดยมีการทดสอบดังต่อไปนี้

(1) ทดสอบการเดินเครื่องในแบบที่ไม่มีภาระโหลด เป็นระยะเวลาวันละ 8 ชั่วโมง รวมระยะเวลา 30 วัน และสังเกตว่ามีส่วนประกอบใดบ้างบนเครื่องตัดย่อยผักตบชวาผิดปกติหรือไม่ จากการทดสอบพบว่าเครื่องตัดย่อยผักตบชวาสามารถทำงานได้โดยไม่มีสิ่งผิดปกติ และได้รับความเสียหาย

(2) ทดสอบการเดินเครื่องในแบบที่มีภาระโหลด โดยที่นำผักตบชวาลงจากแหล่งน้ำ ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ แล้วใส่ลงในกรวยเครื่องตัดย่อย พบว่า การทำงานของเครื่อง ทำงานได้อย่างปกติ เนื่องมีการคำนวณการทดรอบของพูลเลย์ และสายพาน ทำให้การทำงานของเครื่องยนต์ทำงานได้เบาลง ทั้งนี้ในการทดสอบการตัดย่อยผักตบชวา ใช้ระยะเวลาวันละ 8 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 30 วัน ในการทดสอบพบว่าเครื่องตัดย่อยผักตบชวาสามารถทำงานได้โดยไม่มีเกิดความเสียหาย



ก.แบบที่ไม่มีภาระโหลด



ข.แบบที่มีภาระโหลด

รูปที่ 3 การทดสอบเครื่องตัดย่อยผักตบชวา

6) การปรับปรุงแก้ไข หลังจากที่ได้ดำเนินการทดสอบเครื่องตัดย่อยผักตบชวาไปแล้วนั้น ถ้ามีข้อขัดข้องในส่วนใด ให้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่ขัดข้อง จนกระทั่งเครื่องตัดย่อยผักตบชวาสามารถทำงานหรือใช้งานได้ปกติ

7) การประเมินผล ผู้วิจัยได้นำเครื่องตัดย่อยผักตบชวาที่ได้พัฒนาขึ้นไปดำเนินการตัดย่อยผักตบชวา และประเมินผลที่เกิดขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญ ว่าเครื่องมือดังกล่าวสามารถตัดย่อยผักตบชวาให้มีคุณลักษณะเหมาะสมต่อนำผักตบชวาที่ผ่านการตัดย่อย ใช้ประโยชน์ในการตัดย่อยผักตบชวาที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรต่อไป



รูปที่ 4 เครื่องตัดย่อยผักตบชวาที่สมบูรณ์

3.2.2 ตารางทดสอบประสิทธิภาพ

การสร้างตารางทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวา มีขั้นตอนในการสร้างตามลำดับต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง การทดสอบ เครื่องจักรกลต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างตารางการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวา

2) กำหนดวิธีการทดสอบประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้เลือกวิธีการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวา ออกแบบใบมีดในการตัดผักตบชวา ให้มีมุมเอียงในการตัดที่เป็นมุมเอียงที่มุม 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา โดยตัดผักตบชวาให้มีขนาดเล็กที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

3) สร้างตารางทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวา โดยแบ่งการทดสอบเครื่องตัดย่อยผักตบชวา ที่มีมุมใบมีดในการตัดผักตบชวา 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา

4) นำตารางทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวา เสนอต่อที่ปรึกษางานวิจัยพิจารณาความเหมาะสมของการทดสอบ และนำข้อเสนอแนะเพื่อนำกลับมาปรับปรุงแก้ไขให้ตารางทดสอบประสิทธิภาพสมบูรณ์ต่อไป

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพ

การสร้างแบบประเมินคุณภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวา มีขั้นตอนในการสร้างตามลำดับต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบ หลักการสร้างแบบประเมินคุณภาพเครื่องจักรเพื่อนำมาเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างและศึกษารูปแบบเครื่องมือที่เหมาะสมกับลักษณะของการวิจัยในครั้งนี้

2) สร้างแบบประเมินคุณภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวาฉบับร่าง ให้ครอบคลุมประเด็นที่สำคัญ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการประเมินไว้ 2 ส่วน ดังนี้

(1) ส่วนที่ 1 การแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวกับคุณภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวา

(2) ส่วนที่ 2 การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

3) นำแบบประเมินคุณภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวาฉบับร่าง เสนอต่อที่ปรึกษางานวิจัยพิจารณาความเหมาะสมของประเด็นข้อคำถามพร้อมรับฟังข้อเสนอแนะ

4) นำแบบประเมินคุณภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวาฉบับร่าง มาปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำจากที่ปรึกษางานวิจัย

5) นำแบบประเมินคุณภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวาฉบับร่าง ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวาต่อไป

3.4 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยในการพัฒนาเครื่องตัดย่อยผักตบชวาสู่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

3.4.1 เตรียมเครื่องตัดย่อยผักตบชวา

3.4.2 เตรียมผักตบชวา เพื่อใช้ในการประสิทธิภาพเครื่องในแต่ละครั้ง โดยนำผักตบชวาขึ้นมาจากแหล่งน้ำ สะเด็ดน้ำก่อนนำมาชั่งน้ำหนักในจำนวน 100 กิโลกรัมต่อการทดสอบในแต่ละครั้ง

3.4.3 ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวา

1) ที่ใบมีดตัดเป็นมุมเท่ากับ 30 องศา เดินเครื่อง นำผักตบชวาที่เตรียมไว้ใส่ไปช่องใส่ผักตบชวา จับเวลาจนตัดย่อยผักตบชวาเสร็จ นำผักตบชวาที่ตัดย่อยเสร็จแล้วมาผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 5 (3 มม.) ชั่งน้ำหนัก วัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องในแต่ละครั้ง

2) ที่ใบมีดตัดเป็นมุมเท่ากับ 45 องศา เดินเครื่อง นำผักตบชวาที่เตรียมไว้ใส่ไปช่องใส่ผักตบชวา จับเวลาจนตัดย่อยผักตบชวาเสร็จ นำผักตบชวาที่ตัดย่อยเสร็จแล้วมาผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 5 (3 มม.) ชั่งน้ำหนัก วัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องในแต่ละครั้ง

3) ที่ใบมีดตัดเป็นมุมเท่ากับ 60 องศา เดินเครื่อง นำผักตบชวาที่เตรียมไว้ใส่ไปช่องใส่ผักตบชวา จับเวลาจนตัดย่อยผักตบชวาเสร็จ นำผักตบชวาที่ตัดย่อยเสร็จแล้วมาผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 5 (3 มม.) ชั่งน้ำหนัก วัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องในแต่ละครั้ง

3.4.3 นำผลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวามาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพ และการประเมินคุณภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวาสู่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการใช้สถิติในการวิจัยดังนี้

3.5.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean : $\bar{x}$) (ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2549)

3.5.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) (ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2549)

4. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องตัดย่อยผักตบชวาสู่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาเครื่องตัดย่อยผักตบชวาสู่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

พบว่า ได้เครื่องจักรกลการเกษตรขนาดเล็ก ใช้ในการตัดย่อยเพื่อลดขนาดผักตบชวาให้มีขนาดที่เล็กลง มีล้อสำหรับเคลื่อนย้ายไปใช้ในที่ต่างๆ ใช้เครื่องยนต์เบนซินกำลังเครื่องยนต์ ขนาด 7.5 แรงม้าเป็นต้นกำลังขับเคลื่อน มีใบมีดจำนวน 6 ใบมีด ตัดเป็นมุมที่มุม 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา สามารถทำงานได้ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานเครื่องตัดย่อยผักตบชวาสู่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

4.2.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน ที่ใบมีดตัดเป็นมุมเท่ากับ 30 องศา

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน ที่ใบมีดตัดเป็นมุมเท่ากับ 30 องศา

การทดสอบครั้งที่	น้ำหนักผักตบชวา (กิโลกรัม)			ประสิทธิภาพ	เวลาในการตัดย่อยผักตบชวา (นาที)	อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร)
	ก่อนการตัด	ผ่านการร้อน	ไม่ผ่านการร้อน			
1	100	78.2	21.8	78.2%	32.15	2.35
2	100	75.5	24.5	75.5%	32.07	2.45
3	100	76.5	23.5	76.5%	31.76	2.40
4	100	76.4	23.6	76.4%	31.23	2.25
5	100	75.2	24.8	75.2%	33.41	2.35
6	100	74.6	25.4	74.6%	31.69	2.35
7	100	77.3	22.7	77.3%	32.16	2.30
8	100	75.5	24.5	75.5%	32.15	2.45
9	100	76.2	23.8	76.2%	32.27	2.30
10	100	74.7	25.3	74.7%	32.58	2.35
11	100	77.6	22.4	77.6%	31.45	2.50
12	100	75.2	24.8	75.2%	32.14	2.25
13	100	78.3	21.7	78.3%	31.95	2.60
14	100	74.8	25.2	74.8%	31.78	2.55
15	100	76.2	23.8	76.2%	32.25	2.30
16	100	76.9	23.1	76.9%	31.82	2.20
รวม	1,600.00	1,219.1	380.9	76.2%	512.86	37.95
เฉลี่ย	100	76.2	23.8	76.2%	32.05	2.37

จากตารางที่ 1 พบว่า ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,500 รอบ/นาที มีผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานเครื่อง ที่ใบมีดตัดเป็นมุมเท่ากับ 30 องศา ประสิทธิภาพการทำงานเครื่องตัดย่อยผักตบชวา จำนวน 16 ครั้ง ปรากฏว่าได้ปริมาณผักตบชวาหลังการทดสอบที่ผ่านการร้อน เฉลี่ยเท่ากับ 76.2 กิโลกรัม ประสิทธิภาพ 76.2% ใช้เวลาในการตัดย่อยผักตบชวาเฉลี่ยเท่ากับ 32.05 นาที และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยเท่ากับ 2.37 ลิตร

4.2.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน ที่ใบมีดตัดเป็นมุมเท่ากับ 45 องศา

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน ที่ใบมีดตัดเป็นมุมเท่ากับ 45 องศา

การทดสอบครั้งที่	น้ำหนักผักตบชวา (กิโลกรัม)			ประสิทธิภาพ	เวลาในการตัดย่อยผักตบชวา (นาท)	อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร)
	ก่อนการตัด	ผ่านการร่อน	ไม่ผ่านการร่อน			
1	100	92.2	7.8	92.2%	31.57	2.45
2	100	96.5	3.5	96.5%	31.66	2.35
3	100	95.6	4.4	95.5%	32.47	2.40
4	100	91.1	8.9	91.1%	32.93	2.65
5	100	94.9	5.1	94.9%	31.76	2.20
6	100	94.6	5.4	94.6%	30.84	2.45
7	100	92.5	7.5	92.5%	32.35	2.40
8	100	96.6	3.4	96.6%	33.12	2.60
9	100	94.8	5.2	94.8%	32.48	2.30
10	100	94.2	5.8	94.2%	32.54	2.45
11	100	95.3	4.7	95.3%	32.16	2.25
12	100	97.6	2.4	97.6%	31.98	2.40
13	100	94.8	5.2	94.8%	32.13	2.55
14	100	93.8	6.2	93.8%	32.41	2.35
15	100	94.5	5.5	94.5%	33.06	2.50
16	100	96.6	3.4	96.6%	32.62	2.25
รวม	1,600	1,515.6	84.4	94.7%	516.08	38.55
เฉลี่ย	100.00	94.7	5.3	94.7%	32.26	2.41

จากตารางที่ 2 พบว่า ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,500 รอบ/นาที มีผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานเครื่อง ที่ใบมีดตัดเป็นมุมเท่ากับ 45 องศา ประสิทธิภาพการทำงานเครื่องตัดย่อยผักตบชวา จำนวน 16 ครั้ง ปรากฏว่าได้ปริมาณผักตบชวาหลังการทดสอบที่ผ่านการร่อน เฉลี่ยเท่ากับ 94.7 กิโลกรัม ประสิทธิภาพ 94.7% ใช้เวลาในการตัดย่อยผักตบชวาเฉลี่ยเท่ากับ 32.26 นาที และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยเท่ากับ 2.41 ลิตร

4.2.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน ที่ใบมีดตัดเป็นมุมเท่ากับ 60 องศา

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน ที่ใบมีดตัดเป็นมุมเท่ากับ 60 องศา

การทดสอบครั้งที่	น้ำหนักผักตบชวา (กิโลกรัม)			ประสิทธิภาพ	เวลาในการตัดย่อยผักตบชวา (นาที)	อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร)
	ก่อนการตัด	ผ่านการร่อน	ไม่ผ่านการร่อน			
1	100	89.5	10.5	89.5%	32.54	2.25
2	100	88.4	11.6	88.4%	31.22	2.65
3	100	84.8	15.2	84.8%	30.96	2.75
4	100	86.9	13.1	86.9%	32.81	2.45
5	100	87.4	12.6	87.4%	31.67	2.50
6	100	85.1	14.9	85.1%	32.72	2.35
7	100	87.8	12.2	87.8%	31.86	2.75
8	100	87.2	12.8	87.2%	32.35	2.55
9	100	86.7	13.3	86.7%	33.18	2.35
10	100	88.1	11.9	88.1%	32.49	2.50
11	100	86.9	13.1	86.9%	32.12	2.15
12	100	87.3	12.7	87.3%	33.06	2.20
13	100	88.1	11.9	88.1%	31.94	2.60
14	100	86.6	13.4	86.6%	32.63	2.10
15	100	87.4	12.6	87.4%	32.78	2.35
16	100	85.9	14.1	85.9%	33.14	2.55
รวม	1,600.00	1,394.1	205.9	87.1%	517.47	39.05
เฉลี่ย	100	87.1	12.9	87.1%	32.34	2.44

จากตารางที่ 3 พบว่า ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,500 รอบ/นาที มีผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน เครื่อง ที่ใบมีดตัดเป็นมุมเท่ากับ 60 องศา ประสิทธิภาพการทำงานเครื่องตัดย่อยผักตบชวา จำนวน 16 ครั้ง ปรากฏว่าได้ปริมาณผักตบชวาลังการทดสอบที่ผ่านการร่อน เฉลี่ยเท่ากับ 87.1 กิโลกรัม ประสิทธิภาพ 87.1% ใช้เวลาในการตัดย่อยผักตบชวาเฉลี่ยเท่ากับ 32.34 นาที และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยเท่ากับ 2.44 ลิตร

จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวา ที่ชุดใบมีดตัดที่มุม 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา พบว่า ใบมีดตัดที่มุม 45 องศา เครื่องตัดย่อยผักตบชวาสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการตัดย่อยเท่ากับ 32.26 นาที น้ำหนักผักตบชวาเฉลี่ยเท่ากับ 94.7 กิโลกรัม มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยเท่ากับ 2.41 ลิตร และมีประสิทธิภาพการทำงานสูงสุดเท่ากับ 1,515.6 กิโลกรัมต่อวัน โดยผักตบชวาที่ผ่านการตัดย่อยผักตบชวาให้มีขนาดเล็ก สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก ใช้ผสมทำเป็นอาหารสัตว์ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้หลายรูปแบบ

4.3 ผลการประเมินคุณภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวาสู่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

ตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวาสู่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

ลำดับ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1	การออกแบบโครงสร้างเครื่องมีความเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
2	วัสดุ และอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำโครงสร้าง และเครื่องมีความเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
3	การจัดวางอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
4	การเคลื่อนย้าย และการติดตั้งเครื่องในการทำงาน	4.60	0.55	มากที่สุด
5	การใช้งานเครื่อง ง่ายต่อการควบคุมการทำงานและมีความปลอดภัย	5.00	0.00	มากที่สุด
6	การบำรุงรักษาเครื่อง สามารถทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน	4.80	0.45	มากที่สุด
7	ระยะเวลาในการทำงานของเครื่องในการตัดย่อย	4.60	0.55	มากที่สุด
8	ความสามารถการทำงาน of เครื่องโดยรวม	4.80	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ย		4.65	0.48	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวาสู่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตรจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ผลการประเมินคุณภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวาในภาพรวม มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.65 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 6 ข้อ ได้แก่ การใช้งานเครื่อง ง่ายต่อการควบคุมการทำงานและมีความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.00 รองลงมาได้แก่ การบำรุงรักษาเครื่อง สามารถทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.45 ความสามารถการทำงาน of เครื่องโดยรวม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.45 วัสดุ และอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำโครงสร้าง และเครื่องมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55 การเคลื่อนย้าย และการติดตั้งเครื่องในการทำงาน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55 และระยะเวลาในการทำงานของเครื่องในการตัดย่อย มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55 ตามลำดับ คุณภาพอยู่ในระดับมาก จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ การออกแบบโครงสร้างเครื่องมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55 และการจัดวางอุปกรณ์มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55 ตามลำดับ

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาเครื่องสับย่อยผักตบชวาสู่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร สามารถอภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

ผลการพัฒนาเครื่องตัดย่อยผักตบชวา พบว่า ได้เครื่องจักรกลการเกษตรที่สามารถนำมาใช้ในการตัดย่อยผักตบชวา มีประสิทธิภาพสูงสุด 94.7% สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เช่น ใช้ทำปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก ใช้ผสมทำเป็นอาหารสัตว์ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้หลายรูปแบบ อีกทั้งยังเป็นการกำจัดผักตบชวาและมีให้ผักตบชวาแพร่กระจายจนก่อให้เกิดปัญหาและความเสียหายในที่ต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง

สอดคล้องกับที่ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) (2565) ได้เสนอว่า การกำจัดโดยวิธีกล โดยการใช้เครื่องจักรกล จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการใช้แรงงานได้เป็นอย่างมาก นอกจากจะไม่ทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษแต่อย่างใดแล้ว ยังมีทางที่จะนำผักตบชวาที่กำจัดแล้วไปใช้ประโยชน์ได้อีกด้วย และสอดคล้องกับที่ผดุงดี เยี่ยมสวัสดิ์ และคณะ (2554) ได้เสนอไว้ว่า เครื่องจักรกลสับย่อย ผักตบชวาสดขณะเก็บเกี่ยว ให้เป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ เมื่อนำไปคลุกในพื้นทีเกษตรเป็นปุ๋ยทั้งปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยหมัก และสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุทางการเกษตรได้หลายรูปแบบ

ผลการประเมินคุณภาพเครื่องตัดย่อยผักตบชวา จากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ มีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรสิทธิ์ ช่อวงศ์ (2553) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างเครื่องสับข้าว ได้สาคิการทำงานเครื่องให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินคุณภาพ พบว่า เครื่องสับข้าวกลึงมีคุณภาพอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อธิรัช ลีตระกูล เทียงธรรม สิทธิจินตเสน นิคม ลนขุนทด และ อธิภา วรรณกายนต์ (2564) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องทดสอบหาค่าอายุการใช้งานของตลับลูกปืน ชนิด DGBB 6205 – 2Z ที่มีผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญในภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องมาจากในการพัฒนาเครื่องตัดย่อยผักตบชวา ผู้วิจัยได้นำกระบวนการเทคโนโลยี (Technological Process) เข้ามาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักร ซึ่งเป็นวิธีการหรือกระบวนการทำงานในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการอย่างเป็นขั้นตอนที่เป็นระบบ ชัดเจน และมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน สามารถดำเนินการและปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายของการทำงาน

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรมีการพัฒนาเครื่องจักร ให้สามารถตัดย่อยวัสดุทางการเกษตรให้ได้หลายชนิด หรือสามารถปรับขนาดในการตัดย่อยวัสดุทางการเกษตรได้ตามขนาดที่ต้องการ เพื่อให้สามารถนำวัสดุทางการเกษตรที่ได้มาให้เกิดประโยชน์ทางการเกษตรได้หลายรูปแบบ

6.2 ควรมีการพัฒนาเครื่องจักร ที่ใช้แรงงานในการบริหารจัดการให้น้อยที่สุด หรือสามารถที่จะกำจัดผักตบชวาได้อย่างอัตโนมัติ ต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพ

6.3 ควรมีการส่งเสริมในการนำผักตบชวาที่ได้จากการตัดย่อยไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากผักตบชวาเป็นพืชที่แพร่พันธุ์ได้ง่าย รวดเร็ว และสามารถเจริญเติบโตได้ในทุกสภาพแหล่งน้ำ จึงควรมีการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ให้ได้มากที่สุด

7. เอกสารอ้างอิง

กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2565). ข้อมูลผักตบชวาเบื้องต้น. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

<https://onedptportal.dpt.go.th/portal/apps/Cascade/index.html?appid=d06d5cbe9f0f4ab8b042d3451c66978a>. สืบค้น 23 มิถุนายน 2565.

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2549). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยSPSS. พิมพ์ครั้งที่7. กรุงเทพฯ.

ผดุงดี เยี่ยมสวัสดิ์ และคณะ. (2554). คู่มือการกำจัดผักตบชวา. นครปฐม : สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5.

วิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตอาหารปลอดภัยและสมุนไพรพื้นบ้าน. (2565). วิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตอาหาร

ปลอดภัยและสมุนไพรพื้นบ้าน เปลี่ยนผักตบชวาวัชพืชทางน้ำเป็นแหล่งมั่งคั่งของ

อำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.eef.or.th/communities/2563-beginning-120/>. สืบค้น 16 กรกฎาคม 2565.

ศุภฤกษ์ ดวงขวัญ จันทร์หอม แก่นพินิจ และปัทมินี อุ่มทอง. (2565). การจัดการผักตบชวา.

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://reo06.mnre.go.th/home/images/upload/file/report/work2554/supareak01.pdf>. สืบค้น 23 มิถุนายน 2565.

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง. (2565). ผักตบชวา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

<http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/resources/weed/eichornia.html>. สืบค้น 23 มิถุนายน 2565.

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค). (2565). การกำจัดผักตบชวาโดยวิธีกล.

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.nectec.or.th/schoolnet/library/webcontest2003/100team/dlbs085/interEx/informate/paktob/eradi_ma.html. สืบค้น 4 กันยายน 2565.

สาขาออกแบบและเทคโนโลยี สสวท. (2565). กระบวนการเทคโนโลยี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

http://designtechology.ipst.ac.th/?page_id=1094. สืบค้น 23 มิถุนายน 2565.

สุรสิทธิ์ ช่อวงศ์. (2553). การสร้างเครื่องสีข้าวกลิ้ง. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.

2(1) : 133-143.

สิริรัตน์ วาริราพิงเพลิน. (2565). กำจัด “ผักตบชวา” สู่การใช้ประโยชน์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

<http://www.thailandindustry.com/onlineimag/view2.php?id=1235§ion=30&issues=79>. สืบค้น 16 กรกฎาคม 2565.

อริรัช ลิ้มระกุล เทียงธรรม สิทธิจินตเสน นิคม ลนขุนทด และอัษฎา วรรณกายนต์. (2564). การพัฒนาเครื่อง

ทดสอบหาค่าอายุการใช้งานของตลับลูกปืนชนิด DGBB 6205 – 2Z. วารสารวิจัยและพัฒนา

วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 16(2) : 87-101.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้ มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาเครื่องจักรกลขึ้นมาใช้ในการกำจัดผักตบชวา ที่จัดได้ว่าเป็นวัชพืชที่สร้างปัญหา รวมไปถึงสร้างความเสียหายต่อแหล่งน้ำบริเวณเกาะเสด็จประพาส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ โดยการพัฒนาเครื่องจักร ที่เป็นวิธีการกำจัดด้วยวิธีกล (Mechanical Control) ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย สะดวกและไม่ทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ อีกทั้งวิธีนี้ยังสามารถที่จะนำผักตบชวาที่กำจัดแล้วไปใช้ประโยชน์ได้อีกด้วย ดังนั้น ผักตบชวาที่โดนตัดย่อยโดยเครื่องตัดย่อยผักตบชวานั้น ยังสามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้มีคุณค่าในทางเศรษฐกิจ เช่น การนำมาทำปุ๋ย ทั้งปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยหมัก ผสมทำเป็นอาหารสัตว์ ทำก๊าซชีวภาพ และวัสดุในการเพาะชำต้นไม้หรือเพาะเห็ด เป็นต้น



การพัฒนาชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ ในรูปแบบออนไลน์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

นวัตร โพธิสาร^{1*} เนติรัฐ วีระนาคินทร์²

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาสื่ออนุมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม^{1*}

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาสื่ออนุมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม²

อีเมล : nawuttagorn@gmail.com^{1*} and natirath.w@msu.ac.th²

วันที่รับบทความ 3 สิงหาคม 2565

วันแก้ไขบทความ 2 กันยายน 2565

วันที่รับบทความ 7 กันยายน 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ 2) เพื่อศึกษาความต้องการชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ 3) เพื่อสร้างชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยเชิงคุณภาพ คือ นักศึกษาและอาจารย์สาขาวิชานาฏศิลป์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 14 คน และกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยเชิงปริมาณ จำนวน 31 คน คือ นักศึกษาสาขาวิชานาฏศิลป์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์ในชุดการแสดงรำฉุยฉาย และแบบสอบถาม การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพการจัดการเรียนการสอน พบว่า การใช้สื่อวิดีโอจะทำให้ให้นักศึกษามีความเข้าใจที่คล่องแคล่วจากมุมมองและองศาของกล้องที่กำหนดตำแหน่งไว้แบบคงที่ และการวางตำแหน่งกล้องใกล้เคียงการมองเห็นของนักศึกษา รวมไปถึงสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ไม่เสถียร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการเข้าถึงกิจกรรมการเรียนการสอนออนไลน์ และเสียงรบกวนจากภายนอก 2) ผู้สอนมีความต้องการสื่อการสอนแบบออนไลน์ประกอบชุดการเคลื่อนไหวนาฏศิลป์ที่มีความสมจริง ผู้เรียนมีความต้องการสื่อที่สามารถแสดงท่ารำถูกต้องตามกระบวนท่า หรือการรำเข้าจังหวะได้ 3) ผลการสร้างการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์ ในชุดการแสดงรำฉุยฉาย โดยผลการออกแบบตัวละคร พบว่า สามารถออกแบบตัวละครหญิงได้ การเคลื่อนไหวของตัวละครมีความถูกต้องตามต้นฉบับ มุมมองและองศาสามารถดูได้แต่ไม่สามารถเปลี่ยนมุมมองและองศาได้ อยู่ในรูปแบบไฟล์วิดีโอ มีความยาว 7.25 นาที และตัวละครมีการเคลื่อนไหวที่สมจริง 4) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีต่อการเคลื่อนไหวโมชันแคปเจอร์ พบว่า ระดับค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.23$)

คำสำคัญ : ชุดการเคลื่อนไหว โมชันแคปเจอร์ นาฏศิลป์ การสอนออนไลน์ ฉุยฉาย

Developing Movement Set Using Motion Capture for Online Teaching Thai Dance for Undergraduate Students, Surindra Rajabhat University

Nawuttagorn Potisarn^{1*} Natirath Weeranakin²

Ph.D Student in Major of Creative Media, Faculty of Informatics, Mahasarakham University^{1*}

Assistant Professor in Major of Creative Media, Faculty of Informatics, Mahasarakham University²

E – mail : nawuttagorn@gmail.com^{1*} and natirath.w@msu.ac.th²

Received 3 August 2022.

Revised 2 September 2022

Accepted 7 September 2022

Abstract

This research aimed to 1) study the teaching and learning situation of online Thai dance for undergraduate students, Surindra Rajabhat University, 2) study the needs of a movement set using motion capture for online Thai dance, for undergraduate students, surindra rajabhat university, 3) create a movement set using motion capture for online Thai dance for undergraduate students, Surindra Rajabhat University and 4) study the students' satisfaction of the movement set using motion capture for online teaching Thai dance for undergraduate students, surindra rajabhat university. There was fourteen people of sample group in quality research who were students and teacher in Dance major, Surindra Rajabhat University. There were thirty-one people in the sample group in quantity research who was Dance major students at Surindra Rajabhat University. The research instruments included a semi-structured interview form, the movement set using motion capture in the title of Chui Chai, and a questionnaire. The data analysis methods used statistics. The results were as follows: 1) The teaching and learning situation revealed the video could affect students' misconceptions from the fixed camera angle, the camera position being far away from the students' eyes, the unstable internet signal, the electronic devices to access online teaching activities, and the disturbing noise from outside, 2) Instructors have a need for a movement set using motion capture for online Thai dance and the learners have a need for media that can show the correct dance moves according to the steps or dancing to the rhythm, 3) The creation of the movement set using motion capture of Chui Chai performance revealed the character was a woman, the movement was correct following an actress, the camera angle could watch but could not change, the video length file was 7.25 minutes, and the character movement was realistic, and 4) The students' opinion of the movement set using motion capture revealed the mean in total was good ($\bar{X} = 4.23$).

Keywords : Movement Set, Motion Capture, Thai Dance, Teaching Online, Chui Chai



1. บทนำ

ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี ทุกมหาวิทยาลัยจึงมีการปรับตัวเพื่อให้รองรับกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ส่งผลให้หลักสูตรที่เปิดสอนต้องมีการปรับตัวและปรับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ สำหรับปัญหาโดยทั่วไปในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ สื่อเทคโนโลยีมีความเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลทำให้การจัดหาสื่อที่ทันต่อความต้องการ และทันต่อการพัฒนาของเทคโนโลยีเป็นไปได้ค่อนข้างลำบาก ซึ่งสื่อและวัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอนเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การเรียนการสอนดำเนินการไปด้วยดี (ฉันทนา ปาปิตถา. 2561 : 106) สำหรับแนวทางในการแก้ไขปัญหาการจัดการเรียนการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ การใช้ชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ระเบียบวาทะศิลป์ (ทองพล มุขรักษ์. 2565 : 18) การผลิตสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์โดยการเรียนรู้แบบธรรมชาติ รายวิชาดนตรี-นาฏศิลป์ (จุฑาทิพย์ อรุณรัตน์ และเทียมยศ ปะสาวะโน. 2563 : 223) และแนวทางการออกแบบรูปแบบการสอนออนไลน์ด้านศิลปะการแสดง กรณีศึกษา: วิชานาฏศิลป์ไทยพื้นบ้าน หลักสูตรศิลปะการแสดง ในสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (กิตตินันท์ อะภัย และคณะ. 2564 : 126) อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์หลังสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 จะเป็นวิธีใหม่สำหรับการจัดการเรียนการสอน และการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการกับเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการพัฒนาศักยภาพของผู้สอนและผู้เรียนนาฏศิลป์ที่มีการเปิดรับการใช้เทคโนโลยีที่เพิ่มมากขึ้นด้วย

สาขาวิชานาฏศิลป์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ มีการจัดการเรียนการสอนในรายวิชารำเดี่ยวรำคู่ โดยมีแผนการสอนเกี่ยวกับการแสดงรำ “ฉุยฉาย” เป็นการรำเดี่ยวชนิดหนึ่งที่แสดงความสวยงาม ความเชี่ยวชาญในการรำ และการแสดงอารมณ์ให้สอดคล้องกับบทร้อง มีรูปแบบการรำ 3 ลักษณะ คือ รำฉุยฉายแบบเต็ม รำฉุยฉายแบบตัด และรำฉุยฉายพวง (อาทิตย สุตานุตร. 2564 : 5) สำหรับชุดการแสดงนาฏศิลป์ไทยมีแบบแผนมาแต่โบราณและเป็นชุดการรำที่มีเอกลักษณ์โดดเด่น มีเครื่องดนตรีพิพาทสำหรับบรรเลงเพลงออกด้วยเพลงเร็ว การบรรเลงเพลงเข้าด้วยเพลงเร็ว - ลา พร้อมกับการขับร้องเพลงฉุยฉายและเพลงแม่ศรี การบรรเลงดนตรีประกอบชุดการแสดงรำฉุยฉายนั้นเป็นแบบแผนที่สืบทอดมา อีกทั้งชุดการแสดงรำฉุยฉายยังเป็นการอวดฝีมือของผู้แสดงอีกด้วย นอกจากนี้กระบวนการรำก็มีท่วงท่าที่สวยงาม รวมถึงความวิจิตรของชุดเครื่องประดับและเครื่องแต่งกาย ผสมกับทำนองเพลง บทร้อง และการบรรเลงเครื่องดนตรียังมีความเสน่ห์ไพเราะตามขนบจารีตและตามแบบแผนของการแสดงนาฏศิลป์ไทย (สุนันทา เกตุเหล็ก. 2561 : 70) สำหรับปัญหาในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์มีองค์ประกอบหลายประการ จากการสัมภาษณ์เบื้องต้น โดยแบ่งเป็นด้านผู้สอน พบว่า ขาดสื่อการสอนสมัยใหม่ที่น่าสนใจ ความขาดแคลน และความต้องการใช้สื่อการเรียนการสอน และขาดต้นทุนการผลิตสื่อที่ทันสมัย เป็นต้น ด้านผู้เรียน พบว่า ขาดความพร้อมของอุปกรณ์การเรียนด้านไอที ขาดจำกัดด้านสถานที่ และความเสถียรของเครื่องมือและระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวหรือเรียกว่าโมชันแคปเจอร์ (Motion Capture) เป็นเทคโนโลยีที่นักออกแบบคอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติ นำมาใช้สร้างการเคลื่อนไหวให้กับตัวละคร 3 มิติ (3D Character) ให้มีการเคลื่อนไหวที่มีความสมจริง โดยอุปกรณ์โมชันแคปเจอร์ที่นิยมเป็น อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบติดจุดสะท้อนแสง (Marker) บนชุดของนักแสดงเพื่อเป็นตัวบอกตำแหน่งพิกัดในแต่ละจุดของแกน 3 มิติ ผ่านกล้องที่มีเซนเซอร์ในการตรวจจับการเคลื่อนไหว และมีการประมวลผลผ่านซอฟต์แวร์ของระบบ (Motion Analysis. 2022) นอกจากนี้ยังมีโมชันแคปเจอร์ที่ใช้เทคโนโลยีแบบเซนเซอร์ติดตามชุดของนักแสดงแบบเต็มตัว รวมถึงการใช้ถุงมือ ผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สาย (Wirelessly) และส่งต่อข้อมูลการประมวลผลการตรวจจับการเคลื่อนไหวไปยังซอฟต์แวร์ระบบ (Noitom, 2022; Foheart Technology. 2022) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับราคาและต้นทุนถูกลงมากเมื่อเทียบกับรูปแบบที่ใช้จุดสะท้อนแสง ความสำคัญของการจับการเคลื่อนไหวเป็นการนำเอาเทคโนโลยีประยุกต์ใช้ในการผลิตสื่อการสอนด้านการศึกษการเคลื่อนไหว โดยพบว่า มีการประยุกต์ใช้โมชันแคปเจอร์ในการอนุรักษ์ศิลปะดาบไทย

(ดัชนักรณั ตันเจริญ. 2554 : 115) การพัฒนาภาพเคลื่อนไหว 3 มิติสำหรับฝึกทํามวยไทยพื้นฐาน (เบญญา พัฒนาพิภตร. 2564 : 53) และ การจัดการเคลื่อนไหวในวิทยาศาสตร์การกีฬา กรณั ศึกษาวงสวิกอล์ฟ (S. Noiunkar and S. Tirakoat. 2013 : 311 - 312)

จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับสาขาวิชานาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ทั้งนี้เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชานาฏศิลป์ที่มีต่อการเคลื่อนไหวโมชันแคปเจอร์ในชุดการรำ ฉูดฉาด ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความมุ่งหวังที่จะพัฒนาสื่อการสอนแบบออนไลน์ที่มีประสิทธิภาพ และสร้างการเปิดรับเทคโนโลยีสมัยใหม่ให้กับสาขาวิชานาฏศิลป์ อันจะนำไปสู่การผลิตบัณฑิตสาขาวิชานาฏศิลป์ที่มีความพร้อม และมีทักษะด้านการปฏิบัติการรำที่มีความถูกต้องสวยงาม นอกจากนี้ยังเป็นการเก็บรวบรวมชุดข้อมูลการเคลื่อนไหวทำรำนาฏศิลป์ในรูปแบบ 3 มิติ สำหรับจัดเก็บเป็นคลังข้อมูลการเคลื่อนไหวด้านการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมไทย

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

2.2 เพื่อศึกษาความต้องการชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

2.3 เพื่อสร้างชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

3. วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) และมีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ ในการสัมภาษณ์ การสังเกต และการสนทนากลุ่ม โดยแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ช่วง ได้แก่ ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ระยะที่ 2 ศึกษาความต้องการชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ระยะที่ 3 สร้างชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ และระยะที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ มีวิธีการวิจัย ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ประกอบด้วย อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (4 ปี) สาขาวิชานาฏศิลป์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 5 ท่าน และนักศึกษาระดับปริญญาตรี ทั้ง 4 ชั้นปี ภาคปกติ หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (4 ปี) สาขาวิชานาฏศิลป์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ที่ลงทะเบียนเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 92 คน (สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์. 2565)

3.1.2 กลุ่มเป้าหมาย เป็นผู้ให้ข้อมูลในการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพ สำหรับศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ด้วยการสัมภาษณ์ และสังเกตรูปแบบการจัดการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและรูปแบบออนไลน์ รวมถึงการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น

ในช่วงที่มีการสอนออนไลน์ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด19 โดยในระยะที่ 1 มีผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ อาจารย์ผู้สอนหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (4 ปี) สาขาวิชานาฏศิลป์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 3 ท่าน และนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคปกติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชารำเดี่ยวรำคู่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 15 คน

3.1.3 กลุ่มเป้าหมาย เป็นผู้ให้ข้อมูลในการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพ สำหรับศึกษาความต้องการชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ด้วยการวิเคราะห์ความต้องการจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) ประกอบด้วย 1) อาจารย์ผู้สอนหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (4 ปี) สาขาวิชานาฏศิลป์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 1 ท่าน 2) อาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต (4 ปี) สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จำนวน 1 ท่าน และ 3) นักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคปกติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชารำเดี่ยวรำคู่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 15 คน

3.1.4 กลุ่มตัวอย่าง ในงานวิจัยเชิงปริมาณ เป็นการวิจัยระยะที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 31 คน ซึ่งใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณกับนักศึกษาสาขาวิชานาฏศิลป์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ 2) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความต้องการชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ 3) ชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์ ในชุดการแสดงรำฉุยฉาย และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี การหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย โดยนำ 1) ชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์ และ 2) แบบสอบถาม ที่พัฒนาขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 3 ท่าน เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการวิจัย พบว่า ชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์ และแบบสอบถาม มีค่าความเที่ยงตรง อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้มีการเก็บข้อมูลช่วงที่ 1 การศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ เดือนธันวาคม 2564 ช่วงที่ 2 ศึกษาความต้องการชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ เดือนมกราคม 2565 ช่วงที่ 3 การสร้างชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์ ในชุดการแสดงรำฉุยฉาย เดือนเมษายน 2565 และช่วงที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ เดือน กรกฎาคม 2565

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ การสังเกต มาวิเคราะห์โดยวิธีหาความสอดคล้อง (Method of Agreement) จากกลุ่มเป้าหมาย ดำเนินการวิเคราะห์และจำแนกข้อมูลประเด็นที่กำหนดไว้ และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบสามเส้า (Data Triangulate) ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ความถี่ ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเปรียบเทียบ t-test

แบบ Independent การแปรผลการศึกษาความคิดเห็นมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ท (Rensis Likert, 1932) ดังนี้ 1.00 - 1.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1.50 - 2.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วย 2.50 - 3.49 หมายถึง ไม่แน่ใจ 3.50 - 4.49 หมายถึง เห็นด้วย 4.50 - 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาศาภาพการจัดการเรียนการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ผลจากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนสาขาวิชานาฏศิลป์ พบว่า

- 1) ปัญหาจากนโยบายของมหาวิทยาลัยให้อาจารย์ผู้สอนจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด 19
- 2) ปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติ การจัดหาสื่อการสอนที่ต้องได้รับการยอมรับในวงการนาฏศิลป์ให้ว่าเป็นท่วงท่าการรำที่มีความถูกต้องและได้มาตรฐาน พบว่า เป็นสื่อที่เผยแพร่จากกรมศิลปากร ดังนั้น สื่อการสอนที่ดีจะต้องผ่านการวิจัยหรือผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีความถูกต้อง เชื่อถือได้
- 3) ปัญหาจากการใช้สื่อวิดีโอทำให้นักศึกษามีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เนื่องจากมุมมองและองศาของวิดีโอในการถ่ายทำต้นฉบับ
- 4) ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ผู้สอนอาจจะสัดส่วนของการวางตำแหน่งกล้องการเว้นระยะห่างหรือใกล้ ทำให้ในบางเฟรมภาพไม่สามารถรับชมได้แบบเต็มตัวหากกล้องอยู่ใกล้ และหากวางตำแหน่งกล้องไว้ไกลตัวเกินไปนักศึกษาก็จะมองผู้สอนไม่ชัดเจนซึ่งทำรำจำเป็นต้องรับชมทั้งตัวจึงทำให้เกิดปัญหา

ผลจากการสัมภาษณ์นักศึกษสาขาวิชานาฏศิลป์ พบว่า

- 1) ปัญหาในด้านสัญญาณอินเทอร์เน็ตเข้าทำให้นักศึกษาขาดช่วงในการเรียนระหว่างที่อาจารย์สอนทำไวยากรณ์การต่อท่ารำ
- 2) ปัญหาการสังเกตท่ารำจากตำแหน่งของมุกกล้องผ่านมือถือหรือหน้าจอคอมพิวเตอร์ทำให้นักศึกษาทำความเข้าใจได้ยากแม้ว่าอาจารย์จะตั้งกล้องไว้ด้านหน้าและด้านหลัง 2 ตัวแล้วก็ตาม
- 3) ปัญหาด้านสถานที่และอุปกรณ์การเรียนไม่เอื้ออำนวย พบว่า มือถือหรือโน้ตบุ๊กมีความร้อนสูงเครื่องและสัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร
- 4) นักศึกษาขาดความมั่นใจว่าสามารถท่ารำของตนเองถูกต้องตามกระบวนการท่า หรือการรำเข้าจังหวะได้ถูกต้องหรือไม่
- 5) เวลาเรียนนักศึกษาจะต้องรำผ่านกล้องให้อาจารย์รับชม แต่มีปัญหาในเรื่องการตั้งกล้องระยะใกล้ก็อาจทำให้ผู้สอนมองไม่เห็นเพราะต้องดูการรำแบบเต็มตัว และหากตั้งกล้องไว้ไกลผู้สอนก็มองไม่ออกว่านักศึกษาทำได้ถูกต้องหรือไม่
- 6) การเรียนที่บ้านมีเสียงรบกวนเยอะ พบว่า มีเสียงรถวิ่งผ่าน เสียงวู้ว เสียงไก่ ทำให้ไม่มีสมาธิและบางครั้งเสียงภายนอกดังมากอาจทำให้ไม่ได้ยินและทำให้รำผิดจังหวะจนทำให้เรียนไม่รู้เรื่องได้

กล่าวโดยสรุป จากผลการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สามารถกำหนดแนวทางการสร้างชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์ สำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ดังนี้

- 1) ตัวละคร การออกแบบตัวละครจะต้องมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา เช่น ชุดฝึกซ้อมการรำให้ผู้เรียนมองเห็นภาพการรำได้ถูกต้อง ชัดเจน



2) มุมมองและองศา การออกแบบสื่อนำเสนอจะต้องสามารถรองรับมุมมองและองศาของผู้เรียนได้อย่างครบถ้วน และมองเห็นได้ 360 องศาเพื่อความถูกต้องตามต้นฉบับการร่างของผู้สอน

3) การเคลื่อนไหว ผู้เรียนจะต้องสามารถเคลื่อนไหวและเรียนรู้ทำได้อย่างถูกต้อง ผ่านสื่อนำเสนอได้อย่างต่อเนื่อง

4) เสียง ผู้เรียนจะต้องสามารถเคลื่อนไหวทำได้ตามจังหวะของดนตรี ในชุดการแสดงได้อย่างถูกต้องตามต้นฉบับ

5) เนื้อหา สื่อนำเสนอจะต้องได้รับการยอมรับในวงการนาฏศิลป์ไทยว่าเป็นท่วงท่าการรำที่มีความถูกต้องและได้มาตรฐาน

4.2 ผลการวิเคราะห์ความต้องการชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ผลจากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนสาขาวิชานาฏศิลป์ พบว่า

1) สื่อการสอนแบบออนไลน์ ที่ประกอบด้วย ชุดการเคลื่อนไหวทำรำชุดฉาย ที่มีความสมจริง ผู้เรียนสามารถแสดงท่ารำถูกต้องตามกระบวนท่า หรือการรำเข้าจังหวะได้

2) สื่อวิดีโอการสอนท่ารำที่นักศึกษาสามารถเรียนรู้และกลับไปทบทวน ประกอบด้วย ท่ารำที่มีการนำเสนอจากตำแหน่งของมุกกล้องที่มีความหลากหลาย และสามารถรับชมผ่านมือถือหรือหน้าจคอมพิวเตอร์

3) สื่อการสอนในรูปแบบวิดีโอที่มีความคมชัดทั้งภาพและเสียง

4) สื่อแอนิเมชันที่มีความน่าสนใจ และเหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน

ผลจากการสัมภาษณ์นักศึกษสาขาวิชานาฏศิลป์ พบว่า

1) สื่อที่มีการนำเสนอในมุมมองที่สามารถปฏิบัติตามได้ง่าย

2) สื่อที่สามารถดาวน์โหลดมือถือหรือเครื่องคอมพิวเตอร์

3) สื่อที่มีการเคลื่อนไหวของนักแสดงต้นแบบการรำที่ถูกต้องตามแบบแผนท่ารำชุดฉาย

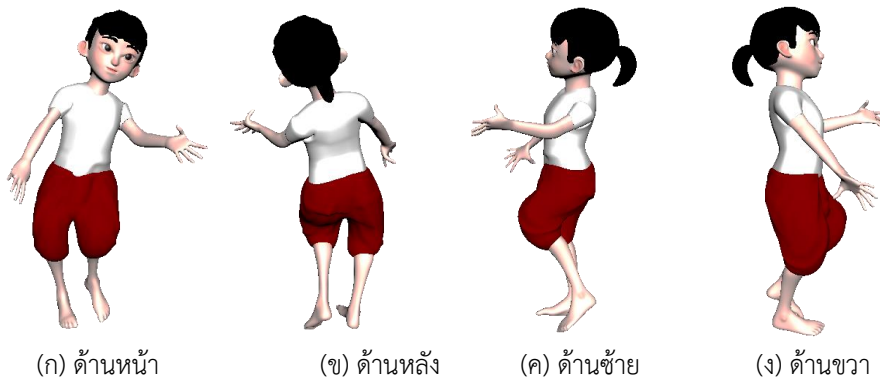
4) สื่อที่มีความทันสมัย และเหมาะสมกับอุปกรณ์ที่นักศึกษาใช้งาน

ผลจากการสัมภาษณ์อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย พบว่า

สื่อควรอยู่ในรูปแบบที่น่าสนใจ สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ด้วยตนเอง ในสถานการณ์ที่มีความจำเป็นสำหรับการเรียนออนไลน์ สามารถออกแบบเป็นตัวละครแอนิเมชัน 3 มิติ และใช้การเคลื่อนไหวของอาจารย์นาฏศิลป์ในการรำชุดฉาย โดยใช้อุปกรณ์จับการเคลื่อนไหวโมชันแคปเจอร์บันทึกและเก็บข้อมูล และสร้างชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์ผ่านตัวละครแอนิเมชันที่สร้างขึ้นสำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ ทั้งนี้เพื่อให้อาจารย์และนักศึกษามีการเปิดรับเทคโนโลยีสมัยใหม่ และสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวที่ปัจจุบันมีอุปกรณ์สำหรับการบันทึกการเคลื่อนไหวในรูปแบบ 3 มิติ ที่มีความถูกต้องตามต้นฉบับและมีความสมจริง

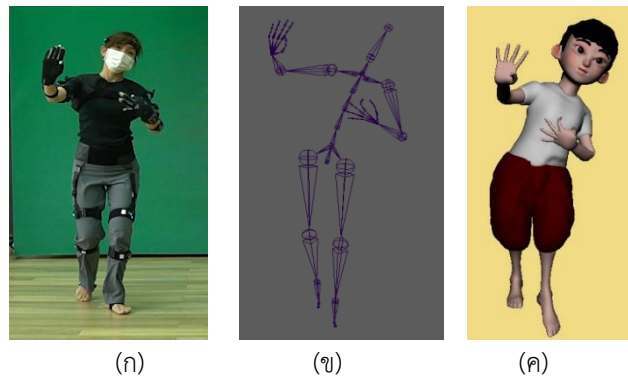
4.3 ผลการสร้างชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

1) ผลการออกแบบตัวละคร งานวิจัยนี้ เป็นการออกแบบตัวละคร กรณีศึกษา ตัวละครผู้หญิง ในการรำชุดฉาย ซึ่งผลการออกแบบตัวละคร ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ผลการออกแบบตัวละคร

2) ผลการสร้างการเคลื่อนไหวของตัวละครผู้หญิงด้วยอุปกรณ์โมชันแคปเจอร์ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ผลการสร้างการเคลื่อนไหวตัวละคร

จากรูปที่ 2 สามารถอธิบายผลการสร้างการเคลื่อนไหวตัวละคร ได้ดังนี้

(ก) นักแสดงสวมชุดอุปกรณ์จับการเคลื่อนไหวโมชันแคปเจอร์ (Motion Capture Suite) โดยเป็นอุปกรณ์จับการเคลื่อนไหวแบบเต็มตัว และถุงมือ โดยใช้เซ็นเซอร์ 17 จุด ทั่วร่างกาย โดยผ่านโปรแกรม MotionVenus ผลที่ได้ทำให้ชุดข้อมูลการเคลื่อนไหวของนักแสดงมีความครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหัว ลำตัว แขน ขา เท้า มือ รวมถึงนิ้วมือ จากนั้น นำชุดข้อมูลการเคลื่อนไหวโมชันแคปเจอร์ของนักแสดงที่ส่งออกข้อมูลเป็นไฟล์ *.FBX ไปตรวจสอบ และแก้ไขความถูกต้องของข้อมูล

(ข) นำไฟล์ *.FBX ที่เป็นข้อมูลการเคลื่อนไหวของนักแสดงมาเชื่อมโยงเข้ากับชุดกระดูกของตัวละครในโปรแกรม 3 มิติ

(ค) ผลการเคลื่อนไหวของตัวละคร ที่มีการเคลื่อนไหวตามข้อมูลการเคลื่อนไหวของนักแสดงที่มีความถูกต้องตามต้นฉบับ

3) ผลการออกแบบมุมมองและองศา งานวิจัยนี้ได้มีการออกแบบมุมมองและองศาของตัวละครที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มองเห็นได้ 360 องศา ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ผลการออกแบบมุมมองและองศา

จากรูปที่ 3 พบว่า มุมมองและองศาสามารถดูได้ตามที่วิดีโอกำหนดไว้ ซึ่งมีข้อจำกัดในด้านการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน จึงทำให้ไม่สามารถให้ผู้เรียนกำหนดมุมมองและองศาเองได้

4) ผลการสร้างคลิปวิดีโอชุดการสอน พบว่า ได้ส่งออกการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์ของการรำถวายของตัวละครผู้หญิงเพื่อใช้สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยส่งออกในรูปแบบของไฟล์วิดีโอ ที่มีความยาว 7.25 นาที โดยตัวละครที่ใช้มีการเคลื่อนไหวที่มีความสมจริง

4.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ผลการศึกษาสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า มีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้นจำนวน 31 คน เป็นนักศึกษาสาขาวิชานาฏศิลป์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ แบ่งเป็นเพศหญิงจำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 70.96 และเพศชาย จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 29.04 มีอายุระหว่าง 18-22 ปี ระดับชั้นปีที่ศึกษา ประกอบด้วย ชั้นปีที่ 2 จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 58.06 และชั้นปีที่ 3 จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 41.94

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาความพึงพอใจชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความ คิดเห็น
1. ด้านการออกแบบตัวละคร			
1. การออกแบบตัวละครชาย และหญิงมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหาการรำถวาย	4.19	0.60	มาก
2. ชุดตัวละครมีความเหมาะสมกับเนื้อหาการเรียนรู้สำหรับการฝึกซ้อมการรำถวาย	4.42	0.56	มาก
3. การออกแบบตัวละครมีความสวยงามตามหลักสุนทรียศาสตร์	4.19	0.65	มาก
4. การออกแบบตัวละครเป็นไปมีรายละเอียดตามหลักสรีรศาสตร์	4.13	0.67	มาก

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความ คิดเห็น
5. ภาพรวมการออกแบบตัวละครชาย และหญิงมีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อผู้รับชม	4.26	0.51	มาก
รวม	4.24	0.60	มาก
2. ด้านมุกตลกและขนาดภาพ			
1. มุกตลกสามารถถ่ายทอดเนื้อหาการร่ายขายครบถ้วน	4.26	0.63	มาก
2. มุกตลกอยู่ในระดับที่มองเห็นได้ง่ายและสามารถนำไปปฏิบัติตามได้	4.13	0.56	มาก
3. มุกตลกไม่ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับท่าร่ายขาย	4.10	0.54	มาก
4. ขนาดภาพมีความเหมาะสมกับการเรียนรู้สามารถมองเห็นรายละเอียดได้อย่างครบถ้วน	4.16	0.58	มาก
5. ขนาดภาพสามารถมองเห็นได้ง่ายและสามารถนำไปปฏิบัติตามได้	4.16	0.64	มาก
รวม	4.16	0.59	มาก
3. ด้านการเคลื่อนไหวตัวละคร			
1. การเคลื่อนไหวของตัวละครมีความอ่อนช้อยสวยงาม	4.32	0.54	มาก
2. การเคลื่อนไหวของตัวละครมีความสมจริงเป็นธรรมชาติ	4.19	0.54	มาก
3. การเคลื่อนไหวของตัวละครมีท่วงท่าที่ถูกต้องตามแบบแผนท่าร่ายขาย	4.29	0.59	มาก
4. การเคลื่อนไหวของตัวละครมีนิวมีการทำตามแบบแผนท่าร่ายขาย	4.13	0.67	มาก
5. การเคลื่อนไหวของตัวละครมีการถ่ายทอดอารมณ์ได้เป็นอย่างดี	4.23	0.62	มาก
รวม	4.23	0.59	มาก
4. ด้านเสียงและการจัดองค์ประกอบภาพ			
1. เสียงเพลงประกอบมีคุณภาพชัดเจน	4.32	0.54	มาก
2. การตัดต่อเสียงเพลงประกอบสอดคล้องกับจังหวะท่าร่ายขายของตัวละคร	4.29	0.53	มาก
3. การตัดต่อและลำดับภาพและเสียงมีความสัมพันธ์กัน	4.29	0.64	มาก
4. การจัดองค์ประกอบภาพมีความสวยงาม	4.19	0.60	มาก
5. ภาพวิดีโอที่นำเสนอมีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้	4.23	0.56	มาก
รวม	4.26	0.57	มาก

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความ คิดเห็น
1. ความเข้าใจในเนื้อหาารำดูฉายที่นำเสนอมีความถูกต้อง ชัดเจน และตรงประเด็น	4.29	0.64	มาก
2. ความเพลิดเพลินในการศึกษาเนื้อหาการรำดูฉาย	4.26	0.51	มาก
3. สามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจได้ง่าย	4.19	0.60	มาก
4. สามารถจดจำทำำและนำไปสู่การปฏิบัติ	4.23	0.62	มาก
5. เกิดความซาบซึ้งในมรดกทางวัฒนธรรมไทย	4.39	0.56	มาก
รวม	4.27	0.58	มาก
สรุปโดยภาพรวม	4.23	0.59	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สรุปโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.23$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความพึงพอใจด้านเนื้อหาารำดูฉาย โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.27$) รองลงมาคือด้านเสียงและการจัดองค์ประกอบภาพ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.26$) ด้านการออกแบบตัวละคร โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.24$) ด้านการเคลื่อนไหวตัวละคร โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.23$) และด้านมุกกลองและขนาดภาพ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.16$)

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สามารถอภิปรายผลและสรุปผลดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่า การจัดการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติสื่อการสอนจะต้องได้รับการยอมรับในวงการนาฏศิลป์ไทยว่าเป็นท่วงท่าการรำที่มีความถูกต้องและได้มาตรฐาน เนื่องจากการแสดงตามขนบจารีต และแบบแผนของการแสดงนาฏศิลป์ไทย สอดคล้องกับงานวิจัยของ (สุนันทา เกตุเหล็ก, 2561 : 70) และตามจารีตของกรมศิลปากร สอดคล้องกับงานวิจัยของ (อาทิตย์ สุดาบุตร, 2564 : 3) จากการสัมภาษณ์ผู้เรียน พบว่า การใช้สื่อวิดีโอพบปัญหาทำให้นักศึกษามีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เนื่องจากมูมองและองศาของวิดีโอในการถ่ายทำ และปัญหาที่เกิดจากการวางตำแหน่งกล้องไว้มองเห็นการมองเห็นของนักศึกษา นอกจากนี้ยังพบปัญหาด้านสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ไม่เสถียรอุปกรณ์ในการเข้าถึงกิจกรรมการเรียนการสอน รวมไปถึงเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นขณะเรียนออนไลน์

ระยะที่ 2 การศึกษาความต้องการชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ พบว่า อาจารย์สาขาวิชานาฏศิลป์มีความต้องการสื่อการสอนแบบออนไลน์ ที่ประกอบด้วย ชุดการเคลื่อนไหวท่ารำดูฉาย ที่มีความสมจริง สอดคล้องกับ

งานวิจัยของ (ดัชฌรณ์ ตันเจริญ. 2554 : 115) ที่กล่าวถึงความสามารถของโมชันแคปเจอร์ที่ทำให้ตัวละครแอนิเมชัน 3 มิติ แสดงท่าทางได้อย่างสมจริง มีอิริยาบถหลากหลาย โดยเป้าหมายของผู้สอนมีความต้องการให้ผู้เรียนสามารถแสดงท่าทางถูกต้องตามกระบวนท่า หรือการรำเข้าจังหวะได้ สื่อวิดีโอการสอนท่ารำนักศึกษาสามารถเรียนรู้และกลับไปทบทวนได้ ประกอบด้วย ท่ารำที่มีการนำเสนอจากตำแหน่งของมุมมองที่มีความหลากหลาย และสื่อแอนิเมชันที่มีความน่าสนใจเหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน นักศึกษาสาขาวิชานาฏศิลป์ พบว่า มีความต้องการสื่อที่มีการนำเสนอในมุมมองที่สามารถปฏิบัติตามได้ง่าย สื่อที่มีการเคลื่อนไหวของนักแสดงต้นแบบการรำที่ถูกต้องตามแบบแผนท่ารำสวยงาม สื่อที่มีความทันสมัย และเหมาะสมกับอุปกรณ์ที่นักศึกษาใช้งาน อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย พบว่า มีความต้องการผลิตสื่อที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ด้วยตนเอง ในสถานการณ์ที่มีความจำเป็นสำหรับการเรียนออนไลน์ การออกแบบตัวละครแอนิเมชัน 3 มิติ และใช้อุปกรณ์จัดการเคลื่อนไหวโมชันแคปเจอร์บันทึกและเก็บข้อมูลการรำสวยงามจากอาจารย์สาขาวิชานาฏศิลป์ และสร้างชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์ผ่านตัวละครแอนิเมชัน 3 มิติที่สร้างขึ้นสำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์

ระยะที่ 3 การสร้างการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์ ในชุดการแสดงรำสวยงาม โดยผลการออกแบบตัวละคร ผลการสร้างการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์ และผลการสร้างคลิปวิดีโอชุดการสอนสำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่า สามารถออกแบบตัวละคร 3 มิติ การจัดการเคลื่อนไหวของตัวละครมีความถูกต้องตามต้นฉบับ เนื่องจากใช้อุปกรณ์ในการจัดการเคลื่อนไหวโมชันแคปเจอร์และการใช้นักแสดงที่ได้รับการยอมรับและน่าเชื่อถือเพื่อจัดการเคลื่อนไหว สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Phunsa et al. 2009 : 154) ที่สามารถนำโมชันแคปเจอร์ไปประยุกต์ใช้ในการผลิตสื่อศึกษาด้านศิลปวัฒนธรรม สำหรับงานวิจัยนี้พบข้อจำกัดในการเปลี่ยนมุมมองและองศาตามที่ต้องการ เนื่องจากเป็นภาพวิดีโอที่ได้กำหนดมุมมองและองศาไว้แบบคงที่ตามวิธีการจัดทำวิดีโอ ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ (เบญญา พัฒนาพิภพ. 2561 : 70) ที่มีการสร้างชุดทดลองต้นแบบสำหรับทดสอบการเคลื่อนไหวของผู้เรียนผ่านอุปกรณ์ Xbox one Kinect ซึ่งเป็นอุปกรณ์เฉพาะทางให้ผู้ชมสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อได้

ระยะที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีต่อการเคลื่อนไหวโมชันแคปเจอร์ พบว่าระดับค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากตัวละครแอนิเมชันที่มีข้อมูลการเคลื่อนไหวของตัวละครมีความสมจริงตามต้นฉบับเหมาะสมกับการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Potisarn and Potisarn. 2012: 291) ที่มีการใช้โมชันแคปเจอร์ในการสร้างสื่อบันเทิงศึกษาด้านศิลปวัฒนธรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน โดยค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากเช่นกัน

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้

- 1) ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ผู้สอนสามารถบันทึกชุดการเคลื่อนไหวท่ารำอื่น ๆ ที่มีความหลากหลายมากขึ้นได้ และสอดคล้องกับรายวิชาสอนโดยใช้อุปกรณ์โมชันแคปเจอร์
- 2) ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ผู้สอนสามารถนำชุดการเคลื่อนไหวไปใช้กับตัวละครที่เหมาะสมได้ เช่น การสร้างตัวละครชายที่เหมาะสมกับท่ารำสวยงามพราหมณ์ หรือตัวละครที่สวมใส่ชุดสำหรับการแสดง เป็นต้น
- 3) คลิปวิดีโอสามารถนำไปประยุกต์เป็นสื่อเสริมการเรียนการสอนในระดับต่ำกว่าปริญญาตรีได้ ทั้งนี้ผู้สอนที่นำสื่อไปใช้งานจะต้องมีการแนะนำการรับชมคลิปวิดีโอ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการปฏิบัติที่ดีขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

- 1) เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการสร้างสื่อแอนิเมชัน 3 มิติในรูปแบบของวิดีโอ ทำให้เกิดข้อจำกัดในการรับชมชุดการเคลื่อนไหวของท่ารำในมุมมองที่ผู้รับชมต้องการ ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาการสร้างสื่อที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนสามารถกำหนดมุมมองและองศาในการรับชมได้ด้วยตนเอง



2) ควรมีการศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้ชุดข้อมูลการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์กับสื่ออนิเมชันที่มีความหลากหลายในปัจจุบัน และเลือกเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับผู้เรียน เช่น การเรียนรู้ผ่านสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) การจัดแสดงนิทรรศการในจักรวาลเสมือน (Metaverse) การใช้เทคโนโลยีตรวจจับการเคลื่อนไหวท่าทางของผู้เรียนผ่านกล้องเว็บแคม และเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองเบื้องต้นเพื่อสร้างความมั่นใจในการฝึกซ้อมการรำผ่านสื่อปฏิสัมพันธ์ได้ เป็นต้น

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์อุปกรณ์และบุคลากรในการจัดการเคลื่อนไหวโมชันแคปเจอร์จากสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และสาขาศิลปกรรมและสื่อสร้างสรรค์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และศิลปกรรมสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน และขอขอบคุณอาจารย์ ดร.ยุวดี พลศิริ นักแสดงต้นแบบรำฉุยฉาย อาจารย์ประจำสาขาวิชานาฏศิลป์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

เอกสารอ้างอิง

- ภิตินันท์ อะภัย, ตรีวัฒน์ มีสมศักดิ์, อาทิตยา ผิวขำ และจารุวรรณ ส่งเสริม. (2564). แนวทางการออกแบบรูปแบบการสอนออนไลน์ด้านศิลปะการแสดง กรณีศึกษา: วิชานาฏศิลป์ไทยพื้นบ้านหลักสูตรศิลปการแสดง มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ในสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019. *วารสารศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. 25(2), 123 - 136.
- จุฑาทิพย์ อรุณรัตน์ และเทียมยศ ปะสวະโน. (2563). การผลิตสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์โดยการเรียนรู้แบบหรรษา รายวิชานาฏศิลป์-นาฏศิลป์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏ*. 7(1), 218 - 231.
- ฉันทนา ปาปัดถา. (2561). การศึกษาความเพียงพอ ความขาดแคลน และความต้องการใช้สื่อการเรียนการสอนของคณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. *วารสารวิจัยและนวัตกรรมสถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร*. 1(2), 98 - 108.
- ดาริณี ชำนาญหมอ. (2561). การสร้างสรรค์งานนาฏศิลป์ไทยเชิงอนุรักษ์ : อยุธยาธนบุรี. *วารสารศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. 5(1), 69 - 77.
- ดัชฌณัฏ์ ต้นเจริญ. (2554). เทคโนโลยีการตรวจจับการเคลื่อนไหวและการประยุกต์ใช้งาน. *วารสารปัญญาภิวัฒน์*. 3(1), 113 - 122.
- ทองพูล มุขรักษ์. (2565). ผลของการจัดการเรียนการสอนนาฏศิลป์ไทยโดยใช้ชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่องระบำโบราณคดี. *วารสารวิชาการสังคมมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*. 12(1), 16 - 28.
- เบญญา พัฒนาพิภพ. (2564). การพัฒนาภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ด้วยเทคโนโลยีตรวจจับการเคลื่อนไหว สำหรับฝึกท่ามวยไทยพื้นฐาน. *วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม*. 9(2), 52 - 63.
- สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์. (2565). *จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคปกติ 2/2564*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://acad.srru.ac.th/?page_id=6. สืบค้น 1 กันยายน 2565.
- สุนันทา เกตุเหล็ก. (2561). การสร้างสรรค์งานนาฏศิลป์ไทยเชิงอนุรักษ์ : อยุธยาธนบุรี. *วารสารศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. 5(1), 69 - 77.
- อาทิตย์ สุดาบุตร. (2564). การสร้างสรรค์การแสดงชุดรำฉุยฉายรามาวตาร. *วารสารศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 13(2), 1 - 23.

- Foheart Technology. (2022). FOHEART-X. [Online]. Available : <http://foheart.com/en/index.php/products/foheartx.html>. Retrieved May 15, 2022.
- Linkert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*. 140, 1 - 55.
- Motion Analysis. (2022). Motion capture for broadcast. [Online]. Available : [https:// motionanalysis.com/broadcast](https://motionanalysis.com/broadcast). Retrieved May 15, 2022.
- Noitom. (2022). Perception Neuron Studio System. [Online]. Available : <https://neuronmocap.com/perception-neuron-studio-system>. Retrieved May 15, 2022.
- Noiumkar, S. and Tirakoat, S. (2013). Use of optical motion capture in sports science: A case study of golf swing. In *Proceedings of the 2013 International Conference on Informatics and Creative Multimedia*, pp 310 - 313. [Online]. Available : <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6702830>. Retrieved May 15, 2022.
- Phunsa, S., Potisarn, N., Tirakoat, S. (2009). Edutainment-Thai Art of Self-Defense and Boxing by Motion Capture Technique. *Proceeding of International Conference on Computer Modeling and Simulation*; Feb 20th – 22nd, 2009. pp. 152 - 155. Macau, China.
- Potisarn, W. and Potisarn, N. (2013). Developing Multimedia for Hearing-Impaired Children in Reum An-re, a Famous Folk Dancing of Surin Province. In *proceeding of the First International Conference on Innovation in Education*. May 13th - 15th, 2013. pp. 284 – 292. Mahidol University: Institute for Innovative Learning.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาการเรียนออนไลน์ ของสาขาวิชานาฏศิลป์ ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนจะต้องต่อทำร่วมกับผู้สอน อย่างถูกต้อง ซึ่งการเรียนออนไลน์จะมีข้อจำกัดหลายประการที่ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถปฏิบัติได้ตามที่ผู้สอนกำหนด ซึ่งชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีนี้จะเป็เครื่องมือที่สำคัญในการเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนในช่วงสถานการณ์ที่ไม่ปกติ และจำเป็นต้องเรียนออนไลน์

การพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุม ด้วยระบบ Internet of Things (IoT)

อภิญญา สายศรีแก้ว¹ อัษฎา วรรณกายนต์² อภิชัย ไพรสินธุ์³ สุชาติ ดุมนิล^{4*}
สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1 2 3 4*}
อีเมล : linesky007@gmail.com*

วันที่รับบทความ 29 สิงหาคม 2565

วันแก้ไขบทความ 16 พฤศจิกายน 2565

วันที่ตอบรับบทความ 23 พฤศจิกายน 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพ และประเมินคุณภาพของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) กระบวนการวิจัยได้ดำเนินการผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน จากนั้นนำไปพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) เสร็จแล้วนำผลที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) นั้น สามารถช่วยแก้ปัญหาที่ผู้ใช้งานพบเจอในปัจจุบัน คือ ปัญหาการปนเปื้อนจากฝุ่นละอองและการรบกวนจากแมลง ปัญหาควบคุมอุณหภูมิตามที่ผลิตภัณฑ์ต้องการ ปัญหาสภาพอากาศ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของผู้วิจัย จึงเป็นแนวทางของการพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)

จากผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) สามารถสรุปได้ 3 รูปแบบ ดังนี้ 1) ผลการทดสอบ (ที่ใช้เฉพาะแสงแดด) มีค่าเฉลี่ยรวมของอุณหภูมิที่ 40 °C ความเข้มของแสงแดดที่ 523 (W/m²) และระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง 2 ชั่วโมง 2) ผลการทดสอบ (ที่ใช้เฉพาะหลอดไฟ) มีค่าเฉลี่ยรวมของอุณหภูมิที่ 40 °C มีค่าเฉลี่ยรวมของกระแสไฟฟ้า 1 A แรงดันไฟฟ้า 224 V และพลังงาน 240 W และมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการอบแห้ง 3 ชั่วโมง 3) ผลการทดสอบ (ที่ใช้ทั้ง 2 รูปแบบ) มีค่าเฉลี่ยรวมของอุณหภูมิที่ 40 °C มีค่าเฉลี่ยรวมของกระแส 1 A แรงดัน 223 V และวัตต์ 240 W ความเข้มของแสงแดด 523 (W/m²) และค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการอบแห้ง 1 ชั่วโมง โดยมีผลจากการประเมินหา คุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ มีระดับความคิดเห็นในภาพรวม มีระดับความคิดเห็นในภาพรวม อยู่ในระดับที่มีคุณภาพมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.26

ดังนั้น ในการพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็น แนวทางของผู้วิจัยที่ต้องการพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) ให้ดียิ่งขึ้นในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ : ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ การแปรรูปอาหาร ระบบ IoT

The Development of the Solar Energy Dryer for Food Processing Integrated with the Internet of Things (IoT) System Control

Apinya Saisrikeaw¹, Asada Wannakayont², Apichai Praisin³, Suchat Dumnit^{4*}

Program in Industrial Technology Faculty of Industrial Technology

Surindra Rajabhat University^{1 2 3 4*}

Email: linesky007@gmail.com*

Received 29 August 2022

Revised 16 November 2022.

Accepted 23 November 2022.

Abstract

The research aims to develop and determine the efficiency and quality of solar incubators for food processing controlled by the Internet of Things (IoT). Data is collected and analyzed with average statistics and standard deviations.

The results showed that the development of solar incubators for food processing controlled by the Internet of Things (IoT) system can help solve the problems faced by users today, namely dust contamination and insect infestation. The problem of controlling the temperature as required by the product. In line with the researcher's needs, it is the approach of developing solar incubators for food processing controlled by the Internet of Things (IoT).

Based on the results of the results of the performance of solar incubators for food processing controlled by the Internet of Things (IoT), there are 3 types of conclusions: 1) Test results (used only sunlight) It has a total average temperature of 40 °C, a sunlight intensity of 523 (W/m²), and a drying time of 2 hours. 2) The test results (where only the lamp is used) have a total average of temperature of 40 °C, have a total average of current of 1 A, a voltage of 224 V and a power of 240 W, and an average drying time of 3 hours. 3) The test results (using both formats) have a total average temperature of 40 °C, a total average of 1 A current, a voltage of 223 V and 240 W watts, a sunlight intensity of 523 (W/m²), and an average drying time of 1 hour. It has an average of 4.78, the standard deviation is equal to 0.26.

Therefore, in developing solar incubators for food processing controlled by the Internet of Things (IoT) system, which can be used to solve problems effectively, it is the approach of the researchers who want to develop solar incubators for food processing controlled by the Internet of Things (IoT) system in the future.

Keywords: solar energy dryer, food processing, Internet of Things (IoT) system

1. บทนำ

ปัจจุบันตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ได้รับความนิยมอย่างมากในอุตสาหกรรมระดับครัวเรือนซึ่งตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นตู้อบแห้งที่นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้โดยตรง โดยจะใช้หลักการไหลเวียนอากาศร้อนเพื่อระบายความชื้นด้วยวิธีธรรมชาติ กล่าวคือ เมื่อแสงอาทิตย์ส่องผ่านแผ่นกระจกหรือผิวสัมผัสภายนอกพื้นผิวสัมผัสภายในตู้อบแห้ง จะทำหน้าที่ดูดกลืนความร้อนสะสมไว้ ทำให้อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งสูงขึ้น และอากาศร้อนในตู้อบจะถ่ายเทความชื้นที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ให้ระเหยออกมา เกิดการลอยตัวสูงขึ้นออกไปทางช่องลมด้านบนของตู้อบแห้ง อากาศเย็นที่อยู่ภายนอกจะไหลเข้าทางช่องลมที่อยู่ส่วนล่างของตู้อบแห้งแทนที่อากาศร้อน เป็นการถ่ายเทความชื้นให้ออกจากผลิตภัณฑ์อาหารแบบธรรมชาติตลอดเวลา (วินัยธร ไพเมือง. 2562)

ดังนั้น การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งเมื่อเทียบกับการตากแห้งด้วยแสงแดด เครื่องนี้สามารถช่วยลดปัญหาการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง และการรบกวนจากแมลง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น และยังช่วยลดระยะเวลาในการตากแห้งได้อีกด้วย (อนิรุทธิ์ ต่ายขาว และ สมบัติ ทิมทรัพย์. ม.ป.ป.) เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีขายในปัจจุบัน จะเป็นการอบแห้งในระบบ Passive จะเป็นระบบที่ทำงานโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์จากธรรมชาติโดยตรงและทางอ้อมจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้อากาศร้อนก่อนที่จะผ่านวัสดุอบแห้ง และการอบแห้งในระบบ Active ที่เป็นระบบอบแห้งที่มีพัดลมติดตั้งในระบบเพื่อบังคับให้มีการไหลของอากาศผ่านระบบ พัดลมจะดูดอากาศจากภายนอกให้ไหลผ่านแผงรับแสงอาทิตย์เพื่อรับความร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์ อากาศร้อนที่ไหลผ่านพัดลมและห้องอบแห้ง จะมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าความชื้นของผลผลิต จึงพาความชื้นจากผลผลิตออกสู่ภายนอก ทำให้ผลผลิตที่อบไว้แห้งได้ การอบแห้งในระบบดังกล่าวไม่สามารถควบคุมความชื้น อุณหภูมิ ภายในตู้อบแห้งได้ ทำให้ผลผลิตที่ได้อาจมีคุณภาพไม่คงที่ และเนื่องจากความจำกัดทางด้านแสงอาทิตย์ทำให้การอบทำได้ไม่ต่อเนื่อง คือจะอบได้ในตอนกลางวัน ในตอนกลางคืน จะทำการอบไม่ได้ (จรัญ คนแรง และคณะ. 2557)

ในปัจจุบัน ได้มีเทคโนโลยีใหม่ๆ เกิดขึ้นมาอย่างมากมาย อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ ที่ประยุกต์ใช้วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ และโปรโตคอลสื่อสาร ทำให้มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลระหว่างกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และยังเชื่อมโยงไปยังอุปกรณ์อื่นๆ ได้ เปรียบเสมือน (Machine to Machine : M2M) ที่เครื่องจักร 2 ตัว สามารถทำงานส่งข้อมูลระหว่างกันได้เองหรืออาจกล่าวได้ว่า อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง คือ การผสมผสานระหว่างการใช้อุปกรณ์วงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์กับการสื่อสารแบบไร้สาย (ไฟโรจน์ เหลืองวงศกร. 2559) โดยการนำเอาเทคโนโลยี IoT มาพัฒนา ประยุกต์ใช้ในทางด้านการเกษตร จึงถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สำคัญในการส่งเสริม พัฒนาและเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าเกษตร

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาตู้อบที่นำเอาพลังงานพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการอบแห้ง เพื่อใช้ในการแปรรูปอาหาร การตากหมัด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ให้เป็นหมัแดดเดียวที่สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้ยาวนาน เพิ่มมูลค่าผลผลิต โดยเป็นการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ ได้แก่ เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เข้ามาช่วยควบคุมความชื้น อุณหภูมิ และกระจายความร้อนจากแสงอาทิตย์ให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศเพื่อช่วยถ่ายเทได้ดียิ่งขึ้น จะทำให้การถนอมอาหารโดยการตากมีประสิทธิภาพและได้อาหารที่สะอาดปลอดภัย ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)

2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)

2.3 ประเมินคุณภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)

3. วิธีการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย ตามลำดับขั้นตอนสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 ตารางทดสอบประสิทธิภาพ

3.1.2 แบบประเมินคุณภาพ

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

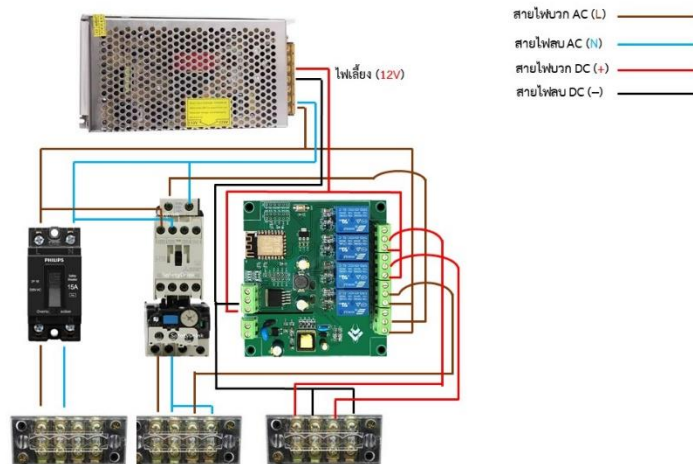
วิธีดำเนินการวิจัย คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย ตามลำดับขั้นตอนสามารถสรุปได้ดังนี้

3.2.1 ศึกษาข้อมูลการสร้าง การพัฒนาตู้อบในแบบต่างๆ และศึกษาข้อมูล การควบคุมระบบด้วย Internet of Things (IoT) เพื่อนำมาพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)

3.2.2 ทำการออกแบบและพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) โดยออกแบบให้มีขนาดความ กว้าง 80 ยาว 120 และสูง 140 เซนติเมตร หลังคาทรงโค้ง ทำจากวัสดุใส ทำให้แสงอาทิตย์สามารถส่องผ่านได้ดี สามารถอบแห้งได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ อบเฉพาะแสงแดด อบเฉพาะหลอดไฟ และอบได้ทั้ง 2 รูปแบบพร้อมกัน มีพัดลมดูดอากาศเพื่อลดความชื้น นำระบบ IoT เข้ามาใช้ในการตรวจวัด และควบคุมอุณหภูมิ รวมไปถึงมีแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ แสดงดังรูปที่ 1

3.2.3 ออกแบบระบบของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบ เช่น การต่อขา เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ วัดความชื้นอากาศด้วย DHT21 เข้าที่บอร์ด Arduino NodeMCU ESP8266 และ การต่อพาวเวอร์ซัพพลาย (Power Supply) ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้ากระแสสลับจาก 220 โวลต์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 5-12 โวลต์ เพื่อให้กระแสไฟฟ้ากับ Relay (รีเลย์) สั่งการไปยัง Magnetic Contactor (เมนติค) ในการควบคุม การเปิด-ปิดหลอดไฟเพื่อใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิภายในตู้อบ และการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานอุปกรณ์ในระบบ เป็นต้น

3.2.4 ออกแบบและจัดทำตารางทดสอบประสิทธิภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหาร ควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)



รูปที่ 1 วงจรภายในตู้ดับพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)

3.2.5 ออกแบบและจัดทำแบบประเมินคุณภาพตู้ดับพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)

3.2.6 ทดสอบประสิทธิภาพตู้ดับพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) ใน 3 รูปแบบ ได้แก่ อบเฉพาะแสงแดด อบเฉพาะหลอดไฟ และอบทั้ง 2 รูปแบบพร้อมกัน



รูปที่ 2 การทดสอบการอบเนื้อหมู

3.2.7 ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพตู้ดับพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)



รูปที่ 3 การนำเสนอและอธิบายการทำงานของตู้อบในการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ

3.2.8 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ประสิทธิภาพ และคุณภาพของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)

4. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)

ผลการพัฒนา พบว่า ได้ตู้อบที่มีขนาด กว้าง 80 ยาว 120 และสูง 140 เซนติเมตร หลังคาทรงโค้ง ทำจากเหล็กและอะลูมิเนียม วัสดุคลุมใสเป็นแผ่นโพลีคาร์บอเนต ทำให้แสงอาทิตย์ส่องผ่านได้ดี แสงจะผ่านออกมาได้น้อย จึงทำให้ความร้อนส่วนใหญ่จึงถูกกักเก็บอยู่ภายใน สามารถอบแห้งได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ อบเฉพาะแสงแดด อบเฉพาะหลอดไฟ และอบทั้ง 2 รูปแบบพร้อมกัน มีการนำระบบ IoT เข้ามาใช้ในการตรวจวัด และควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้เซ็นเซอร์ DHT21 ในการตรวจวัดอุณหภูมิและแสดงสถานะขึ้นบนสมาร์ตโฟน เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมพัดลมดูดอากาศในการลดอุณหภูมิให้ได้อุณหภูมิตามที่เรที่ตั้งไว้ รวมไปถึงมีแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ต่างๆ

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ตารางผลการทดสอบประสิทธิภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) (เฉพาะแสงแดด)

ครั้งที่	ปริมาณ	อุณหภูมิ	ความเข้มของแสงแดด	ระยะเวลาในการอบแห้ง
1	เนื้อหมู 1 กิโลกรัม	40 °C	530 (W/m ²)	2 ชั่วโมง
2	เนื้อหมู 1 กิโลกรัม	40 °C	534 (W/m ²)	2 ชั่วโมง
3	เนื้อหมู 1 กิโลกรัม	40 °C	532 (W/m ²)	2 ชั่วโมง
	รวม	120 °C	1,596 (W/m ²)	6 ชั่วโมง
	ค่าเฉลี่ยรวม	40 °C	532 (W/m ²)	2 ชั่วโมง

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการทดสอบประสิทธิภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) (เฉพาะแสงแดด) โดยใช้เครื่อง Solar Power Meter ในการอ่านค่าความเข้มของแสงแดด ซึ่งผลการทดสอบมีค่าเฉลี่ยรวมของอุณหภูมิที่ 40 °C ความเข้มของแสงแดด 532 (W/m²) และระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 2 ตารางผลการทดสอบหาประสิทธิภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) (เฉพาะหลอดไฟ)

ครั้งที่	ประเภท	อุณหภูมิ	พลังงานไฟฟ้า			ระยะเวลาในการอบแห้ง
			กระแสไฟฟ้า (A)	แรงดันไฟฟ้า (V)	พลังงาน (W)	
1	เนื้อหมู 1 กิโลกรัม	40 °C	1 A	218 V	240 W	3 ชั่วโมง
2	เนื้อหมู 1 กิโลกรัม	40 °C	1 A	225 V	240 W	3 ชั่วโมง
3	เนื้อหมู 1 กิโลกรัม	40 °C	1 A	228 V	240 W	3 ชั่วโมง
	รวม	120 °C	3 A	671 V	720 W	9 ชั่วโมง
	ค่าเฉลี่ยรวม	40 °C	1 A	224 V	240 W	3 ชั่วโมง

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) (เฉพาะหลอดไฟ) โดยผู้วิจัยได้ใช้งานหลอดไฟอุ่นอาหาร ชนิด 120 W จำนวน 2 หลอด ผลจากการทดสอบมีค่าเฉลี่ยรวมของอุณหภูมิที่ 40 °C ค่าเฉลี่ยกระแสไฟฟ้า 1 A แรงดันไฟฟ้า 224 V และพลังงาน 240 W และค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง 3 ชั่วโมง

ตารางที่ 3 ตารางผลการทดสอบหาประสิทธิภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) (แสงแดดและหลอดไฟ)

ครั้งที่	ประเภท	อุณหภูมิ	พลังงานไฟฟ้า			ความเข้มของแสงแดด	ระยะเวลาในการอบแห้ง
			กระแสไฟฟ้า (A)	แรงดันไฟฟ้า (V)	พลังงาน (W)		
1	เนื้อหมู 1 กิโลกรัม	40 °C	1 A	226 V	240 W	518 (W/m ²)	1 ชั่วโมง
2	เนื้อหมู 1 กิโลกรัม	40 °C	1 A	224 V	240 W	522 (W/m ²)	1 ชั่วโมง
3	เนื้อหมู 1 กิโลกรัม	40 °C	1 A	221 V	240 W	531 (W/m ²)	1 ชั่วโมง
	รวม	120 °C	3 A	671 V	720 W	1,571 (W/m ²)	3 ชั่วโมง
	ค่าเฉลี่ยรวม	40 °C	1 A	223 V	240 W	523 (W/m ²)	1 ชั่วโมง

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) (เฉพาะแสงแดดและหลอดไฟ) โดยผู้วิจัยได้ใช้งานหลอดไฟอุ่นอาหารชนิด 120 W จำนวน 2 หลอด ในการทดสอบร่วมกับแสงแดด ซึ่งผลจากการทดสอบมีค่าเฉลี่ยรวมของอุณหภูมิที่ 40 °C ค่าเฉลี่ยกระแสไฟฟ้า 1 A แรงดันไฟฟ้า 223 V และพลังงาน 240 W ความเข้มของแสงแดด 523(W/m²) และค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง 1 ชั่วโมง

4.3 ผลการประเมินแบบคุณภาพของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)

ผลการประเมินคุณภาพของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) ที่พัฒนาตามรูปแบบระบบควบคุมของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งผลการประเมินการหาคุณภาพดังกล่าวมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แบบประเมินคุณภาพของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{X}$	S.D.	คุณภาพ
การออกแบบโครงสร้างมีความเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
การเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
การจัดวางอุปกรณ์มีความเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
การติดตั้งระบบและแอปพลิเคชันของระบบ	4.40	0.55	มากที่สุด
ความสะดวกต่อการซ่อมบำรุงระบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
ความแม่นยำในการสั่งงานของระบบ	4.80	0.45	มากที่สุด
ความเร็วในการประมวลผลของระบบ	4.60	0.55	มากที่สุด
ความสะดวกในการใช้งานระบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
ความเสถียรภาพการทำงานของระบบ	4.40	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{X}$	S.D.	คุณภาพ
ความสามารถการทำงานของระบบโดยรวม	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.78	0.26	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า คุณภาพของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของระบบโดยรวม ในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.26

5. อภิปรายผลและสรุปผล

ผลการพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) พบว่า ผู้วิจัยได้พัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) จากการศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งาน จากนั้นได้รวบรวมข้อมูล เลือกรูปแบบ ออกแบบและสร้าง ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไข และประเมินผล ทำให้สิ่งที่พัฒนาขึ้นสามารถ แก้ไขปัญหาและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับญาณกิริติ พลวิเศษ และคณะที่ได้ศึกษาวิจัยในการออกแบบและสร้างเครื่องอบสมุนไพรแบบ อัตโนมัติด้วยไฟฟ้า. (2562) เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการของกลุ่มบ้านดินภูเขาไฟ เพื่อลดปัญหา ความเสียหายจากการตากแห้งและความต่อเนื่องในการผลิตเพื่อให้ทันต่อความต้องการของผู้บริโภค และผู้อบดังกล่าวมี การนำเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบกับอินเทอร์เน็ต ที่สามารถเชื่อมโยง ส่ง การเปิด-ปิดสวิตช์ และควบคุมการทำงานอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงานตามที่กำหนด เพิ่มความสะดวกสบายในการดำเนิน ชีวิต และการทำงาน สอดคล้องกับประโยชน์ของ Internet of Things (IoT) ที่ ไทยโพสส์ (2565) ได้เสนอไว้ว่า Internet of Things (IoT) คือการที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เชื่อมโยงส่งข้อมูลถึงกันโดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ตแบบอัตโนมัติ หรือที่อัตโนมัติ มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านการเชื่อมต่อดังกล่าว

ผลการทดสอบประสิทธิภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) พบว่า สามารถทำการอบที่อุณหภูมิที่กำหนดเพื่อแปรรูปอาหาร ลดระยะเวลาในการอบแห้ง สอดคล้องกับ งานวิจัยของ สุชาติ ดุมนิล อัสภา วรรณกายนต์ และสุพิมพา วัฒนสังข์โสภณ (2562) ที่ว่า เครื่องอบพลังงานโซล่าเซลล์ ควบคุมด้วยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับวิสาหกิจชุมชน มีประสิทธิภาพในการอบด้วยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับ วิสาหกิจชุมชน สามารถช่วยลดระยะเวลาในการอบให้น้อยลง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริวรรณ อาจบำรุง (2562) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ประสิทธิภาพสูง ที่มีผลการทดสอบประสิทธิภาพของตู้อบพลังงาน แสงอาทิตย์ประสิทธิภาพสูง มีประสิทธิภาพใช้เวลาในการอบเร็วกว่าการอบนอกตู้อบ

ผลการประเมินคุณภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) พบว่า มีคุณภาพของระบบโดยรวม ในระดับที่มากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ รัฐพงษ์ ไปเคน และ วิศิษฐ์ศักดิ์ เสริมศักดิ์ (2563) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของ ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมินโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับ งานวิจัยของ สุทธิดา อินทผล อุปวิทย์ สุวคันธกุล และโอภาส สุขหวาน (2551) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนา เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า การประเมินสมรรถนะทางกายภาพโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ในภาพอยู่ในระดับดี สาเหตุที่ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจาก ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ พัฒนาขึ้น ได้พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งเสริม สนับสนุนการประกอบอาชีพ

เพื่อแก้ปัญหาการอบผลิตภัณฑ์แปรรูป ที่ในปัจจุบันที่อาศัยการตากแดดในรูปแบบเดิม และถ้าที่ไม่มีแสงแดดหรือมีแสงแดดน้อย ก็สามารถใช้ตู้อบทำการอบผลิตภัณฑ์แปรรูปได้ และใช้เวลาในการอบเร็วกว่าการอบในรูปแบบเดิม

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรพัฒนาให้ระบบมีการบันทึกผลและรายงานผล เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และพัฒนาต่อยอดให้เกิดการวิเคราะห์ประมวลผลด้วยภาพต่อไป

6.2 ควรพัฒนาให้ระบบสามารถส่งควบคุมการตั้งเวลาทำงานให้มีความเสถียร โดยสามารถควบคุมการตั้งเวลาอบแก่ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ผ่านสมาร์ตโฟนได้

6.3 ควรพัฒนาให้ระบบทำงานร่วมกับระบบโซลาร์เซลล์ในการผลิตไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานในที่ห่างไกลระบบไฟฟ้าได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ที่ปรึกษางานวิจัย และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ได้แก่ อาจารย์ ดร.สุรียฉาย สุนันธรต์ อาจารย์ ดร.เรวัณ เต็มกล้า อาจารย์สุรัตน์ สุขมัน นายทวิสิทธิ์ เจาะดี และนายวิชญ์ ภูวิจิตร ในการประเมินหาคุณภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT)

เอกสารอ้างอิง

- จรัญ คนแรง และคณะ. (2557). **โครงการบูรณาการวิชาการแก่สังคมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนการวิจัยตู้อบสับประรดอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ของชุมชนนางแลจังหวัดเชียงราย**. โปรแกรมวิชาวิศวกรรมพลังงานและเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- ญาณกิริติ พลวิเศษ และคณะ. (2562). **เครื่องอบสมุนไพรแบบอัตโนมัติด้วยไฟฟ้า**. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาเทคโนโลยี การจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- รัฐพงษ์ โปเคน และ วิศิษฐ์ศักดิ์ เสงี่ยมศักดิ์ (2563). **ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์**. วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ. 6(1). 48-57.
- ไทยโพสต์. (2565). **ประโยชน์ของ Internet of Things (IoT)**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.thaipost.net/main/detail/24835>. สืบค้น 3 กรกฎาคม 2565.
- ไพโรจน์ เหลืองวงศกร. (2559). **ระบบรักษาความปลอดภัยที่บ้านโดยใช้ESP8266**. สารนิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศคณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- วินัยธร ไพเมือง. (2562). **ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์อัจฉริยะสำหรับธุรกิจชุมชน**. การประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 13.
- ศิริวรรณ อาจบำรุง. (2562). **ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ประสิทธิภาพสูง**. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุดิศา อินทผล อุบัติย์ สุวคันธกุลและโอภาส สุขหวาน. (2551). **การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์**. วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา. 2(1). 71-81.

สุชาติ ดุมนิล อัญญา วรรณกายนต์ และสุพิมพา วัฒนสังข์โสภณ. (2562). เครื่องอบพลังงานโซล่าเซลล์ควบคุมด้วย
อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับวิสาหกิจชุมชน. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย
ราชภัฏสุรินทร์. 4(3). 30-38.

อนิรุทธิ์ ต่ายขาว และ สมบัติ ทีฆทรัพย์. (ม.ป.ป.). เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อน
แบบธรรมชาติ และชนิดพาความร้อนแบบบังคับ วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย.
ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปอาหารควบคุมด้วยระบบ Internet of Things (IoT) สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาการตากแห้งและอบแห้งที่ผู้ใช้งานพบเจออยู่เป็นประจำ เช่น ปัญหาการปนเปื้อนจากฝุ่นละอองและการรบกวนจากแมลง ปัญหาควบคุมอุณหภูมิตามที่ผลิตภัณฑ์ต้องการ ปัญหาสภาพอากาศ เป็นต้น อีกทั้งยังออกแบบให้ตู้อบมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย และเหมาะสำหรับอบแห้งสินค้า และผลผลิตทางการเกษตรต่าง ๆ นอกจากนั้นยังเป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีมาใช้ประโยชน์ในรูปของความร้อนที่มีประสิทธิภาพ ไม่เสียค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การอบแห้งด้วยตู้อบดังกล่าวช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการตากแห้งในรูปแบบเดิม ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีขึ้นและยังช่วยลดระยะเวลาในการตากแห้งอีกด้วย อีกทั้งผู้วิจัยยังมีการนำระบบ Internet of Things เข้ามาผสมผสานเพื่อช่วยเพิ่มความสะดวกในการดูแลรักษาผลิตภัณฑ์สินค้าแปรรูปให้กับผู้ใช้งาน และสามารถดูแลผลิตภัณฑ์สินค้าแปรรูปได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ ซึ่งเป็นการลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์สินค้าแปรรูป

การพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์

วัลลภ โคตรพันธ์^{1*} เชนณรงค์ วณสันติยะ²

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1*2}

wallop@srru.ac.th : ^{1*}

วันที่รับบทความ 11 พฤศจิกายน 2565

วันแก้ไขบทความ 23 ธันวาคม 2565

วันตอบรับบทความ 26 ธันวาคม 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง อัตราการหยอดเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของอุปกรณ์ฯ ผลการศึกษามีดังนี้ การพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องดังกล่าวมีส่วนประกอบ คือ เครื่องพรวนดินมีการทำงานได้โดยอาศัยการดูดลากของรถแทรกเตอร์และการขับเพลอาำนวยกำลังจากรถแทรกเตอร์ผ่านไปยังเพลารับกำลัง หลังจากนั้นจะส่งกำลังต่อไปยังห้องเกียร์จะมีเพลาลงไปขับโซ่เพื่อที่จะส่งกำลังไปยังเพลารอบใบมีดทำการย่อยดิน โดยมีระบบขับเคลื่อนที่เป็นห้องเกียร์ชุดเฟืองดอกจอกแบบฟันโค้ง อัตราทด 1.4 : 1 มีห้องโซ่ส่งผ่านกำลังด้านซ้าย มีความกว้าง 1.73 เมตร น้ำหนัก 260 กิโลกรัม มีใบมีดตัดดินด้านซ้าย 24 ใบ ด้านขวา 24 ใบ ด้านการทำงานของเครื่องพ่นยาทำงานได้โดยอาศัยการดูดลากของรถและการขับเพลอาำนวยกำลังจากรถแทรกเตอร์ผ่านไปยังสายพานเพื่อให้ลูกสูบดันน้ำออกไปที่หัวพ่น โดยมีแรงดัน 21-45 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร รอบการทำงาน 800-1200 รอบต่อนาที เปรียบเทียบต้นทุนในการปลูกข้าวเปรียบเทียบกับแบบดั้งเดิมกับแบบที่ใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว การพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์ พบว่าการใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ปุ๋ย และหาการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของการพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์ พบว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ต่อครั้ง 21.66 นาที ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิที่ใช้ในการหยอดเฉลี่ยที่ใช้ต่อครั้ง 8.40 กิโลกรัม ใช้ปุ๋ยน้ำหรือสารบำรุงดินที่ใช้ในการพ่นเฉลี่ยที่ใช้ต่อครั้ง 8.45 ลิตร ใช้ปุ๋ยเม็ดที่ใช้ในการหยอด 9.50 กิโลกรัม และใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อครั้ง 4.32 ลิตร

คำสำคัญ : อุปกรณ์ต่อพ่วง การเกษตรครบวงจร ผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่

EFFICIENCY DEVELOPMENT OF TRACTOR ACCESORRIES USED FOR INTEGRATED AGRICULTURE AS ONE COMPLETED SET FOR INCREASING THE COMPETITIVENESS OF JASMINE RICE AND FIELD CROP ENTERPRISES IN SURIN PROVINCE

Wallop Kodphun^{1*} Detnarong Wonsantie²
Industrial Technology Surindra Rajabhat University^{1*2}
wallop@srru.ac.th^{1*}

Received 11 November 2022

Revised 23 December 2022

Accepted 26 December 2022

Abstract

The objectives of the research are: 1) to develop the efficiency of ride-hailing tractor peripherals to be used in one-stop agriculture to increase the competitiveness of jasmine rice and agronomy operators in Surin Province 2) to determine the performance of the machine. The rate of sowing per acre and the fuel consumption of the equipment are as follows: The efficiency improvements include a component: the cultivator is operated by relying on tractor traction and driving the power shaft from the tractor through to the power shaft. After that, the power is transmitted to the transmission chamber, there is a shaft to drive the chain, so that the driving force is transmitted to the shaft of the ground digester blade. It has a drivetrain that is a gear chamber with curved teeth. Ratio 1.4 : 1 has a chain chamber transmitted through the left power. It is 1.73 metres wide and weighs 260 kg, has 24 left-handed ground-hitting blades, 24 right-handed blades, and the nebulizer's operation works by relying on the vehicle's traction and driving the power shaft from the tractor through to the belt so that the piston pushes water out to the nozzle. It has a pressure of 21-45 kg/cm² with a working cycle of 800-1200 rpm. Compare the cost of growing rice compared to traditional ones with those that use ride-hailing tractor peripherals to be used in integrated agriculture in one batch. Improving the efficiency of ride-hailing tractor peripherals to be used in one-stop agriculture in order to increase the competitiveness of jasmine rice and agronomy operators in Surin Province. It found that the use of peripherals to determine the consumption of fertilizer seeds and the fuel consumption of improving the efficiency of ride-hailing tractor peripherals could be used in one-stop agriculture. To increase competitiveness as an entrepreneur of jasmine rice and agronomy, Surin Province. It was found that the average time spent per time was 21.66 minutes, jasmine rice seeds used in the average sowing used per time was 8.40 kg, the average sprayed liquid or nourishing fertilizer used per time was 8.45 liters, the granular fertilizer used in the drops was 9.50 kg, and the average fuel consumption per time was 4.32 liters.

Keywords : Peripherals, Integrated Agriculture, entrepreneur jasmine rice and agronomy.

1. บทนำ

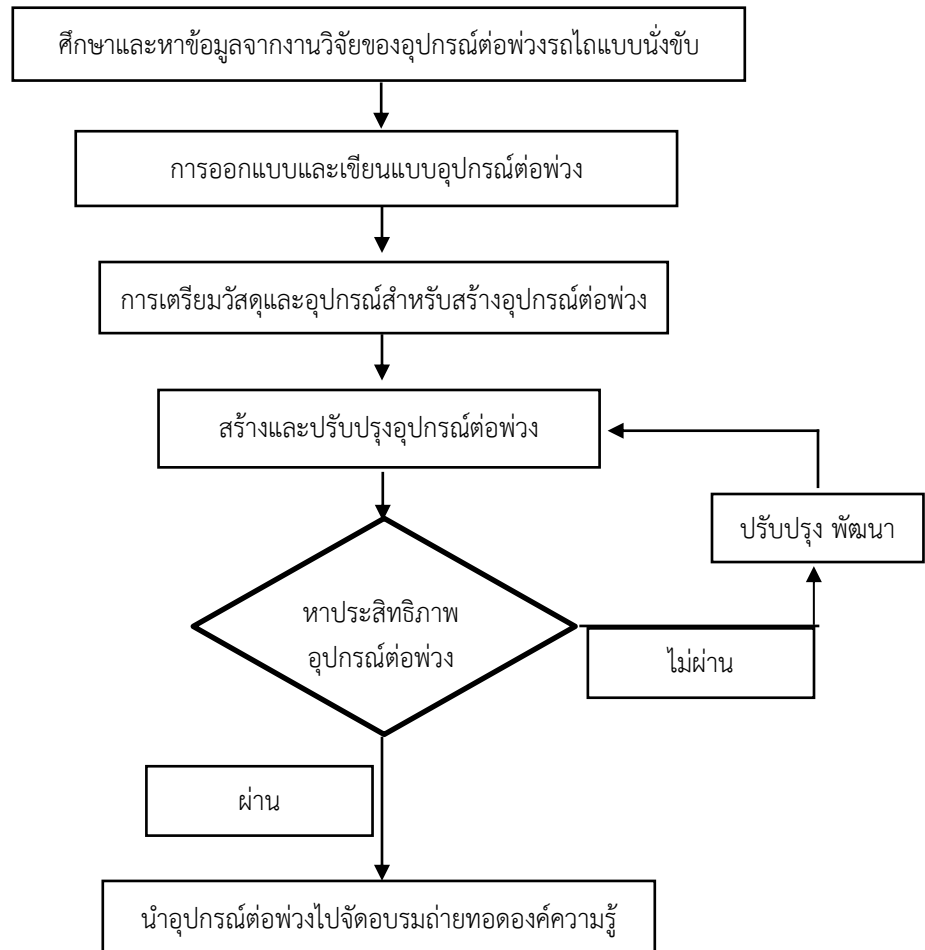
ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการปลูกข้าวมาอย่างยาวนานจากร่องรอยข้าวเปลือกหรือแกลบที่ตั้งอยู่ในซากโบราณวัตถุสันนิษฐานได้ว่า มีการปลูกมาแล้วมากกว่า 5,500 ปี แต่การเพาะปลูกข้าวหอมมะลิในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศเริ่มปลูกหลังจากทางราชการมีการปรับปรุงพันธุ์ข้าวหอมมะลิและรับรอง พันธุ์ในปี 2502 ในชื่อพันธุ์ “ข้าวดอกมะลิ 105” และมีการปรับปรุงพันธุ์ดังกล่าวทำให้อายุข้าวเบากว่าประมาณ 10 วัน มีการรับรองในชื่อพันธุ์ “กข 15” จังหวัดสุรินทร์ในอดีตประชากรประกอบด้วยชนชาติต่างๆ เช่น ชาวไทย-กูย ไทย-ลาว และไทย-เขมร ซึ่งปลูกข้าวมาแต่โบราณมีวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับข้าวมากมาย รวมถึงการเลี้ยงช้างเพื่อช่วยงานเกษตรกรรมและปัจจุบันเป็นแหล่งที่มีชื่อเสียงด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ เมล็ดพันธุ์ กข. 15 ที่บริสุทธิ์ตรงตามพันธุ์และมีปริมาณมากที่สุดในประเทศไทยรวมทั้งได้มีการส่งเสริมการทำเกษตรอินทรีย์อย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะข้าวหอมมะลิอินทรีย์เกษตรกรรมมีการปลูกข้าวหอมมะลิเป็นพืชหลักจนมีชื่อเสียงซึ่งชาวสุรินทร์กล่าวว่า “ข้าวหอม มะลิสุรินทร์ หอม ยาว ข้าว นุ่ม” มีลักษณะประจำพันธุ์คือ “ข้าวหอมมะลิสุรินทร์” (Surin Hom Mali Rice) หมายถึง ข้าวเปลือกข้าวกล้องและข้าวขาวที่แปรรูปมาจากข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวหอมที่ไวต่อช่วงแสง คือ พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข 15 ที่ ผลิตในจังหวัดสุรินทร์ในฤดูนาปีและมักกลิ่นหอมตามธรรมชาติมีความสัมพันธ์กับแหล่งภูมิศาสตร์ คือ ลักษณะภูมิประเทศ จังหวัดสุรินทร์มีป่าที่อุดมสมบูรณ์มีแหล่งน้ำธรรมชาติ และทุ่งนาที่ใช้ในการปลูกข้าวสภาพดินเป็นดินร่วนปนทรายและดินเหนียวมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและไม่อุ้มน้ำสภาพพื้นที่ไม่เป็นแอ่งกะทะน้ำไม่ท่วมขังนานมีระบบ กักเก็บถ่ายเทน้ำได้ง่ายการเพาะปลูกข้าวขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศและอาศัยน้ำฝนเป็นหลักจึงต้องทำคันนาและแบ่งพื้นที่นาออกเป็นแปลง ๆ เพื่อประโยชน์ในการเก็บกักน้ำให้พอเพียงต่อการเจริญเติบโตของข้าวที่นามีสองลักษณะคือนาดอนและนาลุ่มพื้นที่นาดอนเหมาะสำหรับปลูกข้าวพันธุ์ กข 15 ซึ่งมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ส่วนพื้นที่นาลุ่มเหมาะสำหรับปลูกข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ซึ่งมีอายุการเก็บเกี่ยวยาวกว่าข้าวหอมมะลิสุรินทร์มีคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญคือข้าวหอมมะลิสุรินทร์ยังอุดมด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์นานาชนิดเช่น วิตามินบี 1 ช่วยป้องกันโรคเหน็บชาและวิตามินบี 2 ที่ช่วยป้องกันโรคปากนกกระบอกในอะซินช่วยในการทำงานของกระเพาะอาหารและลำไส้ โปรตีนช่วยในการเสริมสร้างการเจริญเติบโต ไขมันช่วย ในการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อแคลเซียมและฟอสฟอรัสช่วยในการสร้างกระดูกและฟันและที่สำคัญยังให้พลังงานแก่ร่างกายและข้าวหอมมะลิสุรินทร์ได้รับการรับรองข้าวสิ่ง บ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2551 (ศูนย์ข้อมูลข้าวตลาดเฉพาะ. 2564)

ปัจจุบันจากการเข้ามาของภาครัฐที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาชนบทจึงทำให้ชุมชนชาวนาสุรินทร์มีการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจโดยมุ่งเน้นการปลูกข้าวให้ได้ผลผลิตจำนวนมากเพื่อการส่งออกซึ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจของชุมชนชาวนาจึงมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเชิงกลไกทุนนิยมต้องนำสินค้าที่ผลิตได้ไปขายในตลาดเพื่อที่จะได้เงินมาซื้อปัจจัยในการดำรงชีวิตและการขายสินค้าในตลาดนั้นผู้ผลิตเหล่านี้ไม่มีอำนาจใดๆ ไปกำหนดกฎเกณฑ์ภาวะของตลาดและโดยทั่วไปมักตกเป็นฝ่ายเสียเปรียบต่อพ่อค้าและนายทุนเสมอข้อเท็จจริงเหล่านี้เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปในสังคมไทยมีการ ลงทุนทุกขั้นตอนมีการจ้างแรงงานใช้เทคโนโลยีทันสมัยในการผลิตเช่นเครื่องจักรกลปุ๋ยเคมียากำจัดแมลงเป็นต้นอย่างไรก็ตามสิ่งที่ตามมาคือรายจ่ายในครัวเรือนเพิ่มสูงขึ้นตามการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศที่มุ่งเน้นพัฒนาที่เจริญให้ทันกับโลกยุคปัจจุบันในขณะที่ผลผลิตของชาวนาก็มีราคาต่ำลง (กฤษฎา นาโสภ . 2552)

ชาวนาสุรินทร์จึงต้องมีเครื่องมือที่เกษตรกรใช้ในการทำงานเกษตรเพื่อช่วยลดความยากลำบากในการทำงาน หรือลดการออกแรงให้น้อยลงเกษตรกรจะทำงานได้นานขึ้นจะได้ผลผลิตมากขึ้นและได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยประโยชน์ของเครื่องมือทุ่นแรงและเครื่องจักรกลเกษตร มีดังนี้ 1. ทำงานได้รวดเร็ว ทันต่อช่วงเวลาของการเพาะปลูกที่มีจำกัด 2. ประหยัดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการจ้างแรงงานคน 3. เพิ่มพื้นที่เพาะปลูกได้มากขึ้น 4. ปฏิบัติงานได้ทุกขั้นตอนอย่างประณีต เช่น ขึ้นปลูก ขึ้นกำจัดวัชพืช ขึ้นใส่ปุ๋ย ขึ้นเก็บเกี่ยวและการนวดเป็นต้น 5. ลดการสูญเสีย

ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2565

จากการพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์ เพื่อให้มีการดำเนินงาน เป็นไปตามขั้นตอนและให้โครงการประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และผู้วิจัยจึงได้ กำหนดขั้นตอนในการสร้างแผนภาพ ดังแสดงตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินงาน

3.1 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่จังหวัดสุรินทร์

เมื่อทำการออกแบบอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่จังหวัดสุรินทร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการหาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างอุปกรณ์ต่อพ่วงซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

3.1.1 กลุ่มเครื่องมือที่ใช้ เช่น

3.1.1.1 เครื่องกลึงเหล็ก

3.1.1.2 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

- 3.1.1.3 เครื่องตัดเหล็กไฟฟ้า
- 3.1.1.4 เครื่องมือวัดต่างๆ
- 3.1.1.5 เครื่องเจาะไฟฟ้า
- 3.1.1.6 เครื่องเจียรไฟฟ้า
- 3.1.1.7 ชุดเครื่องมือถอดประกอบ
- 3.1.2 กลุ่มอุปกรณ์ที่ใช้ เช่น
 - 3.1.2.1 โซ้และสเตอร์เหล็ก
 - 3.1.2.2 สปริงเหล็กหูกกลม
 - 3.1.2.3 น็อต
 - 3.1.2.4 เหล็กแผ่น
 - 3.1.2.5 เหล็กรูปก้นหอย
 - 3.1.2.6 ท่อยาง

3.2 สร้างต้นแบบอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่จังหวัดสุรินทร์

3.2.1 องค์ประกอบของอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่จังหวัดสุรินทร์นั้น ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะการพัฒนาประสิทธิภาพโดยการนำอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า 5 ชนิดมาประกอบในชุดเดียวกันและสามารถใช้งานได้ประกอบด้วย เครื่องหยอดเมล็ด เครื่องสูบน้ำ เครื่องพ่นยา เครื่องพรวน เครื่องใส่ปุ๋ย เป็นชุดพื้นฐานในอุปกรณ์ต่อพ่วงชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์ นำส่วนประกอบมาออกแบบรวบรวมอุปกรณ์ 5 ชนิดให้จัดอยู่บนชุดเดียวตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการออกแบบรวบรวมอุปกรณ์ 5 ชนิดให้จัดอยู่บนชุดเดียว

3.3 หลักการทำงานของอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่จังหวัดสุรินทร์

อุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่จังหวัดสุรินทร์จะใช้กำลังดูดลากจากรถไถแบบนั่งขับหรือที่เรียกว่ารถแทรกเตอร์ ขนาดเครื่องยนต์ ตั้งแต่ 28 แรงม้าถึง 40 แรงม้า ระบบขับเคลื่อนสี่ล้อ (4WD) มีระบบไฮดรอลิก-พื้ทีโอ มีระบบควบคุมแขนยก : ควบคุมตำแหน่ง (Position Control) มีแขนยกอุปกรณ์ 3 จุด : ตามมาตรฐาน SAE เบอร์1 (Category I) มีน้ำหนักยกสูงสุดที่ปลายแขนยกไม่ควรน้อยกว่า 900 กิโลกรัม โดยมีหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่อพ่วง ดังนี้

3.3.1 ขณะเคลื่อนที่ระบบไฮดรอลิกจะวางลงพื้นดินและระบบพื้ทีโอจะทำให้อุปกรณ์ที่หนึ่งคือเครื่องพรวนดินทำงาน

3.3.2 ขณะเครื่องพรวนดินทำงานพร้อมกับอุปกรณ์ที่สองคือระบบเครื่องพ่นยาเพื่อทำการพ่นปุ๋ยหรือสารบำรุงดิน

3.3.3 ขณะรถไถขับเคลื่อนจะลากพุ่มจากล้อส่งเฟืองและโซ่ไปยังเพลากลาง และแกนเพลากลางของอุปกรณ์ที่สามคือเครื่องใส่ปุ๋ยเพื่อทำการพ่นปุ๋ยเมล็ดปุ๋ยเมล็ดโรลงสู่แปลงนา

3.3.4 ชุดพุ่มจะพุ่มให้ชุดเฟืองดอกจอกส่งกำลังไปยังเพลานวตั้งขับงานจ่ายให้พุ่มอุปกรณ์ที่สี่คือเครื่องหยอดเมล็ดนำพุ่มเมล็ดพันธุ์ลงไปยังในรูของงานจ่าย ให้ไปตรงกับรูด้านล่างของกระบะส่งเมล็ดพันธุ์ข้าวผ่านไปยังร่องปลูกบนแปลง ซึ่งถูกชุดเปิด ร่องเปิดรอไว้และจะถูกกลบด้วยที่ฝังกลบที่ออกแบบไว้จะถูกกำหนดตามวงล้อขับเคลื่อนที่เรากำหนดไว้

3.3.5 หลังจากทำการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิหรือเมล็ดพันธุ์พืชไร่แล้วเสร็จหากไม่มีน้ำเพื่อช่วยในการเจริญเติบโตก็นำอุปกรณ์ที่ห้าคือเครื่องสูบน้ำ ที่ติดตั้งอยู่ในอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่จังหวัดสุรินทร์ ทำการสูบน้ำเข้าสู่ระบบได้ หรือหากต้องการนำน้ำออกจากกระบะก็สามารถดำเนินการได้เช่นกัน

3.4 การหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่จังหวัดสุรินทร์

3.4.1 วัตถุประสงค์ของการหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่จังหวัดสุรินทร์

3.4.1.1 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการหยอด เพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์

3.4.1.2 เพื่อหาการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

3.4.2 วิธีการหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่จังหวัดสุรินทร์

3.4.2.1 ทดสอบประสิทธิภาพการใช้เครื่องเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ปุ๋ย และหาการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

3.4.2.1.1 ทดสอบการทำงาน 3 รอบ พื้นที่ 1 ไร่

3.4.2.1.2 เตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว 10 กิโลกรัม

3.4.2.1.3 เตรียมปุ๋ยเมล็ด 10 กิโลกรัม 3 ชุด

3.4.2.1.4 เตรียมปุ๋ยน้ำหรือสารบำรุงดิน 10 ลิตร 3 ชุด

3.4.2.1.5 ทดสอบแล้วจับเวลา 3 รอบ พื้นที่ 1 งาน

3.4.2.1.6 ทดสอบการใช้น้ำมันในปริมาตรกิโลตรต่อรอบ

3.4.2.1.7 เตรียมอุปกรณ์วัดการสิ้นเปลืองของน้ำมัน

3.4.2.1.8 เมื่อทำการทดสอบเสร็จ นำน้ำมันที่เหลือมาวัดอัตราการสิ้นเปลือง

3.4.2.1.9 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์แล้วสรุปผลการหาประสิทธิภาพ

3.4.2.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนในการปลูกข้าวเปรียบเทียบกับแบบดั้งเดิมกับแบบที่ใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์ ในพื้นที่ 1 ไร่ โดยจะมีการคิดค่าใช้จ่าย ดังนี้

3.4.2.2.1 ต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการพรวนดินในพื้นที่ 1 ไร่

3.4.2.2.2 ต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการพ่นปุ๋ยหรือสารบำรุงดินในพื้นที่ 1 ไร่

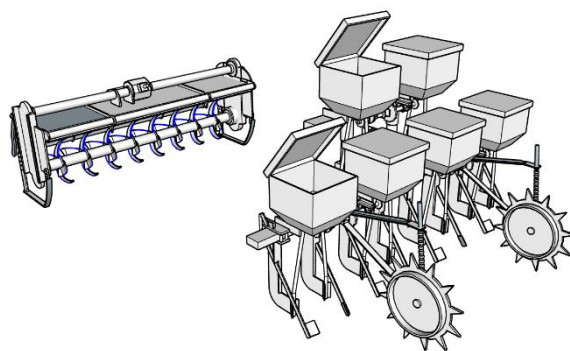
3.4.2.2.3 ต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการใส่ปุ๋ยเมล็ดในพื้นที่ 1 ไร่

3.4.2.2.4 ต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวในพื้นที่ 1 ไร่

3.4.2.2.5 ต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการสูบน้ำเข้าแปลงนาในพื้นที่ 1 ไร่

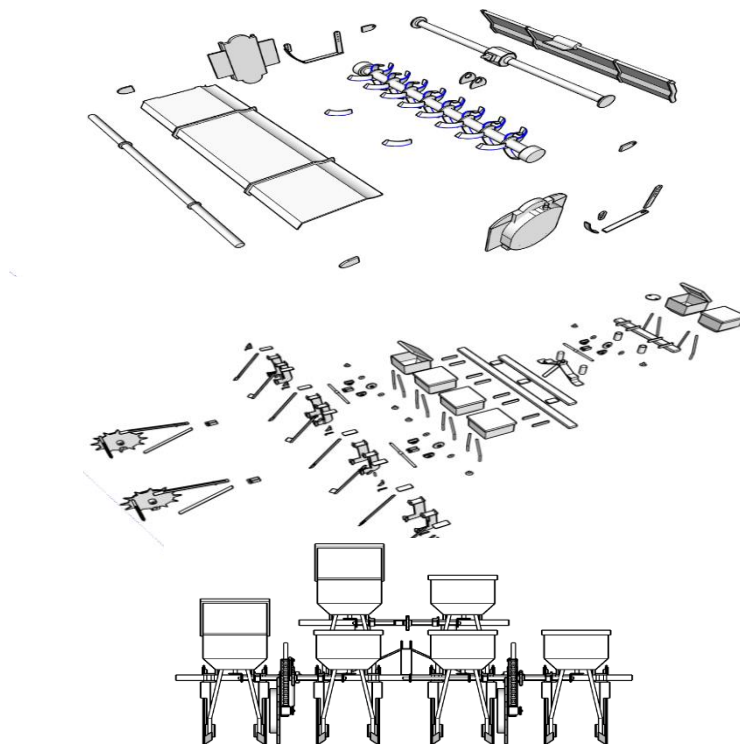
3.7 การนำอุปกรณ์ต่อพ่วงไปจัดอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้ของอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์

ในการนำอุปกรณ์ต่อพ่วงไปจัดอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้ของอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์จะทำการคัดเลือกชุมชนที่มีการปลูกข้าวหอมมะลิจำนวน 2 ครั้งเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้



รูปที่ 3 การพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์

โดยจะแสดงภาพประกอบของส่วนประกอบของอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์ รูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงภาพประกอบของส่วนประกอบของอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์ มีผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะรวบรวมกระบวนการทำงานที่มีหลายขั้นตอนมาทำการทํางานให้เสร็จในขั้นตอนเดียวเพื่อลดต้นทุนในการจ้างงานและลดเวลาในการทำงานโดยมีขั้นตอนคือหลังติดตั้งอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่จังหวัดสุรินทร์ จะใช้กำลังดูดลากจากรถไถแบบนั่งขับหรือที่เรียกว่ารถแทรกเตอร์ โดยมีหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่อพ่วง คือ ขณะเคลื่อนที่ระบบไฮดรอลิกจะวางลงพื้นดินและระบบพีทีโอจะทำให้อุปกรณ์ที่หนึ่งคือเครื่องพรวนดินทำงานขณะเครื่องพรวนดินทำงานพร้อมกับอุปกรณ์ที่สองคือระบบเครื่องพ่นยาเพื่อทำการพ่นยาหรือสารบำรุงดิน ขณะรถไถขับเคลื่อนจะลากหมุนจากล้อส่งเฟืองและโซ่ไปยังเพลากลาง และแกนเพลากลางของอุปกรณ์ที่สามคือเครื่องใส่ปุ๋ยเพื่อทำการหมุนตักเมล็ดปุ๋ยเมล็ดโรลงสู่แปลงนา ชุดหมุนจะหมุนให้ชุดเฟืองดอกจอกส่งกำลังไปยังเพลากลางแนวตั้งขับงานจ่ายให้หมุนอุปกรณ์ที่สี่คือเครื่องหยอดเมล็ดนำพาเมล็ดพันธุ์ลงไปยังรูของงานจ่าย ให้ไปตรงกับรูด้านล่างของกระบะส่งเมล็ดพันธุ์ข้าวผ่านท่อไปยังร่องปลูกบนแปลงซึ่งถูกชุดเปิด ร่องเปิดรอไว้และจะถูกกลบด้วยที่ฝังกลบที่ออกแบบไว้จะถูกกำหนดตามวงล้อขับเคลื่อนที่เรากำหนดไว้หากว่าหลังจากทำการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิหรือเมล็ดพันธุ์พืชไร่แล้วเสร็จหากไม่มีน้ำเพื่อช่วยในการ

เจริญเติบโตก็นำอุปกรณ์ที่ทำคือเครื่องสูบน้ำ ที่ติดตั้งอยู่ในอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่จังหวัดสุรินทร์ ทำการสูบน้ำเข้าสู่ระบบได้ หรือหากต้องการนำน้ำออกจากระบบก็สามารถดำเนินการได้เช่นกัน

ส่วนประกอบของอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์ มีดังนี้

4.1.1 เครื่องพรวนดิน การทำงานของเครื่องพรวนดินหรือที่เรียกกันว่าโรตารีตีดินสามารถทำงานได้โดยอาศัยการฉุดลากของรถแทรกเตอร์และการขับเพลอาำนวยกำลังจากรถแทรกเตอร์ผ่านไปยังเพลารับกำลัง หลังจากนั้นจะส่งกำลังต่อไปยังห้องเกียร์ของเครื่องพรวนดินหรือที่เรียกกันว่าโรตารีตีดิน จะมีเพลาลงไปขับโซ่เพื่อที่จะส่งกำลังขับไปยังเพลาลงของใบมีดทำการย่อยดิน โดยมีระบบขับเคลื่อนที่เป็นห้องเกียร์ชุดเฟืองดอกจอกแบบฟันโค้ง อัตราทด 1.4 : 1 มีห้องโซ่ส่งผ่านกำลังด้านซ้าย มีความกว้าง 1.73 เมตร น้ำหนัก 260 กิโลกรัม มีใบมีดตีดินด้านซ้าย 24 ใบ ด้านขวา 24 ใบ

4.1.2 เครื่องพ่นยา การทำงานของเครื่องพ่นยาทำงานได้โดยอาศัยการฉุดลากของรถแทรกเตอร์และการขับเพลอาำนวยกำลังจากรถแทรกเตอร์ผ่านไปยังสายพานเพื่อให้ลูกสูบดันน้ำออกไปที่หัวพ่น โดยมีแรงดัน 21-45 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร รอบการทำงาน 800-1200 รอบต่อนาที

4.1.3 เครื่องใส่ปุ๋ย การทำงานของเครื่องใส่ปุ๋ย มีหลักการทำงานร่วมกับเครื่องหยอดเมล็ดมีหลักการทำงาน คือ เริ่มจากที่ระบบส่งกำลัง โดยใช้แรงขับเคลื่อนจากรถไถ จากนั้นวงล้อจะทำการหมุน เพื่อให้ระบบทำงานพร้อมกันกับเครื่องหยอดเมล็ด

4.1.4 เครื่องหยอดเมล็ด การทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดมีหลักการทำงานร่วมกับเครื่องใส่ปุ๋ยมีหลักการทำงาน คือ เริ่มจากที่ระบบส่งกำลัง โดยใช้แรงขับเคลื่อนจากรถไถ จากนั้นวงล้อจะทำการหมุน เพื่อให้ระบบทำงานพร้อมกันกับเครื่องใส่ปุ๋ย

4.1.5 เครื่องสูบน้ำ การทำงานของเครื่องสูบน้ำทำงานได้โดยอาศัยการฉุดลากของรถแทรกเตอร์และการขับเพลอาำนวยกำลังจากรถแทรกเตอร์ผ่านไปยังสายพานเพื่อให้ลูกสูบดันน้ำออก โดยเป็นเครื่องสูบน้ำแบบปั้มน้ำดูดน้ำเข้าเก็บในเครื่องอัตโนมัติระยะเวลาที่ดูดน้ำเข้าเก็บในเครื่อง 150 วินาที ที่ 5 เมตร ระยะส่งน้ำสูงสุดไม่น้อยกว่า 23 เมตร ระยะสูบน้ำลึกสุดไม่น้อยกว่า 7.5 เมตร ปริมาตรสูบน้ำได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 1,100 ลิตรต่อนาที เส้นผ่าศูนย์กลางท่อดูด - ส่ง 3 นิ้ว

4.2 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพการใช้เครื่องเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ปุ๋ย และหาการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของการพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์

4.2.1 การหาประสิทธิภาพการใช้เครื่องพื้นที่ต่อไร่ ด้านเวลาที่ใช้ต่อครั้ง (นาท) เมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิที่ใช้ในการหยอด(กิโลกรัม) ปุ๋ยเม็ดที่ใช้ในการหยอด(กิโลกรัม) และน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)

ในการหาประสิทธิภาพการใช้เครื่องเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ปุ๋ย และหาการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของการพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์ทำการหาประสิทธิภาพโดยทดสอบการทำงาน 3 รอบ พื้นที่ 1 ไร่ ทำการเติมรูปแบบหลังไถพรวนเตรียมหน้าดินไว้ทำการตีดินโดยจอบหมุนแล้วพ่นปุ๋ยน้ำหรือสารบำรุงดินแล้วหยอดปุ๋ยเมล็ดและหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวข้าวหอมมะลิ พร้อมทดสอบการใช้น้ำมันในปริมาตรกิโลตรต่อรอบ มีผลการหาประสิทธิภาพตามตารางที่ 4.1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการหาประสิทธิภาพการใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ปุ๋ย และหาการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของการพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ต่อ ครั้ง (นาท)	เมล็ดพันธุ์ข้าว หอมมะลิที่ใช้ ใน การหยอด (กิโลกรัม)	ปุ๋ยน้ำหรือสาร บำรุงดินที่ใช้ ในการพ่น(ลิตร)	ปุ๋ยเม็ดที่ใช้ ในการหยอด (กิโลกรัม)	น้ำมัน เชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)
1	21.25	8.25	8.95	9.57	4.32
2	23.42	8.78	8.22	9.20	4.59
3	20.30	8.16	8.18	9.74	4.04
เฉลี่ย	21.66	8.40	8.45	9.50	4.32

จากตารางที่ 1 พบว่าการใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ปุ๋ย และหาการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของการพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์ พบว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ต่อครั้ง 21.66 นาที ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิที่ใช้ ในการหยอดเฉลี่ยที่ใช้ต่อครั้ง 8.40 กิโลกรัม ใช้ปุ๋ยน้ำหรือสารบำรุงดินที่ใช้ในการพ่นเฉลี่ยที่ใช้ต่อครั้ง 8.45 ลิตร ใช้ปุ๋ยเม็ดที่ใช้ในการหยอด 9.50 กิโลกรัม และใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อครั้ง 4.32 ลิตร

4.2.2 การนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์แล้วสรุปผลการหาประสิทธิภาพ

จากข้อมูลที่ได้สามารถสรุปได้ว่าหากเกษตรกรนำอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์มาใช้ในการทำการเพาะปลูกข้าวหอมมะลิจจะมีค่าใช้จ่ายดังนี้

4.2.2.1 การที่ดิน หยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิ พ่นปุ๋ยน้ำหรือสารบำรุงดิน หยอดปุ๋ยเม็ด ต่อ 1 ไร่ ใช้เวลาเฉลี่ย 21.66 นาที เฉลี่ยเป็นเงินค่าแรงคนขับ 20.58 บาท (คิดจากค่าแรงคนขับ 400 บาทต่อวัน ทำงานวันละ 7 ชั่วโมง คิดเป็นค่าจ้างนาทิละ 0.95 บาท)

4.2.2.2 เมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิที่ใช้ ในการหยอดต่อ 1 ไร่ เฉลี่ย 8.40 กิโลกรัม เฉลี่ยเป็นเงินค่าเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิ เฉลี่ยเป็นเงินค่าเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 211.25 บาท (คิดจากค่าเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 25 บาท ข้อมูลจากกองเมล็ดพันธุ์ข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)

4.2.2.3 ปุ๋ยน้ำหรือสารบำรุงดินที่ใช้ในการพ่นต่อ 1 ไร่ เฉลี่ย 8.45 ลิตร

4.2.2.4 ปุ๋ยเม็ดที่ใช้ในการหยอดต่อ 1 ไร่ เฉลี่ย 9.50 กิโลกรัม

4.2.2.5 น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อ 1 ไร่ เฉลี่ย 4.32 ลิตร

5. อภิปรายผลและสรุปผล

5.1 อภิปรายผลการวิจัย ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนในการปลูกข้าวเปรียบเทียบกับแบบดั้งเดิมกับแบบที่ใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์ นั้นขอนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์จาก



ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นหลังมีการไถเตรียมแปลงเป็นที่เรียบร้อย โดยจะมีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นคือ ต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการพรุนดิน ต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการพ่นปุ๋ยหรือสารบำรุงดิน ต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการใส่ปุ๋ยเมล็ด ต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวทุกส่วนจะคิดต้นทุนค่าจ้างในพื้นที่ 1 ไร่ และต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการสูบน้ำเข้าแปลงนาในพื้นที่ 1 ไร่ จะทำการสืบราคาต้นทุนค่าจ้างจากพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 3 พื้นที่ มาทำการหาค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการพบว่าค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการงานที่ใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์สามารถทำได้ในครั้งเดียวนั้นจากการสืบราคาต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการพรุนดินในพื้นที่ 1 ไร่เฉลี่ยอยู่ที่ 216.66 บาท จากการสืบราคาต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการพ่นปุ๋ยหรือสารบำรุงดินในพื้นที่ 1 ไร่เฉลี่ยอยู่ที่ 193.33 บาท จากการสืบราคาต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการใส่ปุ๋ยเมล็ดในพื้นที่ 1 ไร่เฉลี่ยอยู่ที่ 53.33 บาท และจากการสืบราคาต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวในพื้นที่ 1 ไร่เฉลี่ยอยู่ที่ 240.00 บาท หากนำมารวมกันแล้วเป็นเงินมากถึง 703.32 บาท ส่วนต้นทุนค่าจ้างเหมาดำเนินการสูบน้ำเข้าแปลงนา ในพื้นที่ 1 ไร่เฉลี่ยอยู่ที่ 103.33 บาท ซึ่งเมื่อมองโดยภาพรวมแล้วมีความสามารถในการทำงานและคุณภาพเป็นที่น่าพอใจ และประหยัดน้ำมันเป็นที่น่าพอใจ

5.2 สรุปผลการวิจัย จากการดำเนินการวิจัยที่ผ่านมาพบว่าหากเกษตรกรนำอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว พบว่าการใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงเพื่อหว่านถาวรกลิ้งเมล็ดพันธุ์ปุ๋ย และหว่านกลิ้งน้ำมันเชื้อเพลิงของการพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้ใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่ จังหวัดสุรินทร์ พบว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ต่อครั้ง 21.66 นาที ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิที่ใช้ในการหยอดเฉลี่ยที่ใช้ต่อครั้ง 8.40 กิโลกรัม ใช้ปุ๋ยน้ำหรือสารบำรุงดินที่ใช้ในการพ่นเฉลี่ยที่ใช้ต่อครั้ง 8.45 ลิตร ใช้ปุ๋ยเม็ดที่ใช้ในการหยอด 9.50 กิโลกรัม และใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อครั้ง 4.32 ลิตร

6. ข้อเสนอแนะ

- 6.1 ในการเพาะปลูกข้าวของจังหวัดสุรินทร์ควรมีการปรับพื้นที่ให้มีความสม่ำเสมอมีพื้นที่กว้างให้มากที่สุด
- 6.2 ก่อนทำการเพาะปลูกควรทำการไถพรวนให้ลึกและเรียบ
- 6.3 ในการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวควรตรวจสอบความแห้งของดินไม่ควรหยอดในช่วงดินเปียกอาจทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวอุดตันบริเวณท่อหยอด
- 6.4 ผู้ใช้งานควรฝึกให้เกิดความชำนาญจะส่งผลต่อระยะห่างระหว่างหลุมและแถว เกิดความสม่ำเสมอเป็นแนวแถวสวยงามดูแลรักษาได้สะดวก

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณทุนวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ขอขอบคุณผู้สนับสนุนและให้ความร่วมมือในการจัดทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2544. เอกสารคำแนะนำการปลูกพืชไร่ในเขตชลประทาน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

กฤษฎา นาโสก . (2552). วิถีชาวนาอีสานตอนล่าง : ศึกษากรณีชุมชนชาวนาบ้านด้าย ตำบล ม่วงสามสิบ อำเภอม่วงสามสิบ จังหวัดอุบลราชธานี. ภาคนิพนธ์ สาขาเศรษฐศาสตร์การเมือง มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

- ยุทธนา เครือหาญพงศ์และคณะ. (2556). เครื่องหยอดเมล็ดพืชหลังนาติดพวงท้ายรถแทรกเตอร์.
สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการ.
- ศูนย์ข้อมูลข้าวตลาดเฉพาะ. (2564). ข้าวหอมมะลิสุรินทร์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
<https://www.thairicedb.com/ticedetail.php?id=6>.สืบค้น 21 มิถุนายน 2562.
- สุพรรณ นาคสังค์ และคณะ.(2560). ศึกษาและออกแบบพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่แบบงานแนวตั้ง.
ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง.



การใช้แนวคิดแบบอไจล์ในการพัฒนาแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อเสริมศักยภาพ

วิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ จังหวัดอุบลราชธานี

รัตน์ภูธร ศรีสุระ¹ สุพัตรา วยะสุน^{2*} รัตนภรณ์ แซ่ลี³ วนษา ลินจันทร⁴

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี¹⁴

สาขาวิชาการตลาด คณะบริหารธุรกิจและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี³

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{2*}

อีเมล : suphatra@srru.ac.th^{2*}

วันที่รับบทความ 2 พฤศจิกายน 2565

วันแก้ไขบทความ 7 ธันวาคม 2565

วันตอบรับบทความ 13 ธันวาคม 2565

บทคัดย่อ

ในสถานการณ์โควิด 19 ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตและรายได้ที่ลดลงของประชาชนชาวไทย สถาบันการศึกษาจึงมีบทบาทช่วยให้ความรู้แก่ชุมชนเพื่อพัฒนาอาชีพ บทความนี้ได้นำเสนอการเสริมศักยภาพของวิสาหกิจชุมชนด้วยการพัฒนาแพลตฟอร์มออนไลน์ของวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ ตำบลนาจะหลวย อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี ใช้แนวคิดแบบอไจล์ ศึกษาการยอมรับของผู้ใช้ระบบที่มีต่อแพลตฟอร์มออนไลน์สำหรับส่งเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชน และศึกษาจากกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ 1) กลุ่มผู้ศึกษาประสิทธิภาพของแพลตฟอร์ม ได้แก่ อาจารย์ที่มีความเชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศ มีคุณวุฒิปริญญาโท หรือนักวิชาการด้านคอมพิวเตอร์ระดับชำนาญการที่มีความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มีประสบการณ์ 5 ปีขึ้นไป จำนวน 6 คน นักวิชาการหรือผู้ปฏิบัติงานของภาครัฐและเอกชนในการพัฒนาวิสาหกิจชุมชน จำนวน 3 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 9 คน และ 2) กลุ่มผู้ทดลองใช้แพลตฟอร์ม จำนวน 75 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบบันทึกการประชุม 2) แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มออนไลน์ และ 3) แบบสอบถามการยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้งานที่มีต่อแพลตฟอร์มออนไลน์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า แพลตฟอร์มออนไลน์ของวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ ใช้แนวคิดอไจล์ (Agile) และใช้กระบวนการสกรัม (Scrum) ในการพัฒนาระบบสารสนเทศ โดยมีการจัดกลุ่มสารสนเทศตามสินค้าและบริการ 8 กลุ่ม ได้แก่ ของฝาก ของที่ระลึก ผลไม้ อาหารตามฤดูกาล โปรแกรมการท่องเที่ยว หลักสูตรอบรมระยะสั้น องค์ความรู้ และภูมิปัญญา โดยผู้ทดลองใช้งานแพลตฟอร์มออนไลน์ มีการยอมรับเทคโนโลยีและนำไปใช้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.61$, $S.D.=0.54$) ในด้านประสิทธิภาพของแพลตฟอร์ม พบว่า ผลจากการนำแพลตฟอร์มออนไลน์ไปใช้งาน ก่อให้เกิดการส่งเสริมทัศนคติที่ดีในการประกอบอาชีพในรูปแบบใหม่ สามารถสร้างรายได้เพิ่มขึ้น สร้างเสริมทักษะด้านใช้ชีวิตให้แก่ชุมชนในทางที่ดีขึ้นและคนในชุมชนเกิดการมีปฏิสัมพันธ์มากขึ้นผ่านการจัดกิจกรรมและการฝึกอบรม

คำสำคัญ : แพลตฟอร์มออนไลน์ การส่งเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชน อไจล์ สกรัม

USE OF THE AGILE CONCEPT IN THE DEVELOPMENT OF AN ONLINE PLATFORM TO EMPOWER BAN THA KOR COMMUNITY ENTERPRISES IN UBON RATCHATHANI

Ratchadaporn Srisura¹, Suphatra Wayalun^{2*}, Rattanaorn Salee³, Wanasa Sinjungreed⁴

Computer Technology Program

Faculty of Industrial Technology Ubonratchathani Rajabhat University^{1,4}

Marketing Faculty of Business Administration and Management Ubon Ratchathani Rajabhat University³

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

E – mail : suphatra@srnu.ac.th^{2*}

Received 2 November 2022

Revised 7 December 2022

Accepted 13 December 2022

Abstract

Covid-19 has affected the lives and incomes of Thai people. Therefore, educational institutions play a role in helping to educate the community to develop careers. This article presents the empowerment of community enterprises by developing an online platform of Ban Tha Sang Community Enterprises. The objective is to 1) develop an online platform for promoting the potential of community enterprises using the agile concept, 2) to study the acceptance of users of the system towards online platforms for promoting the potential of community enterprises. The target groups include: 1) A group of people who study the effectiveness of the platform, namely, 6 teachers with expertise in information systems, master's degrees or computer scientists with expertise in information technology with 5 years of experience or more, 6 academics or practitioners of public and private sectors in the development of community enterprises, a total of 9 people. and 2) a group of 75 experimenters. The instruments used in the research include 1) a meeting transcript, 2) an expert opinion questionnaire on the effectiveness of online platforms, and 3) a questionnaire on the user's acceptance of technology to online platforms. Statistics used in research include averages and standard deviations.

The results showed that the online platform of Ban Tha Sang Community Enterprises was developed by agile concept and using the Scrum process in developing information systems. There are 8 groups of goods and services, namely souvenirs, souvenirs, fruits and, seasonal food. Travel programs, short-term training courses Experts have opinions on the effectiveness of online platforms. The overall content side is at the highest level ($\bar{x}=4.61$, S.D.=0.54). In terms of platform efficiency, it was found that as a result of the implementation of online platforms, it has been found that the promotion of positive attitudes in the profession in new ways. They can generate more revenue. Enhance life skills for the community in a better way and more people in the community interact through activities and training.

Keywords : Online Platforms, Empowering Community Enterprises, Agile, Scrum

1. บทนำ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 – 2564 ได้น้อมนำหลัก “ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง” มาเป็นปรัชญานำทางในการพัฒนาประเทศอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างภูมิคุ้มกันและช่วยให้สังคมไทยสามารถอยู่ได้อย่างมั่นคงและเกิดภูมิคุ้มกัน รวมทั้งมีการบริหารจัดการความเสี่ยงอย่างเหมาะสมอันจะนำไปสู่การพัฒนาประเทศที่เกิดความสมดุลและยั่งยืน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2560) ภายใต้การปรับโครงสร้างประเทศไทยไปสู่ประเทศไทย 4.0 ที่ให้ความสำคัญด้านการมีส่วนร่วมของภาคีในการพัฒนาในระดับกลุ่มอาชีพ ระดับภาค และระดับประเทศ ด้วยเหตุนี้หน่วยพัฒนาอาชีพโครงการส่งเสริมอาชีพ ดำเนินงานโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีจึงได้คัดเลือกวิสาหกิจชุมชนท่าก่อ อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเป็นองค์กรที่ยังขาดองค์ความรู้ แต่มีทุนทางสังคมและความพร้อมในการพัฒนาศักยภาพเพื่อนำไปสู่การยกระดับสินค้าและบริการของวิสาหกิจชุมชน เสริมทักษะการสร้างรายได้ภายใต้การใช้ชีวิตวิถีใหม่ (New Normal) ภายใต้สถานการณ์โรคโควิด 19

จากโครงการดังกล่าว จึงได้มีการศึกษาสภาพทั่วไปของวิสาหกิจชุมชนท่าก่อ อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อสำรวจปัญหา และความต้องการของชุมชน โดยการสังเกต สัมภาษณ์ การจัดประชุมกลุ่ม ชุมชนชาวบ้าน หน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางเพิ่มศักยภาพของวิสาหกิจชุมชน พบว่าการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นช่องทางในการประชาสัมพันธ์และสร้างรายได้ เป็นที่นิยมมากในปัจจุบันเนื่องจากการลงทุนต่ำ แต่มีความสามารถในการเข้าถึงบุคคลในทุกระดับโดยไม่จำกัด เป็นช่องทางใหม่ที่สามารถสร้างรายได้ผ่านทางออนไลน์และตอบสนองการใช้ชีวิตวิถีใหม่ที่ต้องเว้นระยะห่าง เพื่อป้องกันโรคโควิด 19 จึงเป็นประเด็นสำคัญที่ชุมชนชาวบ้านต้องการแต่ด้วยในปัจจุบันนี้ มีแพลตฟอร์มออนไลน์หลากหลายรูปแบบทั้งแบบเสียค่าใช้จ่ายและไม่เสียค่าใช้จ่ายไว้ให้บริการสำหรับผู้ต้องการสร้างรายได้ ซึ่งมีรูปแบบที่แตกต่างจากวิสาหกิจชุมชนที่มีข้อมูลและรายละเอียดที่แตกต่างจากแพลตฟอร์มที่ให้บริการโดยทั่วไป การใช้บริการแพลตฟอร์มสำเร็จรูปจึงยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการของชุมชนได้ หากมีการพัฒนาแพลตฟอร์มที่มีลักษณะเฉพาะ ตรงกับข้อมูลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน มีการใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน ไม่จำเป็นต้องใช้ทักษะทางคอมพิวเตอร์มากนัก และใช้เวลาน้อยในการพัฒนาระบบ จะสามารถตอบสนองความต้องการยกระดับสินค้าและบริการของกลุ่มวิสาหกิจรวมทั้งเป็นฐานข้อมูลอ้างอิงสำหรับชุมชนได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นบทความวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการพัฒนาแพลตฟอร์มออนไลน์สำหรับส่งเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชนโดยใช้แนวคิดแบบไจล์ (Agile) ในกระบวนการพัฒนา ที่มุ่งการทำงานที่รวดเร็ว สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขการทำงานที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานที่มีความยืดหยุ่น เน้นการทำงานเป็นทีมที่มีการกำหนดเป้าหมายระยะสั้น ทำงานทีละส่วนงานแบบมีส่วนร่วมของผู้พัฒนาระบบกับทีมของผู้ใช้งานระบบ สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขได้ตลอดเวลาเมื่อผู้ใช้งานต้องการ (สัทนัท นิลสัย. 2560 ; Charles Edeki. 2015; S. Bhalero & D. Puntambekar. 2009) เพื่อให้นักพัฒนาระบบสารสนเทศใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบต่อไปได้

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มออนไลน์สำหรับส่งเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชนโดยใช้แนวคิดแบบไจล์
- 2.2 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้ใช้ระบบที่มีต่อแพลตฟอร์มออนไลน์สำหรับส่งเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชน

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ 1) กลุ่มผู้ศึกษาประสิทธิภาพของแพลตฟอร์ม ได้แก่ อาจารย์ที่มีความเชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศ มีคุณวุฒิปริญญาโท หรือนักวิชาการด้านคอมพิวเตอร์ระดับชำนาญการที่มีความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มีประสบการณ์ 5 ปีขึ้นไป จำนวน 6 คน นักวิชาการหรือผู้ปฏิบัติงานของภาครัฐและเอกชนในการพัฒนาวิสาหกิจชุมชน จำนวน 3 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 9 คน และ 2) กลุ่มผู้ทดลองใช้แพลตฟอร์ม

จำนวน 75 คน ได้แก่ สมาชิกวิสาหกิจชุมชน จำนวน 30 คน เกษตรกร จำนวน 23 คน ผู้สูงอายุ จำนวน 5 คน ผู้ว่างงาน จำนวน 5 คน เด็กและเยาวชน จำนวน 10 คน และ ผู้พิการ จำนวน 2 คน

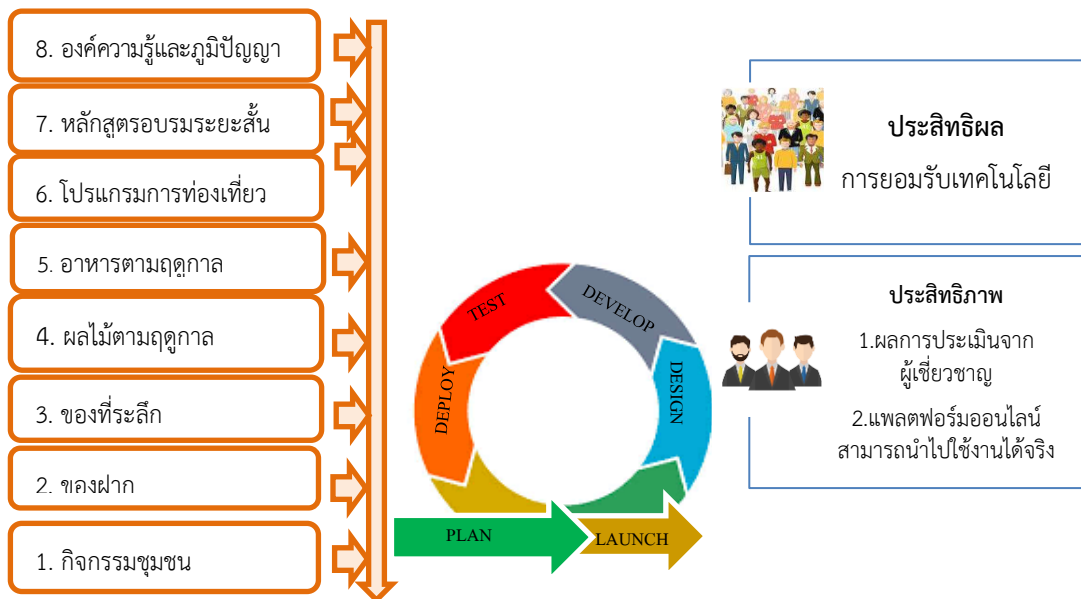
3.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา คือ บ้านท่าก่อ ตำบลนาจะหลวย อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี

3.3 ขอบเขตของผู้ใช้งานและฟังก์ชันการใช้งาน โดยผู้ใช้งานแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) ผู้ดูแลระบบ คือ สมาชิกวิสาหกิจชุมชนที่มีความรู้พื้นฐานด้านการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้รับการคัดเลือกจากสมาชิกวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ โดยผู้ดูแลระบบสามารถแก้ไข เพิ่ม ลบข้อมูล ค้นหารายงาน และสามารถจัดการระดับการเข้าใช้งานและของสมาชิก 2) ผู้ใช้งาน คือกลุ่มผู้ทดลองใช้แพลตฟอร์ม ซึ่งสามารถดูข้อมูลได้เท่านั้น

3.4 ขอบเขตด้านการพัฒนาระบบ การพัฒนาแพลตฟอร์มออนไลน์ โดยใช้ระบบฐานข้อมูล MySQL ร่วมกับ ภาษา PHP ประกอบด้วย 1) กิจกรรมชุมชน 2) ของฝาก 3) ของที่ระลึก 4) ผลไม้ตามฤดูกาล 5) อาหารตามฤดูกาล 6) โปรแกรมการท่องเที่ยว 7) หลักสูตรอบรมระยะสั้น และ 8) องค์ความรู้และภูมิปัญญา

3. ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ

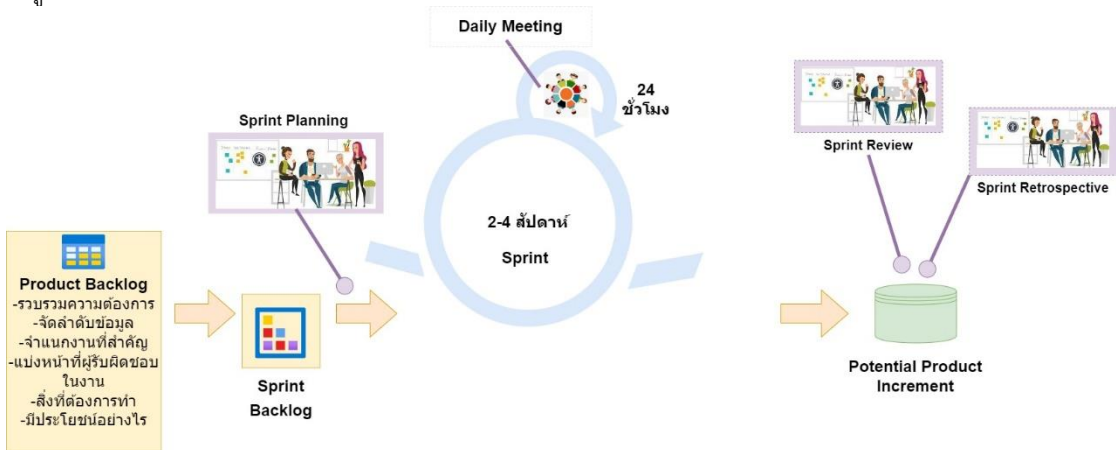
ผู้วิจัยได้นำแนวคิดอจิลมาใช้ในการออกแบบงาน ทั้งสิ้น 8 โมดูล โดยได้จัดลำดับความสำคัญของงานก่อนหลัง และทำตามขั้นตอนการทำงานของอจิล ได้แก่ การวางแผนการทำงาน การออกแบบระบบ การพัฒนาระบบ การนำระบบที่พัฒนาไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบ แล้วนำข้อแก้ไขมาปรับปรุง แล้วนำแพลตฟอร์มออนไลน์ไปให้ผู้ใช้งานได้ทดลองใช้อีกครั้ง โดยหากงานในส่วนที่ 1 เสร็จสมบูรณ์ จึงทำการพัฒนาระบบในส่วนต่อไปจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ทั้งระบบ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย (ดัดแปลงมาจาก ชนัญชิตา เลิศจะบก และจกมล จันทร์เรือง. 2563 : 1006)

แพลตฟอร์มออนไลน์ หมายถึง ระบบสารสนเทศการพัฒนาศักยภาพด้านสินค้าและบริการของวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อที่สามารถแสดงผลการทำงานได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การแสดงผลบนสมาร์ตโฟน คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต หรือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่รองรับการแสดงผลบนบราวเซอร์ ซึ่งการพัฒนาแพลตฟอร์มออนไลน์สำหรับส่งเสริม ศักยภาพวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ จังหวัดอุบลราชธานี ได้นำแนวคิดอจิล (Agile System Development

Methodology) มาใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศ โดยแบ่งงานออกเป็นวงจรและพัฒนาทีละน้อยเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเห็นและสัมผัสกับระบบได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้กระบวนการสกรัม (Scrum) (Pusri, N., & Kritworakam, C. 2018) ดังรูปที่ 2 สามารถอธิบายกระบวนการได้ดังนี้



รูปที่ 2 Scrum Sprint Cycle ดัดแปลงมาจาก (Tavares et a. 2019)

3.1 วิเคราะห์รายละเอียดตามความต้องการของผู้ใช้ (User Stories) ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ โดยจัดเวทีประชุม ซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาริบททั่วไป รวบรวมความต้องการ จัดลำดับข้อมูล จำแนกงานที่สำคัญ สิ่งที่ต้องการทำ แบ่งหน้าที่ผู้รับผิดชอบและศึกษาประโยชน์ที่ได้รับเมื่อนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาแพลตฟอร์มความเป็นไปได้ที่แพลตฟอร์มจะสามารถสนองตอบต่อความต้องการของผู้ใช้งาน และระดมความคิดเห็นเพื่อวิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็ง อุปสรรคและโอกาส (SWOT Analysis) กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 75 คน ซึ่งคัดเลือกแบบเจาะจงจากชุมชนบ้านท่าก้อ อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี ตามเกณฑ์การประเมินจากกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา (กสศ.) นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือจากผู้นำชุมชน และหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องให้ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาวิเคราะห์ศักยภาพของวิสาหกิจชุมชน รวมทั้งมีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาระบบสารสนเทศตามแนวคิดอโกล (สุพัตรา วยะยุณ และคณะ. 2556: 20-22 ; ชนัญชิตา เลิศจะบกและจกมล จันทรเรือง. 2563: 1005; Pusri, N., & kritworakam, C. 2018) แนวคิดเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยี (จกรี ทำมาน และมานิตย์ อาษานอก. 2561: 24-25)

3.2 แบ่งงานย่อย ๆ ตามลำดับความสำคัญ (Product Backlog) โดยการวิเคราะห์และออกแบบระบบงานได้จำนวนทั้งสิ้น 8 งาน ได้แก่ 1) กิจกรรมชุมชน 2) ของฝาก 3) ของที่ระลึก 4) ผลไม้ตามฤดูกาล 5) อาหารตามฤดูกาล 6) โปรแกรมการท่องเที่ยว 7) หลักสูตรอบรมระยะสั้น และ 8) องค์ความรู้และภูมิปัญญา โดยการจัดลำดับความสำคัญของงาน (Weighted Shortes Job First: WSJF) (Donald G. Reinertsen. 2009) โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$WSJF = \frac{\text{Cost of Delay}}{\text{Job Duration (Job Size)}} \quad (1)$$

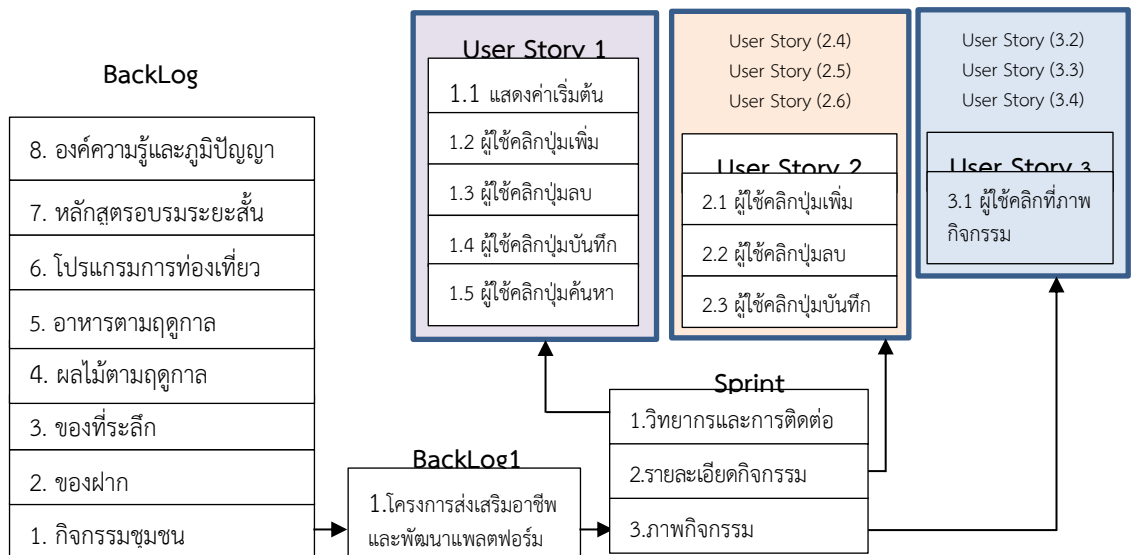
WSJF (Weighted Shortest Job First) หมายถึง การถ่วงน้ำหนักงานที่สั้นที่สุด เป็นรูปแบบการจัดลำดับความสำคัญของงาน

Cost of Delay หมายถึง การคำนวณต้นทุนของความล่าช้า หากเกิดความล่าช้า จะส่งผลกระทบต่อลูกค้าหรือธุรกิจด้านลบ

Job Duration (Job Size) หมายถึงขนาดของงาน

โดยส่วนงานที่สำคัญที่สุดคือ กิจกรรมชุมชน โดยมี WSJF เท่ากับ 3522.67

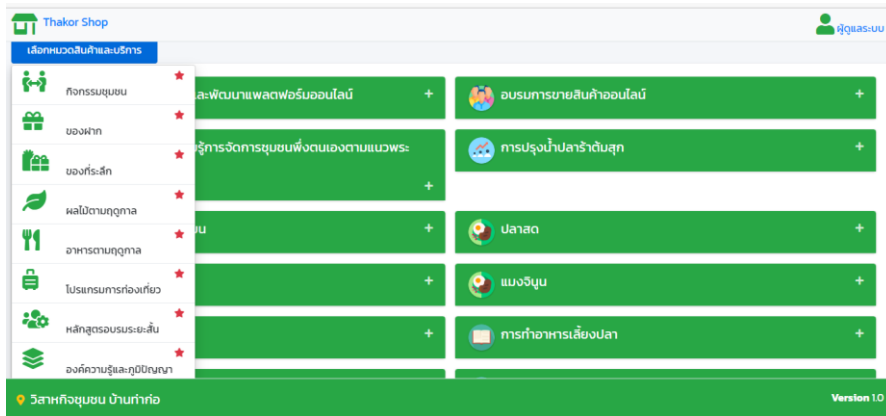
3.3 เลือกงานจาก Project Backlog มาแบ่งเป็นงานย่อย (Sprint Backlog) ผู้วิจัยได้นำ BackLog ที่ 1 มาออกแบบ Sprint BackLog1 ได้แก่ 1) โครงการส่งเสริมอาชีพและพัฒนาแพลตฟอร์มออนไลน์ 2) อบรมการขายสินค้าออนไลน์ 3) อบรมถ่ายทอดองค์ความรู้การจัดการชุมชนพึ่งตนเองตามแนวพระราชดำริ หลังจากนั้นจึงออกแบบ User Story ของแต่ละงานและกำหนดความสามารถในการทำงาน กระบวนการเลือกงานจาก Project Backlog ตามลำดับความสำคัญมาเข้าสู่กระบวนการ Sprint Backlog ที่ละรายการจนเสร็จสิ้นทำให้ได้ระบบที่พร้อมใช้งานที่ละส่วนตาม User Stories ที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การออกแบบ Sprint Backlog 1 กิจกรรมชุมชน

3.4 การวางแผนการทำงาน (Sprint Planning) ทีมนักพัฒนาแพลตฟอร์มจะวางแผนการทำงานตาม Sprint Backlog และมีการประชุมทุกวัน (Daily Meeting) เพื่อติดตามงาน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างการทำงาน และเสนอปัญหาที่พบระหว่างทำงานและช่วยกันหาแนวทางการแก้ไขปัญหาาร่วมกัน ทำให้การทำงานเป็นไปอย่างรวดเร็วโดยใช้เวลาในการพัฒนาแพลตฟอร์มในแต่ละสปรินท์ 2 - 4 สัปดาห์

3.5 ทดสอบประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience & User Interface) นำแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชนบ้านท่ากอไปให้ผู้ใช้งานทดลองใช้โดยสามารถเข้าสู่ระบบผ่านเว็บไซต์ <http://project-com-tech.ubru.ac.th/~thakor/> และทำการประเมินในแบบสอบถาม ดังรูปที่ 4

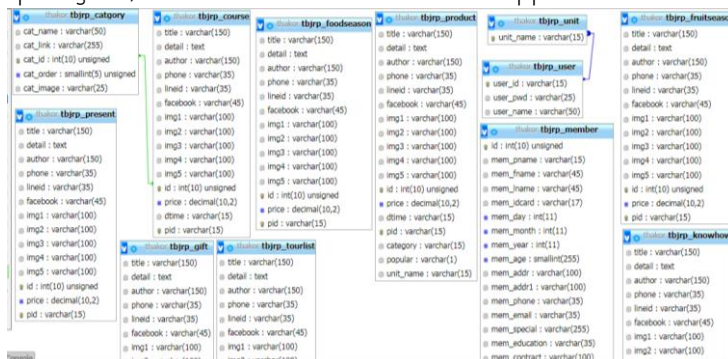


รูปที่ 4 ผู้ใช้งานทดลองใช้แพลตฟอร์มแล้วให้ผู้ใช้ประเมินผลในแบบสอบถาม

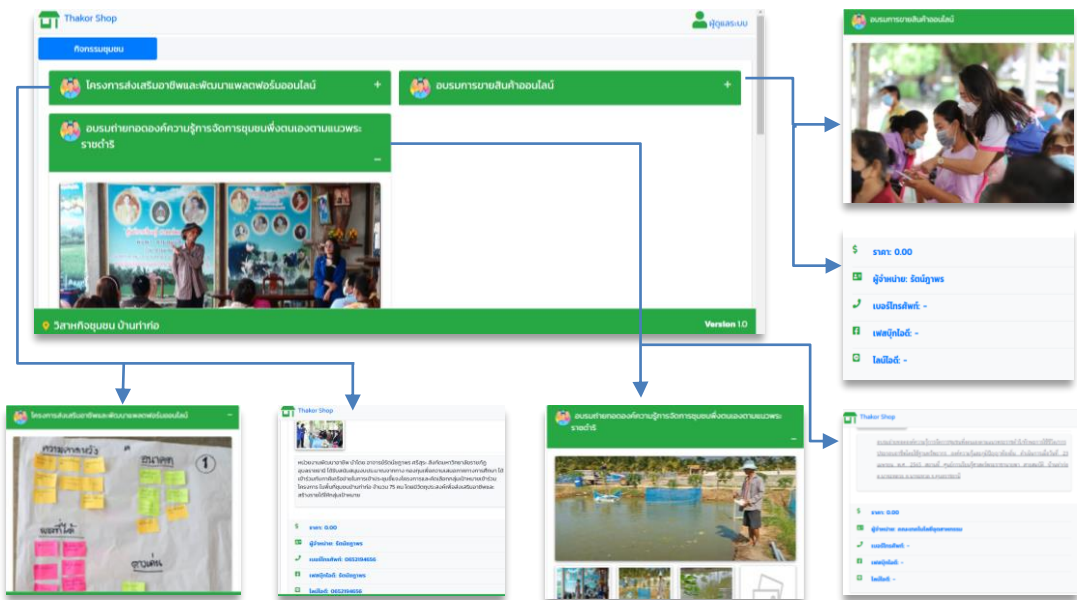
3.5 พัฒนาส่วนงาน (Sprint Backlog) นำผลการประเมินของผู้ใช้งาน มาพัฒนาแพลตฟอร์ม โดยมีการออกแบบสถาปัตยกรรมและฐานข้อมูลดังนี้

3.5.1 สถาปัตยกรรมของระบบ ได้ถูกออกแบบจากการวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูล สามารถอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งาน 2 กลุ่มได้แก่ ผู้ดูแลระบบ และผู้ใช้งานทั่วไป โดยได้ออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ให้สามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (Internet) แสดงผลบนเบราว์เซอร์ได้ทุกแพลตฟอร์ม เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก สมาร์ทโฟนและอุปกรณ์ที่รองรับการแสดงผลบนเบราว์เซอร์ โดยใช้ระบบฐานข้อมูล MySQL ร่วมกับภาษา PHP ในการพัฒนาและ ในการพัฒนาแพลตฟอร์มออนไลน์ ดังรูปที่ 6

3.5.2 ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างฐานข้อมูล MySQL ดังแสดงในรูปที่ 5 แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity Relationship Diagram) ที่รองรับการทำงานในลักษณะ Web Application



รูปที่ 5 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล



รูปที่ 6 รายละเอียดข้อมูลในเมนูกิจกรรมชุมชน

3.6 ทดสอบส่วนงานโดยผู้ใช้งาน (Sprint Review) เมื่อพัฒนาแพลตฟอร์มครบถ้วนตาม Project BackLog ผู้วิจัยได้จัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มออนไลน์โดยใช้แนวคิดแบบบอโจล์ และแบบสอบถามการยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้งานที่มีต่อแพลตฟอร์มออนไลน์ โดยใช้แนวคิดแบบบอโจล์ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมและตรวจสอบหาคุณภาพของแบบสอบถาม ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้องและความเหมาะสมเป็นรายข้อ (IOC) พบว่ามีข้อที่สามารถใช้ได้ทั้งสิ้นจำนวน 20 ข้อ แล้วนำแพลตฟอร์มออนไลน์ฯ และแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 ท่าน ทำการตรวจสอบและประเมินผลการพัฒนาแพลตฟอร์มตามขอบเขตของระบบ 4 ด้าน โดยผลการประเมินพบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ จังหวัดอุบลราชธานี ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหาโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.80$, $S.D. = 0.35$) 2) ด้านระบบสารสนเทศโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.74$, $S.D. = 0.46$) 3) ด้านโปรแกรม โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.60$, $S.D. = 0.46$) และ 4) ด้านคู่มือการใช้งาน รวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.62$, $S.D. = 0.54$) แล้วนำผลที่ได้และข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขและนำไปให้ผู้ใช้งานทดลองใช้โดยดำเนินการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการและการประเมินตามแนวทางการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้แจงรายละเอียดของแพลตฟอร์มออนไลน์ ให้แก่กลุ่มเป้าหมาย 2) สร้างความสนใจ โดยให้วิทยากรแนะนำให้ทราบถึงประโยชน์และความสำคัญของการใช้งานแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ จังหวัดอุบลราชธานี 3) วิทยากรสาธิตและผู้ใช้งานทดลองใช้งานปฏิบัติตามขั้นตอน 4) ประเมินผล และติดตามผลการใช้งานระบบหลังจากได้ทดลองใช้งานไปแล้ว 15 วัน (Sprint Retrospective) เพื่อศึกษาและทำการประเมินการยอมรับเทคโนโลยีก่อนการฝึกอบรมโดยใช้แบบศึกษาการยอมรับเทคโนโลยี 5) ขึ้นยอมรับไปปฏิบัติอย่างสมบูรณ์ โดยการติดตามการใช้งานระบบอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลา 30 วัน และจัดประชุมกลุ่มเป้าหมายอีกครั้งเพื่อถอดบทเรียนการศึกษาประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มออนไลน์ก่อนนำไปใช้และหลังจากนำแพลตฟอร์มไปใช้งาน อันจะนำไปสู่การสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นและประโยชน์ที่วิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อได้รับ (Potential Product Increment) และข้อเสนอแนะอื่นเพื่อให้เกิดการปรับปรุงต่อไป

3.7 รวบรวมข้อมูลและประเมินผล ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำแบบสอบถามการยอมรับเทคโนโลยีตามแบบจำลอง TAM (จักรี ทำมานและมานิตย์ อาษานอก. 2561 : 21) โดยใช้อัตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อให้ผู้ใช้งานประเมินเมื่อครบ 30 วัน แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(บุญชม ศรีสะอาด. 2556) โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 คือ ยอมรับระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 คือ ยอมรับระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 คือ ยอมรับระดับปานกลาง

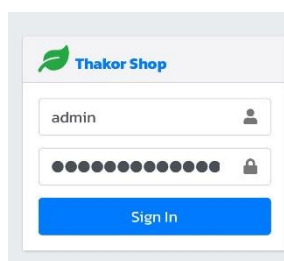
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 คือ ยอมรับระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 คือ ยอมรับระดับน้อยที่สุด

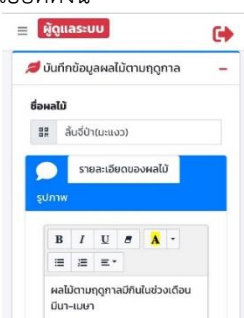
4. ผลการศึกษา

4.1 ผลการพัฒนาแพลตฟอร์มสามารถสามารถเข้าสู่ระบบผ่านเว็บไซต์ <http://project-com-tech.ubru.ac.th/~thakor/> โดยระบบได้กำหนดให้มีผู้ใช้งาน 2 กลุ่มคือ ผู้ดูแลระบบ และผู้ใช้งานทั่วไป ดังนี้

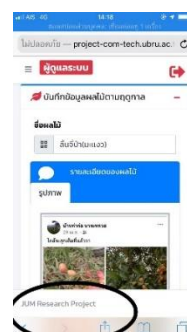
4.1.1 ผู้ดูแลระบบ สามารถเข้าสู่ระบบโดยผ่านการล็อกอิน โดยต้องป้อนข้อมูลผู้ใช้งาน และรหัสผ่านให้ถูกต้องก่อนเข้าสู่ระบบ ดังรูปที่ 7 รวมทั้งความสามารถของผู้ดูแลระบบสามารถบันทึกข้อมูล แทรกภาพประกอบ ดังรูปที่ 8 และ 9 ตามลำดับนอกจากนี้ผู้ดูแลระบบยังสามารถเพิ่มรายการใหม่และบันทึกข้อมูลดังรูปที่ 10 และสามารถค้นหาข้อมูลดังรูปที่ 11 โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 7 การล็อกอินเข้าสู่ระบบ



รูปที่ 8 การบันทึกข้อมูล



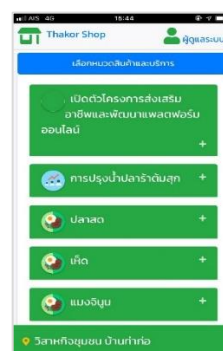
รูปที่ 9 แทรกภาพประกอบ



รูปที่ 10 รายการใหม่และบันทึก



รูปที่ 11 แสดงผลการค้นหา



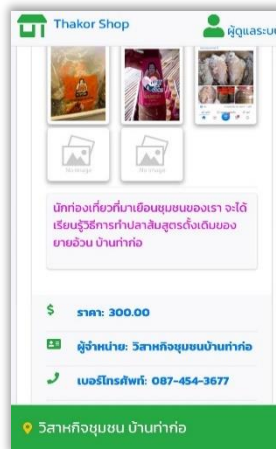
รูปที่ 12 หน้าหลัก

4.1.2 ผู้ใช้งาน สามารถเข้าใช้งานระบบได้โดยไม่ต้องป้อนรหัสผู้ใช้งานและรหัสผ่าน เมื่อเข้าสู่ระบบจะแสดงหน้าหลักเพื่อให้เลือกหมวดหมู่ในการแสดงผลตามสินค้าและบริการ ดังรูปที่ 12 ระบบมีการจัดหมวดหมู่การแสดงผลตามสินค้าและบริการในเมนูหลัก ประกอบด้วย ของฝาก ของที่ระลึก ผลไม้ตามฤดูกาล อาหารตามฤดูกาล โปรแกรมการท่องเที่ยว หลักสูตรอบรมระยะสั้น และองค์ความรู้และภูมิปัญญา ดังรูปที่ 13 เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่เมนูที่ต้องการจะไปที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2565

แสดงรายละเอียดข้อมูลในแต่ละส่วน ดังรูปที่ 13 เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่หลักสูตรอบรมระยะสั้น จะแสดงหลักสูตรที่ชุมชนสามารถสาธิตให้ความรู้แก่ผู้สนใจหรือนักท่องเที่ยวได้ทดลองฝึกปฏิบัติ โดยจะแสดงรายละเอียดรูปภาพ พร้อมคำอธิบาย ราคา ผู้จำหน่าย เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ เฟสบุ๊คไอดี และไลน์ไอดี ดังรูปที่ 14 นอกจากนี้ในชุมชนยังบริการโปรแกรมการท่องเที่ยว เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่เมนูโปรแกรมการท่องเที่ยวจะแสดงข้อมูล ภาพประกอบ ราคา ผู้จำหน่าย หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ เฟสบุ๊คไอดี และไลน์ไอดี ดังรูปที่ 15



รูปที่ 13 เมนูหลัก



รูปที่ 14 โรงเรียนปลาสาม



รูปที่ 15 การท่องเที่ยวชุมชน

4.2 ผลการศึกษาผลการยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้งานแพลตฟอร์มออนไลน์ ได้นำไปให้ผู้ใช้งานได้ทดลองใช้ จำนวน 70 คน และเก็บข้อมูลการยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้ระบบหลังจากทดลองใช้งานระบบ 15 วัน เพื่อนำผลมาวิเคราะห์และสรุปผล แสดงผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 1 ผลการยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้ระบบที่มีต่อแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ จังหวัดอุบลราชธานี

N=70

การยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้ระบบ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. การรับรู้ถึงประโยชน์จากการใช้งาน			
1.1 มีข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินงานวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อครบถ้วน	4.63	0.49	มากที่สุด
1.2 มีฟังก์ชันการทำงานครบถ้วนและประมวลผลได้อย่างถูกต้อง	4.60	0.50	มากที่สุด
1.3 สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน	4.56	0.73	มากที่สุด
1.4 ระบบสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเลือกฝึกอบรม การท่องเที่ยว และการเลือกซื้อสินค้า	4.67	0.48	มากที่สุด
1.5 แพลตฟอร์มเป็นแหล่งเผยแพร่ข้อมูลสืบค้นง่าย	4.50	0.51	มาก
เฉลี่ยรวม	4.59	0.54	มากที่สุด
2. การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน			
2.1 มีคู่มือแนะนำสำหรับการใช้งาน	4.77	0.52	มากที่สุด
2.2 มีขั้นตอนการใช้งานสะดวก ไม่ซับซ้อน มีคำอธิบายภาษาไทย	4.63	0.56	มากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ)

N=70

การยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้ระบบ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความคิดเห็น
2.3 มีการจัดวางองค์ประกอบภาพกราฟิก ตัวอักษรและสีที่เหมาะสม	4.78	0.51	มากที่สุด
2.4 ระบบสามารถทำงานได้ตลอดเวลารองรับการทำงานผ่านอินเทอร์เน็ต	4.47	0.62	มาก
2.5 ระบบการทำงานรองรับการแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต สมาร์ทโฟน เป็นต้น	4.50	0.43	มาก
เฉลี่ยรวม	4.63	0.53	มากที่สุด
โดยรวม	4.61	0.54	มากที่สุด

ตารางที่ 1 ผลการยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้ระบบที่มีต่อแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ จังหวัดอุบลราชธานี ด้านโปรแกรมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.61$, $S.D.=0.54$) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าด้านการรับรู้ถึงประโยชน์จากการใช้งาน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.59$, $S.D.=0.54$) และด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.63$, $S.D.=0.53$)

4.3 ผลการวัดประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ จังหวัดอุบลราชธานี แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ จังหวัดอุบลราชธานี

ประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มออนไลน์	ก่อนการใช้งานแพลตฟอร์มออนไลน์	หลังการนำแพลตฟอร์มออนไลน์มาใช้งาน
1. กระบวนการจัดการสารสนเทศชุมชน	ไม่มีรูปแบบการจัดเก็บสารสนเทศชุมชนแน่นอน ไม่สามารถสืบค้นข้อมูลได้ และใช้วิธีการบอกเล่าปากต่อปาก และไม่มีแหล่งอ้างอิง	จัดเก็บสารสนเทศชุมชนอย่างเป็นระบบบนแพลตฟอร์มออนไลน์ สามารถสืบค้นข้อมูลและอัปเดตข้อมูลได้ทันที ผ่านคอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต จากแอดมินที่ชุมชนแต่งตั้งให้เป็นผู้ดูแลระบบ
2. กระบวนการส่งเสริมอาชีพของชุมชน	ได้รับความรู้จากการฝึกอบรมจากหน่วยงานภาครัฐจัดให้ เช่น พัฒนาชุมชน องค์การบริหารส่วนตำบล เป็นต้น และมีช่องทางการจัดจำหน่ายภายในชุมชนและบริเวณหมู่บ้านใกล้เคียงเท่านั้น	เพิ่มช่องทางการโฆษณาประชาสัมพันธ์ และเพิ่มช่องทางการจำหน่ายสินค้าและบริการของชุมชนแบบออนไลน์
3. กระบวนการมีส่วนร่วมและทัศนคติในการพัฒนาชุมชนของตนเองโดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย	ไม่มีการจัดกระบวนการนี้มาก่อน	คนในชุมชนเกิดกระบวนการมีส่วนร่วมคิดร่วมพัฒนาเพื่อให้เกิดสินค้าและบริการการท่องเที่ยวในชุมชน เสริมสร้างทัศนคติ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มออนไลน์	ก่อนการใช้งานแพลตฟอร์มออนไลน์	หลังการนำแพลตฟอร์มออนไลน์มาใช้งาน
		ที่ดีในการนำประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการพัฒนาตนเองในการประกอบอาชีพและสร้างรายได้จากแพลตฟอร์มออนไลน์
4. ผลประกอบการของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ	สมาชิกมีการรวมกลุ่มแต่ไม่เกิดกิจกรรมสร้างรายได้	สมาชิกวิสาหกิจชุมชนนำผลิตภัณฑ์ที่ตนมีมาจำหน่ายผ่านกลุ่ม โดยมีแอดมินเป็นผู้จัดทำรายละเอียดสินค้าและคอนเทนต์เพื่อจำหน่ายผ่านแพลตฟอร์มก่อให้เกิดรายได้จากแพลตฟอร์มออนไลน์ ดังนี้
	ไม่มีแนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อจำหน่ายในชุมชน	สมาชิกพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่คือพิชซ่า เพราะไม่สามารถหาซื้อตามชนบทได้ จึงได้เริ่มเรียนรู้และผลิตพิชซ่าโดยใช้วัตถุดิบจากชุมชนทำให้มีรายได้ 1,000 บาท/วัน เพราะใช้การโปรโมทจากแพลตฟอร์มออนไลน์
	สมาชิกต่างคนต่างอยู่ เก็บผักและของป่าขายภายในหมู่บ้านมีรายได้ประมาณ 100-200 บาท/วัน	เกิดการรับผักและของป่าจากสมาชิกมาจำหน่ายและโปรโมทจากแพลตฟอร์มทำให้มีรายได้ 300 บาท/วัน
	ไม่มีการรวมกลุ่มสมาชิกขายปลาทำให้ต้องไปซื้อปลาจากแหล่งอื่น ทำให้มีต้นทุนในการจำหน่ายมากได้กำไรน้อย	3) สมาชิกขายปลาสดเกิดการรวมกลุ่มเกิดการแปรรูปโดยไม่ต้องซื้อจากแหล่งอื่นทำให้ลดต้นทุนและจำหน่ายผ่านแพลตฟอร์มมีรายได้เฉลี่ย 200บาท/วัน
	ไม่มีแนวคิดการรวมกลุ่มสมาชิกที่มี การจำหน่ายสินค้าแบบเดียวกัน สมาชิกมีรายได้ประมาณ 100-200 บาท/รอบการผลิต (ผลิต 2-3 เดือน/ครั้ง)	4) เกิดการรวมกลุ่มผู้เลี้ยงปลาตะเพียนเพื่อจำหน่ายวัตถุดิบในการทำปลาร้าร่วมกัน ไม่ต้องไปซื้อปลากจากนอกชุมชนทำให้ลดต้นทุนการผลิตและสามารถผลิตสินค้าได้ต่อเนื่องทำให้สมาชิกในกลุ่มมีรายได้เฉลี่ย 500 บาท/คน ต่อบรอบการผลิต ปัจจุบันมีการผลิตเดือนละ 2-3 ครั้ง

สรุป การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งเสริมทัศนคติด้านการประกอบอาชีพ และทักษะด้านใช้ชีวิตให้แก่ชุมชนในทางที่ดีขึ้น ได้ต้นแบบบุคคลที่สร้างแรงจูงใจให้แก่สมาชิกคนอื่น ๆ ในชุมชน เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดด้านการประกอบอาชีพในรูปแบบเดิม ๆ ที่มีเพียงการทำนา รับจ้าง และเดินขายสินค้าเล็กน้อยตามหมู่บ้าน มาเป็นการขายสินค้าออนไลน์ จากการถอดบทเรียนกลุ่มเป้าหมายสามารถลดรายจ่าย เพิ่มรายได้ในครัวเรือนได้ และสร้างรายได้ผ่านการรวมกลุ่มเพื่อจำหน่ายผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ ได้ต้นแบบบุคคลที่สร้างแรงจูงใจให้แก่สมาชิกคนอื่น



ในชุมชน เนื่องมาจากการได้รับการส่งเสริมทัศนคติ ด้านการประกอบอาชีพในรูปแบบเดิม ๆ และฝึกฝนทักษะการนำแพลตฟอร์มออนไลน์ไปใช้ในการขายสินค้าและผลิตภัณฑ์ของชุมชน ทำให้สมาชิกเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วชักชวนสมาชิกคนอื่น ๆ ให้มีการเปลี่ยนแปลงตาม นอกจากนี้ยังทำให้คนในชุมชนเกิดการมีปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้นผ่านการจัดกิจกรรมและการฝึกอบรม

5. อภิปรายผลและสรุปผล

ผลการพัฒนาแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้แนวคิดแบบโอโจล โดยแบ่งงานออกเป็นวงรอบและพัฒนาทีละน้อย โดยใช้กระบวนการสกรีม ได้ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบให้สามารถใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตในรูปแบบ Web Application โดยใช้ภาษาโปรแกรม PHP และระบบฐานข้อมูล MySQL สอดคล้องกับงานวิจัยของชนัญชิตา เลิศจะบก และจกมล จันทรเรือง (2563) ที่ได้ศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้โอโจลเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบนำเสนอหนังสือมีชีวิตดิจิทัล กรณีศึกษา สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่พบว่าเมื่อนำแนวคิดแบบโอโจลมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบจะเกิดความรวดเร็วและตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานระบบ ซึ่งระบบสามารถแสดงผลตามหมวดสินค้าและบริการตามข้อเสนอแนะ และปรับปรุงให้ตรงต่อความต้องการแก่ผู้ดูแลระบบ และผู้ใช้งาน โดยผู้ดูแลระบบสามารถบันทึก เพิ่ม แก้ไข ค้นหาข้อมูลและแสดงรายงานสามารถแสดงผลได้หลากหลายแพลตฟอร์ม เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่รองรับการแสดงผลบนบราวเซอร์ ผลการประเมินประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านระบบสารสนเทศ ด้านโปรแกรม ด้านคู่มือการใช้งาน พบว่ามีค่าเฉลี่ยทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ จักรี ทำมาน และมานิตย์ อาษานอก (2561) ที่ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาเว็บไซต์ที่ส่งเสริมการยอมรับเทคโนโลยีตามแบบจำลอง TAM เพื่อการวิจัยและบริการวิชาการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่เห็นควรให้มีการประเมินประสิทธิภาพของระบบ คือ ด้านเนื้อหา ด้านระบบสารสนเทศ ด้านโปรแกรมและด้านคู่มือการใช้งานระบบ เพื่อให้ผู้พัฒนาระบบทราบถึงข้อดี ข้อด้อยที่ควรปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการในการใช้งาน

6. ข้อเสนอแนะ

ควรมีการจัดอบรมที่เลี้ยงชุมชนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อคอยฝึกเป็นผู้ดูแลระบบเพื่อให้เกิดการอัปเดตข้อมูลให้เป็นปัจจุบันตลอดเวลา และคอยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ และฝึกการใช้งานแพลตฟอร์มเพื่อให้เกิดการรับรู้และใช้แพลตฟอร์มมากยิ่งขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา (กสศ.)

เอกสารอ้างอิง

- จักรี ทำมาน และมานิตย์ อาษานอก. (2561). การพัฒนาระบบสารสนเทศที่ส่งเสริมการยอมรับเทคโนโลยีตามแบบจำลอง TAM เพื่อการวิจัยและบริการวิชาการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. วารสารโครงการวิทยการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ. 4(2). 22-23
- ชนัญชิตา เลิศจะบก และจกมล จันทรเรือง. (2563). การประยุกต์ใช้โอโจลเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบนำเสนอหนังสือมีชีวิตดิจิทัล กรณีศึกษา สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 11 “Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2020” วันที่ 27 มีนาคม 2563 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- สันหาค์ นิลสัย. (2560). การประยุกต์ใช้แนวคิดแบบอไจล์กับระบบติดตามและควบคุมความคืบหน้า. โครงการ. หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุพัตรา วยะละน พงศกร พงษ์ปรีชา ศุภชัย จาหอม และศุภกิตติ์ หนองใหญ่. (2565). การพัฒนาระบบสารสนเทศ พิพธิภัณฑ์พระพุทธรูปไม้โบราณ พระพรหมวชิรญาณ วัดอาม้อย อำเภอมือง จังหวัดสุรินทร์. วารสารศิลปะ และวัฒนธรรมลุ่มแม่น้ำมูล. 11(1). 20-23.
- Charles Edeki. (2015). Agile Software Development Methodology. *European Journal of Mathematics and Computer Science*. 2(1), pp. 22-27
- Pusri, N., & Kritworakarn, C. (2018). Applying Agile Project Management to Website Development. (Extended Abstract). *The 2nd Seminar on Industrial Engineering and Industrial Management*. 2018, July 16. Chiang Mai University.
- Reinertsen, Donald. (2009). *Principles of Product Development Flow: Second Generation Lean Product Development*. Celeritas Publishing.
- S. Bhalerao & D. Puntambekar. (2009). Generalizing Agile Software Development Life Cycle. *International Journal on Computer Science and Engineering*. 1(3), 222-226
- Tavares, B. G., da Silva, C. E. S. and de Souza, A. D. (2019). Risk management analysis in Scrum software projects. *International Transactions in Operational Research*. 26(5), pp 1884–1905.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวการพัฒนาแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อเสริมศักยภาพวิสาหกิจชุมชนบ้านท่าก่อ จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้แนวคิดแบบอไจล์ ตามกระบวนการสกรัม (Scrum) คือการนำแนวคิดในการทำงานแบบอไจล์ (Agile) มาปฏิบัติตามขั้นตอนของสกรัม สามารถระบุปัญหาที่มีความซับซ้อน เปลี่ยนแปลงบ่อย เพื่อให้สามารถส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศ โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดเวลาในการพัฒนาระบบสารสนเทศและสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา ร่วมกัน และการประเมินโดยใช้แบบจำลองยอมรับเทคโนโลยี (The Technology Acceptance Model -TAM) เพื่อเป็นแนวทางศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับหรือการตัดสินใจที่จะใช้เทคโนโลยี ที่เหมาะสมสำหรับผู้ใช้งานต่อไป



การพัฒนาระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ

สุชาติ ดุมนิล

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

E-mail : linesky0007@gmail.com

วันที่รับบทความ 16 กันยายน 2565

วันแก้ไขบทความ 23 ธันวาคม 2565

วันที่รับบทความ 26 ธันวาคม 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ หาคุณภาพและประสิทธิภาพระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการใช้งานของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติสู่เกษตรกร กระบวนการวิจัยได้ดำเนินการโดยการพัฒนาระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน จากนั้นนำไปพัฒนารูปแบบระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ เสร็จแล้วก็นำไปประเมินกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นคณาจารย์ นักศึกษา เจ้าหน้าที่ และเกษตรกร จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินระดับการพัฒนาความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.68 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.46 และเมื่อประเมินหาคุณภาพของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ ที่พัฒนาตามรูปแบบ พบว่า คุณภาพของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.41 และเมื่อทดสอบหาประสิทธิภาพระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ โดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ และกลุ่มตัวอย่างที่ได้แสดงความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการใช้งานของระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.41 ซึ่งมีวิธีดำเนินการของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ โดยทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของเซ็นเซอร์อุณหภูมิ DHT22 ให้ไปควบคุมการทำงานของปั้มน้ำในโรงเรือนหรือสวนผักที่มีการติดตั้งระบบเซ็นเซอร์ เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ตามค่าที่ได้กำหนดไว้ ดังนั้นจึงสรุปผลการวิจัยได้ว่า รูปแบบการพัฒนาระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ ที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยประหยัดเวลา และแรงงาน สร้างความสะดวกสบายและแบ่งเบาภาระของเกษตรกรในการควบคุมสิ่งแวดล้อมในระบบน้ำผ่านสมาร์ตโฟนได้ทุกที่ทุกเวลา และช่วยควบคุมอุณหภูมิในอากาศได้อย่างมีคุณภาพและสามารถเพิ่มผลผลิตของสวนผักหรือโรงเรือนที่ปลูกผักได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : ปั้มน้ำ เซลล์แสงอาทิตย์ อุณหภูมิ อัตโนมัติ

Development of automatic photovoltaic pumping system

SUCHAT DUMNIL

Faculty of Industrial Technology Surindra Rajabhat University

E-mail : linesky0007@gmail.com

Received 16 September 2022

Revised 23 December 2022

Accepted 26 December 2022

ABSTRACT

This research. The objective is to develop a model of automatic photovoltaic water pumping system. Find out the quality and efficiency of automatic photovoltaic pumping systems and study the user's satisfaction with the use of automatic photovoltaic pumping systems to farmers. The research process was carried out by the development of an automated photovoltaic pumping system. Evaluated by 5 experts and then developed a model for automatic photovoltaic pumping system. And then it's evaluated with a sample of faculty members. 30 students, staff and farmers were acquired by specific selection, collected and analyzed with average statistics and standard deviations. The results showed that experts assessed the level of development as optimal. The total average is 4.68 and the standard deviation is 0.46 The standard deviation is 0.41, and when tested for the efficiency of the automatic photovoltaic pumping system. It has an average of 100, which has hypothetical performance, and the sample shows the user's satisfaction with the use of the improved system at the highest level of quality. The standard deviation is 0.41, which is how the automatic photovoltaic pumping system is carried out. By connecting the device of the DHT22 temperature sensor to control the operation of the pump in the greenhouse or vegetable garden where the sensor system is installed. to control the temperature to the specified value. Therefore, it can be concluded that the development of automatic photovoltaic pumping systems can save time and labor. It creates convenience and eases the burden on farmers to control and turn on and off their water system via smartphone anytime, anywhere, and helps to control the air temperature in a quality way and increase the productivity of vegetable gardens or greenhouses.

Keywords: Water Pump, Photovoltaic, Temperature, Automatic

1. บทนำ

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม และมีผลผลิตทางการเกษตรรวมถึงผลผลิตเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีศักยภาพสูงสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน ข้าวข้าวโพด เป็นต้น โดยการแปรรูป ขนอ้อย ใบและกะลาปาล์ม แกลบ และซังข้าวโพด เป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าและพลังงานความร้อนสำหรับใช้ในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม ส่วนกากน้ำตาล น้ำอ้อย และมันสำปะหลังใช้ผลิตเอทานอล และน้ำมันปาล์ม และสเตรนโซลิดไบโอดีเซล เป็นต้น กระทรวงพลังงานจึงมียุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานทดแทนจากพืชพลังงานเหล่านี้ เพื่อจะได้เป็นตลาดทางเลือกสำหรับผลิตผลการเกษตรไทย ซึ่งจะสามารถช่วยลดข้อผิดพลาดในการเกษตรและช่วยให้ราคาผลผลิตการเกษตรมีเสถียรภาพ และภาครัฐไม่ต้องจัดสรรงบประมาณมาประกันราคาพืชผลผลิตดังกล่าว ประกอบกับเทคโนโลยีพลังงานทดแทนจากพืชพลังงานเป็นเทคโนโลยีที่ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจหรือเกือบลดต้นทุนหากได้รับการสนับสนุนอีกเพียงเล็กน้อยจากภาครัฐบาล นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีแหล่งพลังงานจากธรรมชาติที่จัดเป็นพลังงานหมุนเวียน เช่น ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก พลังลม และพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะสามารถใช้ผลิตพลังงานทดแทนได้ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2559)

โดยเฉพาะระบบสูบน้ำด้วยระบบโซลาร์เซลล์เป็นการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากแผงโซลาร์เซลล์อีกวิธีหนึ่ง โดยการนำเอาไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์มาใช้เพื่อการสูบน้ำด้วยวิธีที่ไม่ซับซ้อน เพียงต่อสายไฟจากแผงโซลาร์เซลล์เข้ากับปั้มน้ำสูบน้ำชนิดไฟฟ้ากระแสตรง ระบบก็พร้อมที่จะทำงาน ซึ่งเมื่อมีแสงแดดส่องไปบนแผงโซลาร์เซลล์ ระบบก็จะทำงานทันที ข้อดีของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์นี้คือ ติดตั้งได้ง่ายและไม่เป็นภาระในการใช้งานทั้งนี้เนื่องจากระบบจะทำงานได้เองแบบอัตโนมัติโดยขึ้นกับปริมาณแสงแดด และระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ยังสามารถออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกันได้ด้วย (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค). 2555)

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในทุกสาขาอาชีพ ไม่เว้นแม้แต่อาชีพเกษตรกรรม ซึ่งจัดเป็นอาชีพหลักของประเทศไทยแต่เป็นที่น่าแปลกใจว่า งานวิจัยด้านเทคโนโลยีสารสนเทศส่วนใหญ่กลับไม่ได้เกื้อหนุนต่ออาชีพเกษตร ซึ่งเป็นอาชีพหลักของคนไทยมากนัก อาชีพเกษตรกรรมยังคงเป็นอาชีพที่ต้องใช้การจัดการแบบในอดีต คือ ต้องเดินตรวจสอบ ใส่ปุ๋ยตามเวลาที่กำหนด แต่ไม่ได้คำนึงถึงธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินก่อนแล้ว การจัดการโรคแมลงเมื่อเจอปัญหาการระบาด และอาจจะใช้สารเคมีเกินอัตราความจำเป็นที่ต้องใช้ อีกทั้งยังประสบปัญหาด้านราคาผลผลิตตกต่ำในขณะที่ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น ปัญหาด้านกระบวนการจัดการ การดูแลรักษา การจัดการโรคแมลง การเก็บเกี่ยวและการจำหน่ายผลผลิต ล้วนแล้วแต่เป็นปัญหาที่สำคัญในการทำการเกษตรทั้งสิ้นรวมถึงการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างไม่มีประสิทธิภาพ ทั้งทรัพยากรที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น ดิน น้ำ แสงแดด อากาศ และทรัพยากรที่ต้องเพิ่มเติมเข้าไป เช่น ปุ๋ย สารกำจัดศัตรูพืช ถือเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการผลิตทางการเกษตรการผลิตสินค้าเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีปัจจัยการผลิตที่ตรงกับระบบการจัดการที่ดี การตัดสินใจว่าควรปลูกพืชชนิดใด เลี้ยงสัตว์ชนิดใด และใช้ปัจจัยการผลิตชนิดใดที่เหมาะสมต่อพื้นที่นั้น นับเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการผลิตทางการเกษตร แต่ในปัจจุบันกลับพบว่างานวิจัยทางด้านการเกษตรของไทยไม่ได้ก้าวตามโลกที่ได้ข้ามไปสู่ยุค IT (Information Technology) ซึ่งแตกต่างจากประเทศที่พัฒนาแล้วที่ให้ความสำคัญกับงานวิจัยในศาสตร์ที่จะทำให้การเกษตรกรรมของศตวรรษที่ 21 เป็นอาชีพที่ทันสมัย (ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ. 2550) โดยมีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์และผสมผสานกับเทคโนโลยีด้านอื่น ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ ไอที สื่อสารเซ็นเซอร์เทคโนโลยีชีวภาพ ดาวเทียม รวมทั้งนาโนเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการฟาร์ม ซึ่งจะส่งผลให้การทำฟาร์มในรูปแบบเดิมก้าวข้ามไปสู่ฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm หรือ Intelligent Farm) หรือที่ได้รับการขนานนามว่า “ฟาร์มที่มีการจัดการอย่างถูกต้องแม่นยำ” (Precision Farm) (Soni, Mandloi, & Jain. 2011)

นอกจากนั้น การทำระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติควบคุมด้วยแอปพลิเคชันนั้น ได้จัดทำโดยโปรแกรม Arduino ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีไว้สำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อป้อนข้อมูลลงแผงวงจร อีกทั้งยังมีการนำเซนเซอร์วัดอุณหภูมิมาวัดอุณหภูมิ เพื่อบรรณน้ำเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนดไว้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ส่งข้อมูลผ่านคลาวด์ (Cloud) และแสดงข้อมูลบนสมาร์ตโฟนได้ผ่านอินเทอร์เน็ต มาช่วยในการควบคุมให้สามารถรับรู้ค่า อุณหภูมิและความชื้นของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ภายในระบบควบคุม เพื่อเพิ่มผลผลิตที่มากขึ้นโดยที่ค่าของอุณหภูมิและ ความชื้น ภายในระบบเพาะปลูกจะอยู่ในช่วงที่เหมาะสมเพื่อให้การดูแลระบบ สมาร์ตฟาร์มเป็นไปอย่างอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพ (ชัยญา ไทยเจริญ และคณะ. 2562)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัย จึงเล็งเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีพลังงานทดแทน หรือพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อนำมาปรับใช้กับเทคโนโลยี IoT แบบผสมผสานทางการเกษตร เช่น การควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการปลูกพืช การควบคุมระบบน้ำและ การใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดค่าใช้จ่าย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติขึ้น เพื่อที่จะได้นำมาใช้ประโยชน์ในทางด้านการเกษตร ลดปัญหาในเรื่องของแรงงาน และยกระดับเกษตรกรสู่การเกษตรสมัยใหม่ เพื่อเสริมสร้างรายได้ให้ยั่งยืนยิ่งขึ้น

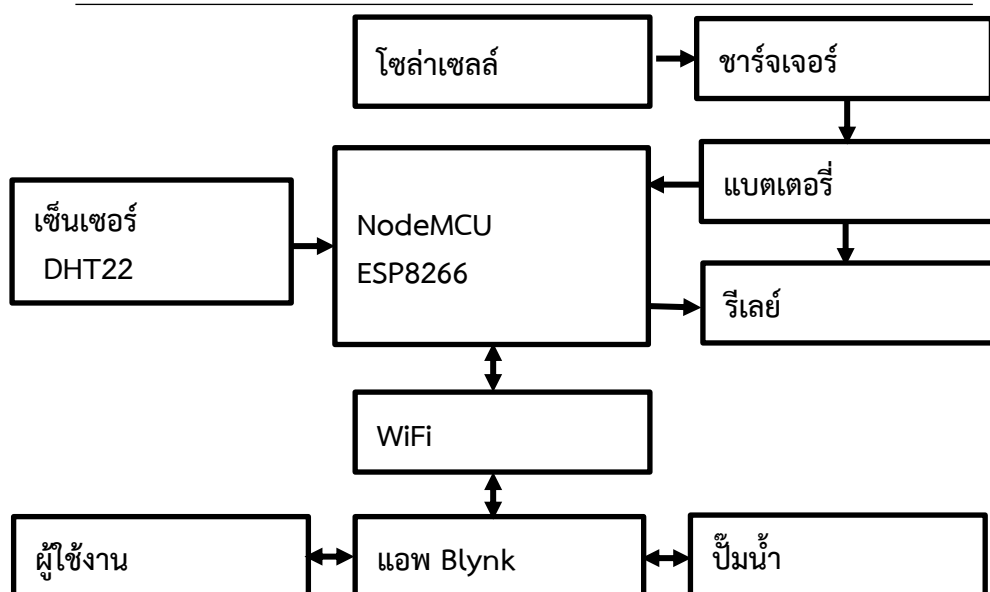
2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อพัฒนาความเหมาะสมของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ
- 2.2 เพื่อหาคุณภาพจากแบบประเมินของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ
- 2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ
- 2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการใช้งานของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติสู่เกษตรกร

3. วิธีการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย ตามลำดับขั้นตอน สามารถสรุปได้ดังนี้

- 3.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยการ ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานเพื่อมาพัฒนาระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ
- 3.2 จัดทำแบบประเมิน ผู้วิจัยจัดทำแบบประเมินเป็น 3 ชุด โดยแบ่งเป็นแบบประเมินผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 ชุดและแบบประเมินของผู้ใช้งาน จำนวน 1 ชุด
- 3.3 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินตามรายละเอียด โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแล้วจึงนำมาแก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
- 3.4 ออกแบบระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติโดยการเชื่อมต่อระบบ เช่น การต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิด้วย DHT22 เข้าที่บอร์ด Arduino NodeMCU ESP8266 และการต่อแผงโซลาร์เซลล์ เข้ากับชาร์จเจอร์ ซึ่งทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 40 วัตต์ ให้เป็นแรงดัน 12 หรือ 24 โวลต์ สำหรับชาร์จลงแบตเตอรี่ และป้อนไฟให้กับวงจร Relay (รีเลย์) เพื่อไปควบคุมการทำงานของปั้มน้ำไปยังโรงเรือนหรือ สวนผักของระบบต่อไป



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมหลักการทำงานของระบบ

3.5 นำระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ ไปทดลองในสถานการณ์จำลอง โดยการจำลองอุณหภูมิในการปรับสภาพอากาศด้วยการปล่อยน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิในอากาศให้ตรงกับค่าอุณหภูมิที่กำหนดและทดลองให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้

3.6 นำระบบให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินรูปแบบคุณภาพ และแบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ เพื่อหาคุณภาพโดยให้ผู้เชี่ยวชาญตอบแบบประเมินเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

3.7 นำระบบให้ผู้ใช้งานประเมินความพึงพอใจโดยใช้กลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 30 คน ในการประเมินระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ โดยให้ผู้ใช้งานตอบแบบประเมินเพื่อหาความพึงพอใจและนำไปวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

3.8 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ

3.9 ผู้วิจัยทำการเผยแพร่และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่สนใจในระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ



รูปที่ 2 ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่สนใจในระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการประเมินการพัฒนาความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินการพัฒนาความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ

องค์ประกอบของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม		
	$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
1.ด้านโครงสร้าง			
1.1 การออกแบบโครงสร้างมีความเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 การเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
1.3 การจัดวางอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.80	0.33	มากที่สุด
2.ด้านเทคโนโลยี			
2.1 การติดตั้งระบบซอฟต์แวร์	4.40	0.55	มากที่สุด
2.2 การติดตั้งระบบฮาร์ดแวร์	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 การติดตั้งระบบสื่อสาร	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.53	0.54	มากที่สุด
3.ด้านการติดตั้งระบบจัดการ			
3.1 การสั่งระบบตั้งเวลาในการทำงาน	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 การสั่งระบบปริเลย์ในการทำงาน	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 การวัดค่าอุณหภูมิ	4.80	0.45	มากที่สุด
3.4 การวัดค่าความชื้นในอากาศ	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.70	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ)

องค์ประกอบของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม		
	$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
4.ด้านการใช้งานระบบจัดการ			
4.1 การใช้ระบบตั้งค่าเวลาในการทำงาน	4.80	0.45	มากที่สุด
4.2 การใช้ระบบควบคุมการเปิด-ปิดรีเลย์	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 การแสดงค่าการวัดอุณหภูมิ	4.60	0.55	มากที่สุด
4.4 การแสดงค่าการวัดความชื้นในอากาศ	4.80	0.45	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.70	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.68	0.46	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินการพัฒนาความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบของระบบป้อนน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.68 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.46

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของระบบป้อนน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ

ตารางที่ 2 แบบประเมินคุณภาพของระบบป้อนน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{X}$	S.D.	คุณภาพ
การออกแบบโครงสร้างมีความเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
การเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
การจัดวางอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
การติดตั้งระบบและแอปพลิเคชันของระบบ	4.40	0.55	มากที่สุด
ความสะดวกต่อการซ่อมบำรุงระบบ	4.40	0.55	มากที่สุด
ความแม่นยำในการสั่งงานของระบบ	4.80	0.45	มากที่สุด
ความเร็วในการประมวลผลของระบบ	4.60	0.55	มากที่สุด
ความสะดวกในการใช้งานระบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
ความเสถียรภาพการทำงานของระบบ	4.40	0.55	มากที่สุด
ความสามารถการทำงานของระบบโดยรวม	4.80	0.45	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.66	0.41	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 คุณภาพของระบบป้อนน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของระบบโดยรวม ในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.41

4.3 ผลการหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ

ตารางที่ 3 การหาประสิทธิภาพโดยการทำงานของแอปพลิเคชันระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ

ลำดับ	เลือกโหมดการทำงาน			หมายเหตุ
	การควบคุมอัตโนมัติ	การควบคุมเอง		
		กดปุ่ม (เปิด-ปิด) รีเลย์ที่ 1	กดปุ่ม (เปิด-ปิด) รีเลย์ที่ 2	
1	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	ทำการเชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ตในการทำงาน
2	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
3	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
4	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
5	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
6	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
7	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
8	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
9	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
10	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
ผลรวม	10	10	10	
ค่าร้อยละ	100	100	100	

หมายเหตุ ทำงาน หมายถึงเท่ากับ 1
ไม่ทำงาน หมายถึงเท่ากับ 0

จากตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพโดยการทำงานของแอปพลิเคชันระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ พบว่า ประสิทธิภาพการทำงานของแอปพลิเคชันโดยรวม มีค่าร้อยละเท่ากับ 100

ตารางที่ 4 การหาประสิทธิภาพโดยการตั้งอุณหภูมิในการทำงานของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ

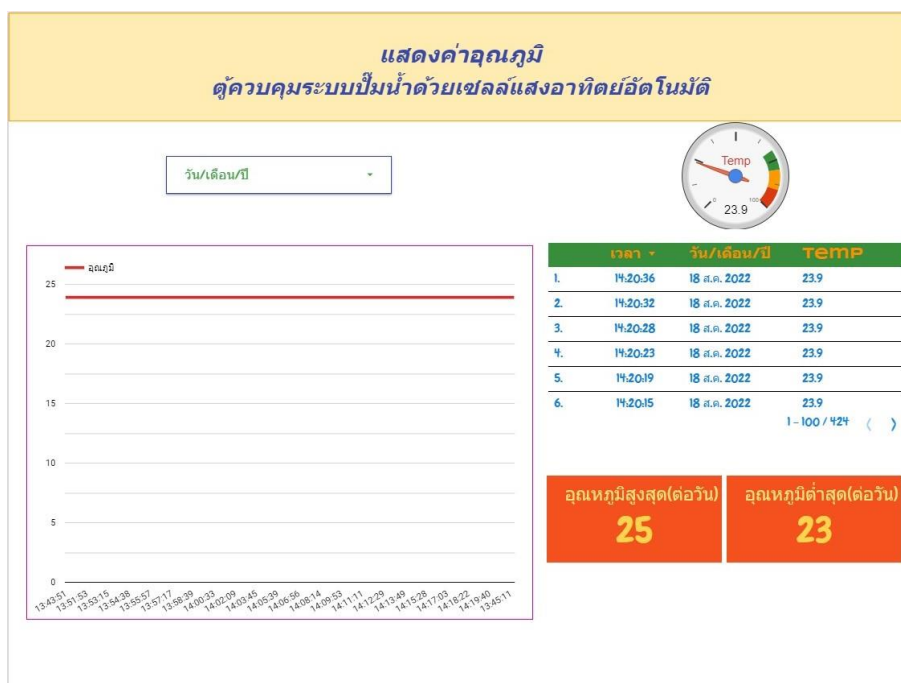
ลำดับ	การตั้งอุณหภูมิ (เปิด) สูงกว่า 25 องศาเซลเซียส		การตั้งอุณหภูมิ (ปิด) ต่ำกว่า 23 องศาเซลเซียส		หมายเหตุ
	รีเลย์ที่ 1	รีเลย์ที่ 2	รีเลย์ที่ 1	รีเลย์ที่ 2	
1	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	ทำการเชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ตในการทำงาน
2	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
3	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
4	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
5	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
6	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
7	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ	การตั้งอุณหภูมิ (เปิด) สูงกว่า 25 องศาเซลเซียส		การตั้งอุณหภูมิ (ปิด) ต่ำกว่า 23 องศาเซลเซียส		หมายเหตุ
	รีเลย์ที่ 1	รีเลย์ที่ 2	รีเลย์ที่ 1	รีเลย์ที่ 2	
8	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	ทำการ เชื่อมต่อ ระบบ อินเตอร์เน็ต ในการ ทำงาน
9	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
10	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	
ผลรวม	10	10	10	10	
ค่าร้อยละ	100	100	100	100	

หมายเหตุ ทำงาน หมายถึงเท่ากับ 1
ไม่ทำงาน หมายถึงเท่ากับ 0

จากตารางที่ 4 ผลการหาประสิทธิภาพโดยการตั้งอุณหภูมิในการทำงานของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ พบว่า ประสิทธิภาพของการตั้งอุณหภูมิการทำงานโดยรวม มีค่าร้อยละเท่ากับ 100 โดยสามารถดูการแสดงค่าอุณหภูมิของตู้ควบคุมระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ ใน google studio รูปที่ 3



รูปที่ 3 การแสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละวัน ของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ ด้วย google studio

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ

ตารางที่ 5 แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	ความพึงพอใจ
1.ด้านความสำคัญของเทคโนโลยี IoT			
1.1 เทคโนโลยี IoT มีความจำเป็นและสำคัญในยุคปัจจุบันทำให้มีความสะดวกสบายยิ่งขึ้น	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 การนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ทำให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมดูแลสั่งงาน การทำงานของระบบต่าง ๆ ได้ จากทุกที่ทุกเวลา ทันต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3 เทคโนโลยี IoT มีความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของคนในยุคปัจจุบัน	4.80	0.45	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.80	0.33	มากที่สุด
2.ด้านความสามารถของระบบ			
2.1 สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 สามารถสั่งการรดน้ำได้	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 สามารถตั้งเวลาในการทำงานได้	4.80	0.45	มากที่สุด
2.4 สามารถใช้งานระบบหรือสั่งการผ่านสมาร์ตโฟนได้จากทุกที่ทุกเวลาที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.75	0.39	มากที่สุด
3.ด้านประโยชน์และการใช้งาน			
3.1 ระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ เป็นการนำเทคโนโลยี IoT ใช้สั่งการควบคุมการเปิด-ปิดรีเลย์ ทำให้ผู้ใช้งานสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 ช่วยให้เกษตรกรมีการจัดการที่ดีขึ้น ประหยัดเวลาและแรงงานในการดูแลฟาร์มผ่านสมาร์ตโฟนได้	4.40	0.55	มากที่สุด
3.3 ระบบช่วยควบคุมอุณหภูมิในอากาศได้อย่างมีคุณภาพและเพิ่มประสิทธิภาพการดูแลรักษาผลผลิต	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.60	0.51	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.72	0.41	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ โดยรวมพบว่า มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41

อภิปรายผลและสรุปผล

5.1 อภิปรายผล

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่าการพัฒนาความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบจัดการของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นโดยรวมในระดับการพัฒนาความเหมาะสมที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 โดยที่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมของด้านโครงสร้าง พบว่า มีระดับความเหมาะสมในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33 รองลงมา ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมของด้านการติดตั้งระบบจัดการ มีระดับความเหมาะสมในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 และค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมของด้านการใช้งานระบบจัดการ มีระดับความเหมาะสมในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 ตามลำดับ

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพของระบบควบคุมปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ ผู้เชี่ยวชาญโดยรวมมีความคิดเห็นต่อคุณภาพในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 โดยที่ความคิดเห็นต่อคุณภาพ ด้านการออกแบบโครงสร้างมีความเหมาะสม มีระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00

ผลการหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ โดยรวม พบว่า ประสิทธิภาพการทำงานของแอปพลิเคชันและประสิทธิภาพของการตั้งเวลาการทำงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ของสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบควบคุมของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ พบว่า โดยรวมมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุดที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 โดยที่ด้านความสำคัญของเทคโนโลยี IoT มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33

จากผลการวิจัยการพัฒนาระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ ดังกล่าว เป็นไปตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (กาญจนาพร เทียวเจริญกิจ และนฤมล อ่อนเมืองตง. 2561) เรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว ซึ่งมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว 2) เพื่อหาคุณภาพของระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรชาวไร่อ้อยที่มีต่อระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว ซึ่งพบว่า ระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัวที่พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์คุณภาพความเหมาะสมในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 ความพึงพอใจของเกษตรกรชาวไร่อ้อยที่มีต่อระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ(คุณุตม์ แซ่ม้า และคณะ. 2561) เรื่อง ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ ซึ่งพบว่า ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ ผ่านเซนเซอร์วัดความชื้นในดินและส่งสัญญาณข้อมูลกลับไปยังตัวรับแบบไร้สาย โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงาน โดยติดตั้งเซนเซอร์ในบริเวณแปลงเพาะปลูกจำลองสำหรับตรวจวัดค่าความชื้นในดิน จากนั้นส่งค่าการตรวจวัดผ่านโมดูลสื่อสารไร้สายในคลื่นความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวหลัก เพื่อทำการประมวลผลว่าควรจ่ายน้ำหรือไม่และทำการควบคุมให้ระบบจ่ายน้ำเพื่อรดน้ำให้กับแปลงผักอัตโนมัติ ผลการทดสอบระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ โดยรวมสามารถทำได้

5.2 สรุปผล

ผลการพัฒนาระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ ที่ทำการพัฒนาความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบ ประกอบด้วยแนวคิดและหลักการมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับวัตถุประสงค์ การครอบคลุมตามองค์ประกอบหลักของรูปแบบการพัฒนาระบบของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ และองค์ประกอบของ

รูปแบบพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการพัฒนาความเหมาะสมของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ โดยรวมมีระดับการพัฒนาความเหมาะสมที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.46 โดยพบว่า องค์ประกอบของรูปแบบด้านโครงสร้าง ซึ่งประกอบไปด้วย การออกแบบโครงสร้างมีความเหมาะสม การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม และการจัดวางอุปกรณ์มีความเหมาะสมโดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมของด้านโครงสร้าง พบว่า มีระดับการพัฒนาความเหมาะสมในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33 รองลงมาพบว่า องค์ประกอบของรูปแบบด้านการติดตั้งระบบการจัดการ ซึ่งประกอบไปด้วย การส่งระบบตั้งเวลาในการทำงาน การส่งระบบรีเลย์ในการทำงาน การวัดค่าอุณหภูมิ และการวัดค่าความชื้นในอากาศ โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมของด้านการติดตั้งระบบการจัดการ พบว่า มีระดับการพัฒนาความเหมาะสมในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49

ผลการประเมินคุณภาพระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็น โดยรวมมีระดับความคิดเห็นต่อคุณภาพที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.41 โดยพบว่า การออกแบบโครงสร้างมีความเหมาะสม มีระดับความคิดเห็นที่มากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 รองลงมาพบว่าความสะดวกในการใช้งานระบบ ระดับความคิดเห็นคุณภาพ โดยรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 และด้านความแม่นยำในการส่งงานของระบบ มีระดับความคิดเห็นที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45

ผลการหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ พบว่า ประสิทธิภาพการทำงานของแอปพลิเคชันโดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ของ สมมุติฐานที่ตั้งไว้ และประสิทธิภาพของการตั้งเวลาการทำงานโดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ของสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ผลการประเมินความพึงพอใจของการพัฒนาระบบปั้มน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติ พบว่า ผู้ใช้งาน โดยรวม มีระดับความพึงพอใจที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 โดยพบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในด้านความสำคัญของเทคโนโลยี IoT มีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33 รองลงมา ด้านความสามารถของระบบมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.39 และด้านประโยชน์และการใช้งานมีความพึงพอใจในระดับที่มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลวิจัยไปใช้

6.1.1 การทำงานของระบบควรเพิ่มอุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน ที่สามารถวัดความชื้นในดินตามชนิดของพืชที่แตกต่างกันได้

6.1.2 การทำงานของระบบยังไม่มี การตั้งเวลาและรายงานผล ในการนำเอาข้อมูลต่างๆ มาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดประมวผลด้วยภาพได้

6.1.3 การทำงานของระบบยังไม่สามารถส่งควบคุมการปรับระดับน้ำได้ ซึ่งส่งผลให้น้ำที่จ่ายไปไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำที่พืชต้องการได้

6.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

6.2.1 ควรเพิ่มอุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน เพื่อให้สามารถวัดความชื้นในดินตามชนิดของพืชที่แตกต่างกัน

6.2.2 ควรพัฒนาให้ระบบมีการตั้งเวลาและรายงานผล เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และพัฒนาต่อยอดให้เกิดการวิเคราะห์ประมวผลด้วยภาพต่อไป

6.2.3 ควรพัฒนาให้ระบบสามารถปรับระดับปริมาณการให้น้ำของพืชตามแต่ละชนิดที่พืชต้องการ โดยสามารถควบคุมการสั่งการแบบการตั้งค่าปริมาณน้ำผ่านสมาร์ตโฟนได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2559). **คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 2. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน.**
- กาญจนาพร เตียวเจริญกิจ และนฤมล อ่อนเมืองดง. (2561). **การพัฒนาระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว.** พระนครศรีอยุธยา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- คณุตม์ แซ่ม้า และคณะ. (2561). **ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ.** สาขาวิชา เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- สัญญา ไทยเจริญ และคณะ. (2562). **ระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติและแอปพลิเคชันควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะ.** หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคโนโลยีอรรณพวิทยพัฒนา.
- ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ. (2550). **ฟาร์มอัจฉริยะ ตอนที่ 1. วารสารอัปเดต. 22 (241) : 93-96.**
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค). (2555). **คู่มือระบบสูบน้ำด้วยระบบโซล่าเซลล์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://shorturl.asia/decLr>. สืบค้นวันที่ 19 มิถุนายน 2565.
- Soni, S., Mandloi, S., & Jain, J. K. (2011, March). Zig bee based farming using sensor-based wirelessmesh networks. **Proceeding of The 5th National Conference; INDIACom - 2011: ComputingFor Nation Development.** New Delhi: Bharati Vidyapeeth's Institute of Computer Applicationsand Management.

การพัฒนาและเพิ่มมูลค่าเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน

อัสনী อำนวนัย^{1*} สนธยา เกษสมบัติ² จุมพลภัทร์ สีทากุลเศรษฐ³ ศักดิ์ทองงค์ วงศ์เจริญ⁴

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

อีเมล: assanee.a@ubru.ac.th^{1*}

วันที่รับบทความ 30 สิงหาคม 2565

วันแก้ไขบทความ 18 ตุลาคม 2565

วันที่ตอบรับบทความ 30 ตุลาคม 2565

บทคัดย่อ

โครงการวิจัย การพัฒนาและเพิ่มมูลค่าเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน และ 2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน จุดมุ่งหมาย คือ การส่งเสริม พัฒนา และการขยายการเลี้ยงไส้เดือนดินในชุมชนท้องถิ่น ขอบเขตของการวิจัย ด้านเนื้อหาที่ศึกษา ได้แก่ ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับบริบทชุมชน วิธีการเลี้ยงไส้เดือนดินของศูนย์ตามรอยธรรม บ้านเกษตรพัฒนา ตำบลคำขวาง อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี คัดแยกมูลไส้เดือนดิน การขยายพันธุ์โดยการฟักไข่ และช่องทางการเผยแพร่ ด้านเทคโนโลยีเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน ที่สามารถแยกออกได้ทั้งหมด 4 ส่วน ได้แก่ มูลไส้เดือนดิน มูลหยาบปนไข่ กากอาหาร และตัวไส้เดือนดิน เครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดินมีรูปทรงเป็นทรงกระบอกในแนวนอนมีความยาว 2.7 เมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร และความสูงของเครื่อง 1.5 เมตร ใช้แผ่นตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และขนาด 3 มิลลิเมตร เครื่องใช้มอเตอร์ AC ขนาด 1 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ต่อเข้ากับเกียร์ทดความเร็วรอบที่มีอัตราทดรอบอยู่ 1 : 30 เครื่องจะหมุน 48 รอบต่อนาที โดยมีวิธีการทดลองหาประสิทธิภาพ ได้กำหนดการทดลองหามุมเอียงของตระแกรงทรงกระบอก ทดลองตั้งมุมเอียงตั้งแต่ 10 20 30 และ 40 องศาและหาระยะเวลาของการคัดแยกมูลไส้เดือนดินที่เหมาะสม โดยนำมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงสมบูรณ์เต็มที่และสามารถนำมาคัดแยกและทดลองได้ การทดลองใช้มูลไส้เดือนดินครั้งละ 5 กิโลกรัม ผลการวิจัยในครั้งนี้ พบว่า ประสิทธิภาพในการคัดแยกมูลไส้เดือนดินที่เหมาะสมที่สุดจะต้องตั้งตะแกรงทรงกระบอกมุมเอียงที่ 40 องศา ใช้เวลาในการคัดแยก 2.20 นาที

คำสำคัญ : เครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน มูลหยาบปนไข่ กากอาหาร ตัวไส้เดือนดิน

Development and Value Adding of Earthworm Manure Sorting Machine

Assanee Amnuay^{1*} and Sonthaya Gawsombat² Chumpolpat Seetakulset³
Saktanong Wongcharoen⁴

Faculty of Industrial Technology, Ubon Ratchathani Rajabhat University

E-mail : assanee.a@ubru.ac.th^{1*}

Received 30 August 2022

Revised 18 October 2022

Accepted 30 October 2022

Abstract

The research aimed to design and create an earthworm manure sorting machine and test the earthworm manure sorting machine's efficiency to promote, develop, and expand the earthworm culture in local communities. The research scope included the study of the community context information, earthworm culture of Tam Roy Tham Center, Bankasetpattana Community, Kham Khwang Subdistrict, Warin Chamrap District, Ubon Ratchathani province. Earthworm manure sorting, reproduction by incubation, and propagation channel of earthworm manure sorting machine technology are divided into four parts: earthworm manure, coarse manure with egg, draff, and earthworm. The earthworm manure sorting machine was a 2.7-meter long and 1.5-meter-high horizontal cylinder shape with a 0.5-meter diameter made from 2 and 3-mm sieves. A one-horsepower AC motor was connected to the speed reduction gear, which a reduction rate was 1:30. The machine rotation was 48 revolutions per minute. The cylinder sieve tilt angle at 10, 20, 30, and 40 degrees was set to determine the efficiency of the sorting machine. The appropriate sorting duration was determined using five kilograms of manure from the mature earthworm. Results demonstrated that the 40 degrees tilt sieve angle was the most efficient manure sorting at 2.20 minutes of sorting duration.

Keywords : Earthworm manure sorting machine, earthworm manure fertilizer, coarse manure with egg, Draff, Earthworm

1. บทนำ

ศูนย์ตามรอยธรรม 9 ที่ตั้ง 149 หมู่ 7 บ้านเกษตรพัฒนา ตำบลคำขวาง อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี นำโดยคุณแม่เกศแก้ว เข้มเพชร ได้เรียนรู้เรื่อง เศรษฐกิจพอเพียงกับเกษตรธรรมชาติ และได้รับหนังสือที่มีพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ใจความว่า “ความเป็นเสียไม่สำคัญ สำคัญที่มีอยู่มีกินมีพอใช้” ต่อมาปี 2543 ได้นำแนวคิด เรื่อง ความพอเพียง มาลงมือปฏิบัติอย่างจริงจัง โดยยึดแนวคิด “ปลูกทุกอย่างไว้กิน กินทุกอย่างที่ปลูก ทำทุกอย่างไว้ใช้ ใช้ทุกอย่างที่ทำ” จนประสบความสำเร็จ มีหน่วยงานรัฐ เอกชนและเกษตรกร มาศึกษาเรียนรู้ และก่อตั้งศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงชุมชนของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปี 2549 เพื่อเป็นสถานที่ศึกษาดูงานอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ ศูนย์ตามรอยธรรม 9 ได้เข้าร่วมโครงการพัฒนาการเกษตรตามแนวทฤษฎีใหม่ โดยยึดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ของสำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และได้รวบรวมเพื่อนบ้านที่สนใจการทำเกษตรอินทรีย์ จัดตั้งเป็น “กลุ่มแม่บ้านพืชผักอินทรีย์” ปลูกผักด้วยกันในระบบเกษตรอินทรีย์ ภายในกลุ่มแม่บ้านดังกล่าว มีสมาชิกที่ได้รับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์จากกรมวิชาการเกษตรรวม 11 รายในปี 2551 และเพิ่มเป็น 22 รายในปี 2552 กลุ่มนี้โดยมีแม่เกศแก้ว เข้มเพชร เป็นผู้นำในการปลูกผัก ผลไม้อินทรีย์

ต่อมาศูนย์ตามรอยธรรม 9 มีมุ่งมั่นในการช่วยเหลือชุมชน โดยมีเป้าหมาย 4 สร้าง คือ สร้างอาหาร สร้างงาน สร้างอาชีพ และสร้างรายได้ ด้วยเหตุนี้จึงให้ความรู้ แบ่งปันต้นกล้า และปุ๋ยหมักต่างๆ ให้สมาชิกในกลุ่ม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแม่บ้านหันมาปลูกพืชผักอินทรีย์ จะได้สร้างรายได้ สร้างงานใช้เวลาให้เป็นประโยชน์ และช่วยกันรักษาสິงแวดล้อมในชุมชนด้วยทุกวันนี้ นอกจากนี้ยังได้ต้อนรับผู้คนที่มาศึกษาดูงานที่บ้านสวนตามรอยธรรมฯ อยู่เสมอๆ ทางศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงพร้อมจัดหลักสูตรฝึกอบรม “เศรษฐกิจพอเพียง” ให้กับผู้สนใจจากหน่วยงาน และองค์กรต่างๆ ด้วย โดยใช้สถานที่ภายในบ้านสวนตามรอยธรรม 9 นั้นเอง ยิ่งไปกว่านั้นยังอาสาเป็นวิทยากร ไปบรรยายให้กับหน่วยงาน หรือกลุ่มบุคคลที่สนใจในหลายๆ ด้วย

ปัจจุบันศูนย์ตามรอยธรรม 9 ได้ตั้งกลุ่มรวมตัวกันโดย แบ่งกลุ่มออกเป็นทั้งหมด 9 กลุ่ม โดยจะให้ผู้ที่สนใจในด้านต่างๆ ได้ศึกษาหาความรู้และนำไปพัฒนาตนเองได้ ซึ่งมีกลุ่มดังนี้ 1.กลุ่มเศรษฐกิจพอเพียงและเกษตรอินทรีย์ 2.กลุ่มผู้ปลูกสละและพืชแบบผสมผสาน 3.กลุ่มผู้เลี้ยงไส้เดือนดิน 4.กลุ่มการดูแลสุขภาพแบบองค์รวม 5.กลุ่มผู้ปลูกสมุนไพรดูแลสุขภาพ 6.กลุ่มนวดแผนไทย 7.กลุ่มผู้ปลูกสตรอเบอร์รี่ 8.กลุ่มเลี้ยงสัตว์แบบอินทรีย์ 9.กลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์ โดยแต่ละกลุ่มจะมีหัวหน้ากลุ่มที่มีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้เป็นอย่างดี และพร้อมที่จะพัฒนาในด้านต่างๆตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง

ในกลุ่มผู้เลี้ยงไส้เดือนดิน นำโดย นางธนาพร พันธุ์ครู เป็นหัวหน้ากลุ่ม ซึ่งมีฟาร์มตัวอย่างชื่อ ปันกันออร์แกนิกฟาร์ม จากการสอบถามกลุ่มผู้เลี้ยงไส้เดือนดิน ผลผลิตที่ได้ คือ มูลไส้เดือนดินจากกระบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไป แล้วผ่านกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้ น้ำย่อย และขับถ่ายออกมา มูลไส้เดือนดินจึงอุดมด้วยธาตุอาหารในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที ยิ่งกว่านั้น มูลไส้เดือนดินยังมีจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์อีกจำนวนมาก จึงเหมาะอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงการปรับปรุงสภาพดินและสิ่งแวดล้อม (สามารถ ใจเตี้ย. 2554)

จากการเข้าลงพื้นที่หาสาเหตุและปัญหาในขั้นตอนการคัดแยกมูลไส้เดือนนั้น พบว่า ปัญหาอยู่ว่าการคัดแยกนั้นไม่สามารถแยกมูลออกจากไข่ไส้เดือนเพราะไข่ไส้เดือนนั้นจะต้องนำมาเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ของไข่เดือนอีก และไม่เป็นสัดส่วนของการคัดแยกที่ชัดเจนได้ จะต้องใช้แรงงานคนเก็บไข่และคัดแยกทำให้สูญเสียเวลา ค่าจ้างแรงงานเพิ่มเติม ดังนั้น ทางคณะผู้วิจัยจึงได้คิดค้นสร้างเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนเอนกประสงค์ที่สามารถคัดแยกมูลไส้เดือนนั้นออกมาเป็นสัดส่วนที่ชัดเจนได้ เช่น ส่วนที่เป็นปุ๋ยมูลไส้เดือนละเอียด ส่วนที่เป็นไข่ปนมูลหยาบ ส่วนที่เป็นตัวไส้เดือน และส่วนที่เป็นเศษอาหารที่เหลือจากการย่อยสลาย เพื่อให้สะดวกต่อการจัดเก็บและนำไข่ไส้เดือนนั้นไปขยายพันธุ์ได้ สามารถลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต สร้างรายได้ให้กับกลุ่มชุมชนและผู้ประกอบการที่มีความสนใจในการเกษตรเลี้ยงไส้เดือนดินด้วยรูปแบบการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับชุมชนท้องถิ่นต่อไป

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อสร้างนวัตกรรมเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือน
- 2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน

3. วิธีการวิจัย

3.1 ลงพื้นที่ศึกษาข้อมูล

ลงพื้นที่ประชุมปรึกษาหารือ เพื่อศึกษาสภาพทั่วไป โดยศูนย์ตามรอยธรรม 9 ได้ตั้งกลุ่มรวมตัวกันโดยแบ่งกลุ่มออกเป็นทั้งหมด 9 กลุ่ม โดยจะให้ผู้ที่สนใจในด้านต่าง ๆ ได้ศึกษาหาความรู้และนำไปพัฒนาตนเองได้ ซึ่งมีกลุ่มดังนี้ 1.กลุ่มเศรษฐกิจพอเพียงและเกษตรอินทรีย์ 2.กลุ่มผู้ปลูกสละและพืชแบบผสมผสาน 3.กลุ่มผู้เลี้ยงไส้เดือนดิน 34.กลุ่มการดูแลสุขภาพแบบองค์รวม 5.กลุ่มผู้ปลูกสมุนไพรดูดสารพิษ 6.กลุ่มนวดแผนไทย 7.กลุ่มผู้ปลูกสตอเบอรี่ 8.กลุ่มเลี้ยงสัตว์แบบอินทรีย์ 9.กลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์ โดยแต่ละกลุ่มจะมีหัวหน้ากลุ่มที่มีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้เป็นอย่างดี และพร้อมที่จะพัฒนาในด้านต่าง ๆ ตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง โดยกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มเลี้ยงไส้เดือนดิน ได้เสนอแนวทางในการคัดแยกมูลไส้เดือนดินว่าอยากให้ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องต้นแบบคัดแยกมูลไส้เดือนดินออกเป็นส่วน ๆ เช่น การแยกไข่ของไส้เดือนดินออกเป็นส่วนตัว ซึ่งไข่ไส้เดือนดินสามารถขยายพันธุ์ในโรงเรือนได้



รูปที่ 1 การประชุมปรึกษาหารือกับกลุ่มเกษตรกรชี้แจงวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

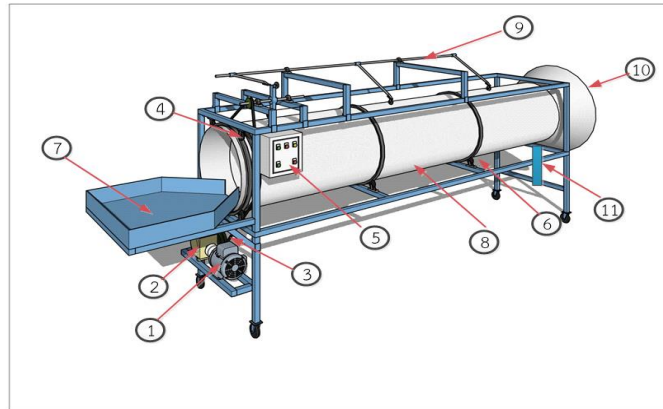
เข้าชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้กับ หัวหน้ากลุ่มเลี้ยงไส้เดือนดิน โดย นางธนาพร พันธุ์ครู ซึ่งมีฟาร์มตัวอย่างชื่อ ปันกันออร์แกนิกฟาร์ม เป็นสถานที่ในการจัดทำวิจัยในครั้งนี้



รูปที่ 2 หัวหน้าโครงการชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน

3.2.1 รูปแบบของการจัดสร้างเครื่อง ตามวัตถุประสงค์ของกลุ่มชุมชนที่ต้องการ โดยมีโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดินดังต่อไปนี้



รูปที่ 3 โครงสร้างและส่วนประกอบเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน

จากรูปที่ 3 ส่วนประกอบของเครื่องดังหมายเลขที่ปรากฏตามรูปที่ 6 มีดังนี้

หมายเลข 1 คือ มอเตอร์ไฟฟ้า

หมายเลข 2 คือ เกียร์ทดรอบ

หมายเลข 3 คือ สายพานลิ้ม

หมายเลข 4 คือ วงล้อจักรยาน

หมายเลข 5 คือ ชุดควบคุมของเครื่อง

หมายเลข 6 คือ ล้อรองรับตะแกรง

หมายเลข 7 คือ กระบะพักมูลไส้เดือนก่อนทำการคัดแยก

หมายเลข 8 คือ ตะแกรงคัดแยกส่วนต่างๆของมูลไส้เดือนดิน

หมายเลข 9 คือ ชุดสำหรับเคาะตะแกรงช่วยให้มูลไส้เดือนตกลงได้ดี

หมายเลข 10 คือ กรวยสามารถแยกออกระหว่างกากอาหารและตัวไส้เดือน

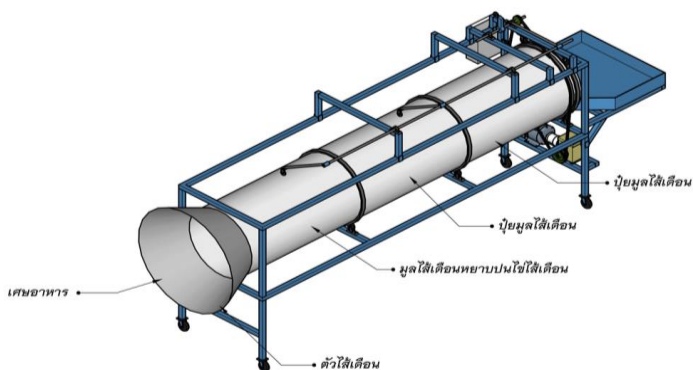
หมายเลข 11 คือ ตัวป้องกันของตะแกรง

3.2.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน

การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบซึ่งแบ่งออกเป็นทั้งหมดต่อไปนี้

3.2.2.1 เครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดินมีรูปทรงเป็นทรงกระบอกในแนวนอนโดยมีความยาว 2.7 เมตร โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร และความสูงของเครื่อง 1.5 เมตร

3.2.2.2 ออกแบบตะแกรงทรงกระบอกที่คัดแยกมูลไส้เดือนดิน จำนวน 3 ส่วน ได้แก่ 1) รุตะแกรงขนาดเล็กสุด โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรุตะแกรง 2 มิลลิเมตร โดยมีความยาวมากที่สุดประมาณ 180 เซนติเมตร และ 2) ส่วนคัดแยกนี้จะเป็นส่วนที่ได้มูลหยาบปนไช้เป็นส่วนที่ต่อจากตะแกรงส่วนแรก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรุ 3 มิลลิเมตร มีความยาวประมาณ 90 เซนติเมตร 3) ส่วนที่เป็นกากอาหารและตัวของไส้เดือนดิน



รูปที่ 4 เครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน

3.2.2.4 ต้นกำลังและส่งกำลังของเครื่อง (บัณฑิต อินทรีย์มีศักดิ์และคณะ. 2562)

1. ใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า โดยเลือกขนาดมอเตอร์ และคำนวณมอเตอร์โดยใช้สมการที่ 1

$$N = \frac{120 \cdot f}{P} \quad (1)$$

โดย P แทนขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ มีหน่วยเป็น (Pole)

N แทนความเร็วของมอเตอร์ มีหน่วยเป็น (rpm)

f แทนความถี่ มีหน่วยเป็น (Hz)

2. การทดความเร็วรอบของมอเตอร์ สามารถคำนวณการทดรอบความเร็ว ได้จากสมการที่ 2

$$n_2 = \frac{d_1}{d_2} \times n_1 \quad (2)$$

โดย n_2 แทนความเร็วรอบของมอเตอร์ มีหน่วยเป็น (rpm)

N_1 แทนความเร็วรอบที่ได้ มีหน่วยเป็น (rpm)

d_1 แทนขนาดของมูเลย์ต้นกำลัง มีหน่วยเป็น (in)

d_2 แทนขนาดของมูเลย์ตาม มีหน่วยเป็น (in)

3.2.3 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน

3.2.3.1 นำมูลไส้เดือนที่นำมาทดลองมีน้ำหนัก 5 กิโลกรัม

3.2.3.2 ปรับตั้งเครื่องโดยทดลองหามุมเอียงตะแกรงทรงกระบอกที่เหมาะสมตั้งแต่ 10, 20, 30, 40 องศา เพื่อเก็บข้อมูลหาประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน

4. ผลการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาประสิทธิภาพโดยกำหนดความเร็วรอบที่ 48 รอบต่อนาที นำมูลไส้เดือนดินมาทดสอบทั้งหมด 5 ครั้ง ครั้งละ 5 กิโลกรัม ซึ่งได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดลองหาปริมาณมูลไส้เดือนดินที่คัดแยก กำหนดมูลเอียงของตะแกรงทรงกระบอก 10 องศา

ทดสอบ ครั้งที่	มูลละเอียด		มูลหยาบปนไช้		กากอาหาร+ไส้เดือน ดิน		เวลาที่ใช้ (นาที)
	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (ร้อยละ)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (ร้อยละ)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (ร้อยละ)	
1	3.5	70	0.4	8	1	20	10.58
2	3.2	64	0.4	8	1.2	24	10.25
3	3.8	76	0.6	12	0.6	12	10.34
4	3.2	64	0.6	12	1.1	22	10.32
5	3.4	68	0.4	8	1	20	10.42
ค่าเฉลี่ย	3.42	68.4	0.48	9.6	0.98	19.6	10.38

จากตารางที่ 1 กำหนดมูลเอียงของตะแกรง 10 องศา พบว่า มูลละเอียด น้ำหนักเฉลี่ย 3.42 กิโลกรัม คิดเป็น 68.4 เปอร์เซ็นต์ มูลหยาบปนไช้ น้ำหนักเฉลี่ย 0.48 กิโลกรัม คิดเป็น 9.6 เปอร์เซ็นต์ กากอาหาร+ไส้เดือนดิน น้ำหนักเฉลี่ย 0.98 กิโลกรัม คิดเป็น 19.6 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการคัดแยกเป็นเวลา 10 นาที 38 วินาที

ตารางที่ 2 ผลการทดลองหาปริมาณมูลไส้เดือนดินที่คัดแยก กำหนดมูลเอียงของตะแกรงทรงกระบอก 20 องศา

ทดสอบ ครั้งที่	มูลละเอียด		มูลหยาบปนไช้		กากอาหาร+ไส้เดือน ดิน		เวลาที่ใช้ (นาที)
	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (ร้อยละ)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (ร้อยละ)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (ร้อยละ)	
1	3	60	0.5	10	1.2	24	5.20
2	3.2	64	0.6	12	1.1	22	5.04
3	3.4	68	0.8	16	0.8	16	5.42
4	3.2	64	0.5	10	1.2	24	5.38
5	3.1	62	0.5	10	1.4	28	5.42
ค่าเฉลี่ย	3.18	63.6	0.58	11.6	1.14	22.8	5.28

จากตารางที่ 2 กำหนดมูลเอียงของตะแกรง 20 องศา พบว่า มูลละเอียด น้ำหนักเฉลี่ย 3.18 กิโลกรัม คิดเป็น 63.6 เปอร์เซ็นต์ มูลหยาบปนไช้ น้ำหนักเฉลี่ย 0.58 กิโลกรัม คิดเป็น 11.6 เปอร์เซ็นต์ กากอาหาร+ไส้เดือนดิน น้ำหนักเฉลี่ย 1.14 กิโลกรัม คิดเป็น 22.8 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการคัดแยกเป็นเวลา 5 นาที 28 วินาที

ตารางที่ 3 ผลการทดลองหาปริมาณมูลไส้เดือนดินที่คัดแยก กำหนดมูลเอียงของตะแกรงทรงกระบอก 30 องศา

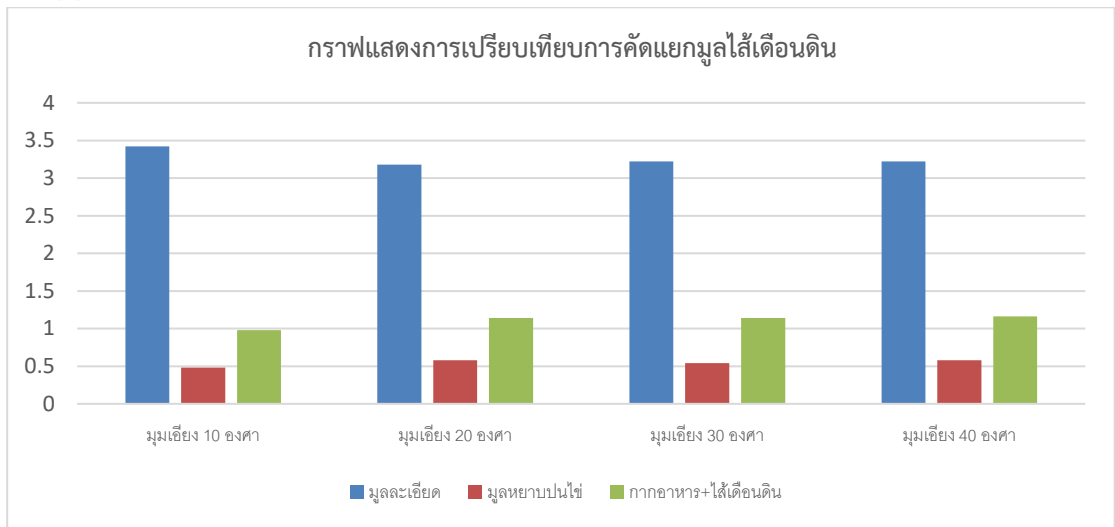
ทดสอบ ครั้งที่	มูลละเอียด		มูลหยาบปนไข		กากอาหาร+ไส้เดือน ดิน		เวลาที่ใช้ (นาที)
	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (ร้อยละ)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (ร้อยละ)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (ร้อยละ)	
1	3.2	64	0.5	10	1	20	4.21
2	3.4	68	0.6	12	0.8	16	4.22
3	3.2	64	0.6	12	1.2	24	2.26
4	3	60	0.5	10	1.4	28	4.21
5	3.3	66	0.5	10	1.3	26	4.44
ค่าเฉลี่ย	3.22	64.4	0.54	10.8	1.14	22.8	4.26

จากตารางที่ 3 กำหนดมูลเอียงของตะแกรง 30 องศา พบว่า มูลละเอียด น้ำหนักเฉลี่ย 3.22 กิโลกรัม คิดเป็น 64.4 เปอร์เซ็นต์ มูลหยาบปนไข น้ำหนักเฉลี่ย 0.54 กิโลกรัม คิดเป็น 10.8 เปอร์เซ็นต์ กากอาหาร+ไส้เดือนดิน น้ำหนักเฉลี่ย 1.14 กิโลกรัม คิดเป็น 22.8 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการคัดแยกเป็นเวลา 4 นาที 28 วินาที

ตารางที่ 4 ผลการทดลองหาปริมาณมูลไส้เดือนดินที่คัดแยก กำหนดมูลเอียงของตะแกรงทรงกระบอก 40 องศา

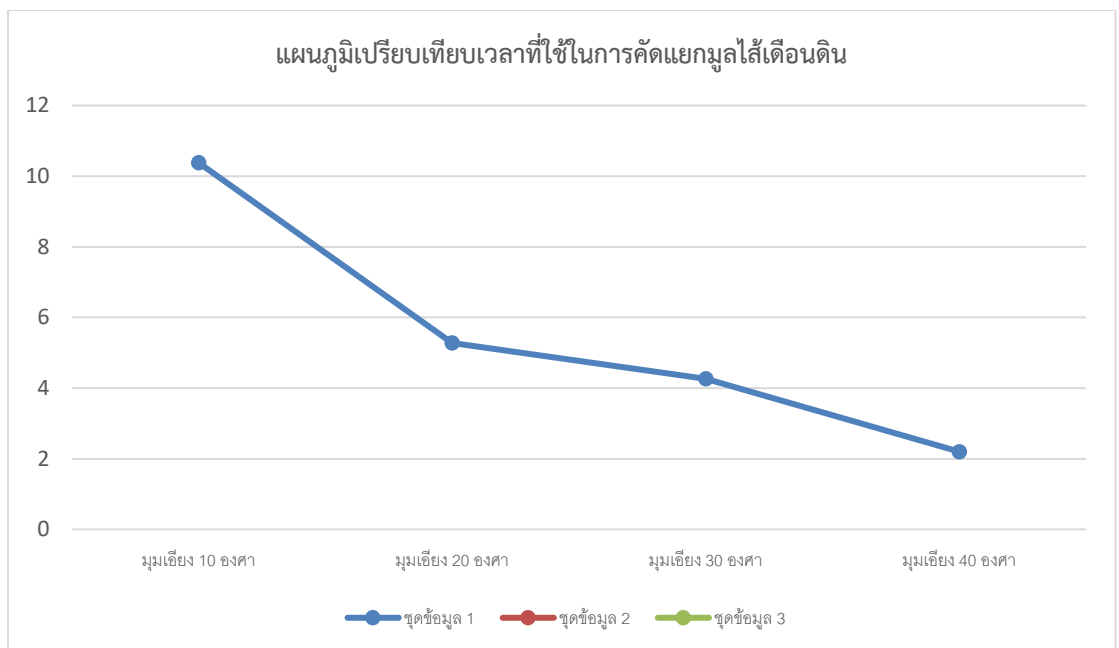
ทดสอบ ครั้งที่	มูลละเอียด		มูลหยาบปนไข		กากอาหาร+ไส้เดือน ดิน		เวลาที่ใช้ (นาที)
	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (ร้อยละ)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (ร้อยละ)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (ร้อยละ)	
1	3.2	64	0.6	12	1.2	24	2.55
2	3.1	62	0.6	12	1.3	26	2.21
3	3.2	64	0.5	10	1.3	26	2.11
4	3.4	68	0.6	12	0.9	18	2.00
5	3.2	64	0.6	12	1.1	22	2.14
ค่าเฉลี่ย	3.22	64.4	0.58	11.6	1.16	23.2	2.20

จากตารางที่ 4 กำหนดมูลเอียงของตะแกรง 40 องศา พบว่า มูลละเอียด น้ำหนักเฉลี่ย 3.22 กิโลกรัม คิดเป็น 64.4 เปอร์เซ็นต์ มูลหยาบปนไข น้ำหนักเฉลี่ย 0.58 กิโลกรัม คิดเป็น 11.6 เปอร์เซ็นต์ กากอาหาร+ไส้เดือนดิน น้ำหนักเฉลี่ย 1.16 กิโลกรัม คิดเป็น 23.2 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการคัดแยกเป็นเวลา 2 นาที 20 วินาที



รูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบการคัดแยกมูลไส้เดือนดิน

จากรูปที่ 5 แสดงการคัดแยกมูลไส้เดือนดินแต่ละมูมเยียง ทั้ง 10 องศา 20 องศา 30 องศา และ 40 องศา ซึ่งการคัดแยกนั้นจะไม่มี ความแตกต่างของน้ำหนักแต่ละส่วนมากนัก



รูปที่ 6 เปรียบเทียบในการใช้เวลาคัดแยกมูลไส้เดือนดิน

จากรูปที่ 6 เวลาที่ใช้ในการคัดแยกมูลไส้เดือนดินที่เหมาะสมคือ ตะแกรงจะต้องทำมูมเยียง 40 องศา ที่ใช้เวลาน้อยที่สุด

5. อภิปรายผลและสรุปผล

เครื่องจะหมุนด้วยแรงขับเคลื่อนของมอเตอร์ AC ขนาด 1 แรงม้า (อาภาพล มหาวิระและคณะ. 2563) ต่อเข้ากับเกียร์ทดความเร็วรอบที่มีอัตราทดรอบอยู่ 1 : 30 เครื่องจะหมุน 48 รอบต่อนาที สามารถคัดแยกส่วนต่างๆ ออกได้ทั้งหมด 3 ส่วน ตามลำดับ สามารถปรับระดับการตะแกรงทรงกระบอกมุมเอียงตามองศาที่ต้องการได้อย่างเหมาะสม และเครื่องจะมีระบบควบคุมมอเตอร์กับระบบป้องกันความเสียหายของมอเตอร์เมื่อเกิดการขัดข้องของระบบการทำงานเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน สามารถคัดแยกออกได้ทั้งหมด 4 อย่าง ได้แก่ มูลไส้เดือนดิน มูลหยาบปนไข่ กากอาหาร และตัวไส้เดือนดิน นำไปใช้ประโยชน์กับกลุ่มผู้เลี้ยงไส้เดือนดิน ดังนั้นประสิทธิภาพในการคัดแยกมูลไส้เดือนดินตั้งตะแกรงมุมเอียงที่ 40 องศา ใช้เวลาในการคัดแยก 2.20 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสม ดังงานวิจัยของ ศุภมาศ ปันปัญญา (2563) การออกแบบและพัฒนาเครื่องร่อนทรายแบบกึ่งอัตโนมัติ พบว่า ใช้เวลาในการร่อนทราย 2.26 นาที มีประสิทธิภาพในการร่อนทรายที่ 98.67 เปอร์เซ็นต์ ที่มุมเอียงตะแกรง 10 องศา

6. ข้อเสนอแนะ

การทำวิจัยในครั้งนี้ การพัฒนาและเพิ่มมูลค่าเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน ได้ข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

6.1 เครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน ได้ถูกออกแบบมาเพื่อตอบสนองความต้องการของชุมชนท้องถิ่นเป็นเครื่องมือที่มีขนาดใหญ่ หากผู้ที่สนใจมีความต้องการจำนวนมาก ให้ออกแบบให้เล็กลง เคลื่อนย้ายได้ง่ายตามความต้องการเพื่อลดต้นทุนการผลิต

6.2 ส่วนที่แยกสัดส่วนออกมายังไม่ได้ทำที่แยกออกมาให้เป็นสัดส่วนที่ชัดเจน ต้องมีลาดหรือกระเบรรองรับเป็นส่วน ๆ

6.3 เป็นผลงานวิจัยที่มีผลกระทบต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงไส้เดือนดิน ซึ่งสามารถสร้างอาชีพและเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร ควรใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถลดต้นทุนให้ต่ำที่สุด

7. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาและเพิ่มมูลค่าเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณคณาจารย์ นักศึกษา หลักสูตรสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ซึ่งได้กรุณาให้แนวทางรวมทั้งวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ คำแนะนำต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ และความกรุณาจากผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้กับผู้วิจัยทุกท่านทั้งได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขงานวิจัย

ขอขอบพระคุณศูนย์ตามรอยธรรม 9 พร้อมทั้ง หัวหน้ากลุ่มผู้เลี้ยงไส้เดือนดิน ปันกันนอร์แกนคฟาร์ม ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทดลอง และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มผู้ที่มีความสนใจด้านการเกษตรในการเลี้ยงไส้เดือนดินได้รับความรู้เกี่ยวกับเครื่องคัดแยกมูลไส้เดือนดิน

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก เครือข่ายอุดมศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ปีงบประมาณ 2561

เอกสารอ้างอิง

บัณฑิต อินทรีย์มีศักดิ์และคณะ(2562) “การออกแบบและสร้างเครื่องหันหน้าไม่ต้องแบบเส้นและ

แบบแผ่น”. SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY Vol5, No.2, July-December 2019.

ศุภมาศ ปันปัญญา (2563) “การออกแบบและพัฒนาเครื่องร่อนทรายแบบกึ่งอัตโนมัติ” วารสาร

เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2563.

สามารถ ใจเตี้ย (2554) “ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินร่วมกับหัวเชื้อปุ๋ยหมัก” วารสาร

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.อีสาน ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2554.

อาภาพล มหาวีระและคณะ(2563) “การสร้างเครื่องร่อนผลกระบก” วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2563.

คุณค่าทางงานวิจัย

โครงการวิจัยในครั้งนี้ เป็นโครงการวิจัยที่ตอบสนองความต้องการของชุมชนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี โดยนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงพัฒนาต่อยอดให้มูลค่ากับผู้เลี้ยงไส้เดือนดิน โดยสามารถคัดแยกออกมาเป็นสัดส่วน ได้แก่ ปุ๋ยมูลไส้เดือน มูลหยาบปนไข่ กากอาหาร และตัวไส้เดือนดิน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งกลุ่มผู้เลี้ยงไส้เดือนดินจะได้นำไปใช้ประโยชน์และสามารถขยายกิจการหรือขยายโรงเรือนเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

การพัฒนาวิธีหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัต

กิตติพงศ์ แซ่เตียว^{1*} ธนิศร มีสังเกต² ไพฑูรย์ ทองสุข³ ชลิตา แก้วบุตรดี⁴

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ^{1* 2 3 4}

อีเมล : kittiipp@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 3 พฤศจิกายน 2565

วันแก้ไขบทความ 27 ธันวาคม 2565

วันที่ตอบรับบทความ 28 ธันวาคม 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาวิธีหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัตครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้ เพื่อศึกษาและออกแบบการพัฒนาวิธีหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัต แลสร้างเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัต โดยหาประสิทธิภาพของเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัต และศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกร ประชาชน และนักศึกษาที่มีต่อประสิทธิภาพเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัต หลังการถ่ายทอดความรู้ จากการออกแบบเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์ให้เป็นระบบอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และอากาศมีโครงสร้างขนาด กว้าง×ยาว×สูง คือ 216 เซนติเมตร × 290 เซนติเมตร × 153 เซนติเมตร สามารถบรรจุปุ๋ยสูงสุด 250 กิโลกรัม การวิจัยครั้งนี้ใช้มูลสุกร 200 กิโลกรัมผสมกับ พด.1 การควบคุมการทำงานใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทามเมอร์เป็นตัวกำหนดวงจรการทำงาน โดยตั้งให้ระบบทำงานหลังจากเข้ากองปุ๋ยเป็นเวลาทุก ๆ 7 วัน รอบละ 36 นาที เป็นเวลา 35 วัน

เมื่อเปรียบเทียบผลประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักมูลสุกรที่ได้จากการหมักแบบธรรมชาติของเกษตรกรกับการหมักโดยใช้เครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัต พบว่าการหมักแบบธรรมชาติของเกษตรกร จะใช้ระยะเวลานานมากกว่า 2 เดือน ส่วนการหมักแบบใช้เครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัต ใช้มูลสุกรผสมกับจุลินทรีย์ พด.1 พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน จะมีการเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัตและใช้จุลินทรีย์น้ำ พด.2 รดกองปุ๋ยอัดโนมัต การเติมอากาศจะทำให้อุณหภูมิลดลง การเติมจุลินทรีย์เป็นการเพิ่มความชื้นเฉลี่ย 63.8 % รอบละ 7 วัน วนไปเป็นวงรอบ 5 ครั้งเป็นระยะเวลา 35 วัน ผู้วิจัยพบว่าปุ๋ยหมักที่ได้มีลักษณะร่วน เบา มีสีน้ำตาลคล้ำ กลิ่นมูลสุกรลดลงมาก ผลการวิเคราะห์ก่อนการหมักพบค่าไนโตรเจนมีค่า 1.33% และหลังการหมักผ่านไป 35วัน ค่าไนโตรเจนลดลงเป็น 1.26%

สรุปผลการศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกร ประชาชน และนักศึกษาที่มีต่อความพึงพอใจ ที่มีต่อประสิทธิภาพเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัต โดยรวมอยู่ในระดับ ดี ($\bar{x} = 3.85$, S.D. = 0.80) จำแนกเป็น 2 ด้านพบว่า อยู่ในระดับ ดี ทุกด้าน โดยเรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยสูงสุด ดังนี้ 1) ด้านเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนก่อนการหมักปุ๋ยและเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนหลังการหมักปุ๋ย ($\bar{x} = 3.84$, S.D. = 0.84) 2) ด้านระยะเวลาในการหมักแบบธรรมชาติ เปรียบเทียบกับระยะเวลาในการหมักโดยใช้เครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัต ($\bar{x} = 3.86$, S.D. = 0.76) ตามลำดับ

คำสำคัญ : เครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศ, มูลสุกร, เติมอากาศ, จุลินทรีย์

Development of an automated aerated and microbial fermentation method for swine manure

Kittiphong Sae-tiao^{1*}, Tnisong Meesunggat², Phaitool Thongsuk³, Chalita Kaewbuddee⁴

Faculty of Industrial Technology Surindra Rajabhat University^{1* 2 3 4}

E – mail : kittiipp@gmail.com^{1*}

Received 3 November 2022

Revised 27 December 2022

Accepted 28 December 2022

Abstract

The development of an automated aerated and microbial fermentation method for swine manure has the following objectives: To study and design the development of automated aerated and microbial fermentation method for swine manure and to construct an automated aerated and microbial fermentation method for swine manure. The efficiency of the aerated and automatic microbial manure fermenters was investigated. and to study the satisfaction of farmers, citizens and students towards the efficiency of automatic aerated and microbial manure fermentation machines. after knowledge transfer From the design of the aerated and microbial manure fermentation machine to an automated system. in order to be able to control the temperature, humidity and air. Width x length x height is 216 cm. x 290 cm. x 153 cm. It can contain maximum fertilizer of 250 kg. This research uses 200 kg of swine manure mixed with PD.1 Operation control uses a microcontroller timer to determine the duty cycle. By setting the system to work after entering the fertilizer pile for every 7 days, 36 minutes per cycle, for 35 days.

The researcher found that the compost was loose, light, dark brown. Swine manure smell is greatly reduced. The analysis results before fermentation showed that the nitrogen value was 1.33% and after 35 days of fermentation the nitrogen value decreased to 1.26%.

The results of the satisfaction study of farmers, people and students towards satisfaction. Effects on the efficiency of aerated and automatic microbiological fermentation machines Overall, they were at a good level ($\bar{x} = 3.85$, S.D. = 0.80), classified into 2 aspects, found that they were at a good level in all aspects, ranked in order of the highest mean as follows: 1) the percentage of nitrogen before composting and the percentage of nitrogen after composting. Fertilization $\bar{x} = 3.84$, S.D. = 0.84) 2) Natural fermentation time Compared with the fermentation time using an aerated swine manure fermenter and an automatic microbial manure fermenter $\bar{x} = 3.86$, S.D. = 0.76), respectively.

Keywords : Fertilizer, Microbial Activator, Aeration, Microorganisms

1. บทนำ

การเลี้ยงสุกรในฟาร์มขนาดเล็กจนไปถึงฟาร์มขนาดกลางจะมีการหมักปุ๋ยแบบธรรมชาติคือกองไว้ในที่จัดเก็บ จนกว่าปุ๋ยจะแห้งแล้วจึงจัดจำหน่ายซึ่งใช้เวลานานและส่งกลิ่นเหม็น เกษตรกรหลายรายจึงทำฟาร์มแบบไม่มีการพัฒนาการหมักปุ๋ย และจากปัญหามูลสุกรเพิ่มมากขึ้นทุกวันจึงกลายเป็นสิ่งที่ต้องกำจัดออกจากฟาร์มโดยเร็ว หากมูลสุกรถูกจัดเก็บไว้ในฟาร์มเป็นเวลานานอาจเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคหากไม่มีวิธีการจัดการที่ดี และเมื่อนำไปเป็นปุ๋ยใส่ นาข้าวก็ทำให้ต้นข้าวสูงสวยแต่ไม่ออกรวง หรือออกรวงน้อยเพราะมีไนโตรเจนในปริมาณที่สูง แต่จะใช้ได้ผลกับพืช บางประเภท เช่น อ้อยที่มีการตอบสนองต่อไนโตรเจน อรไรลลิตี้ บุญธรรม วัฒนศักดิ์ ชมภูนิช (2551)

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาวิธีหมักปุยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี เพื่อส่งเสริมเกษตรกร โดยการศึกษา ออกแบบและสร้างวิธีหมักปุยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี โดยจะใช้ชุดเติมอากาศเพื่อให้ออกซิเจน เป็นการเร่งปฏิกิริยากระบวนการหมักให้เร็วแล้วได้ผลมากขึ้น เป็นการลดปัญหาที่เกิดจากการจัดการมูลสุกรเนื่องจากใช้ระยะเวลาสั้นในการหมักปุยมูลสุกร และทำให้ปุ๋ยที่ผ่านวิธีการหมักโดยวิธีหมักปุยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี สามารถใช้กับพืชทั่วไปและต้นข้าวได้

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อออกแบบการพัฒนาวิธีหมักปุยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี
- 2.2 เพื่อสร้างเครื่องหมักปุยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี
- 2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องหมักปุยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี

3. วิธีการวิจัย

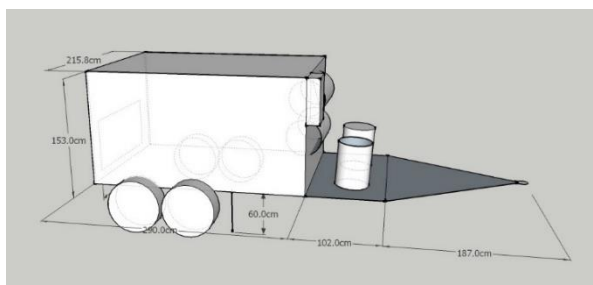
การวิจัยเรื่อง การพัฒนาวิธีหมักปุยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี ครั้งนี้ คณะผู้วิจัยมีกระบวนการวิจัยทั้งกระบวนการวิจัยพัฒนา และการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีขั้นตอนการวิจัย 5 ขั้นตอน มีวิธีการดำเนินงานตามขั้นตอนและรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในขั้นตอนนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ ได้แก่ การพัฒนาวิธีหมักปุยมูลหมักรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการหมักที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อเตรียมการวิจัย หลักการสร้างเครื่องหมักปุยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี และอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรควบคุมอัดโนมิตีโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้แก่ วงจรเซนเซอร์อุณหภูมิ วงจรเซนเซอร์ความชื้น ระบบเติมอากาศ และระบบเติมจุลินทรีย์

3.2 ออกแบบเครื่องหมักปุยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี

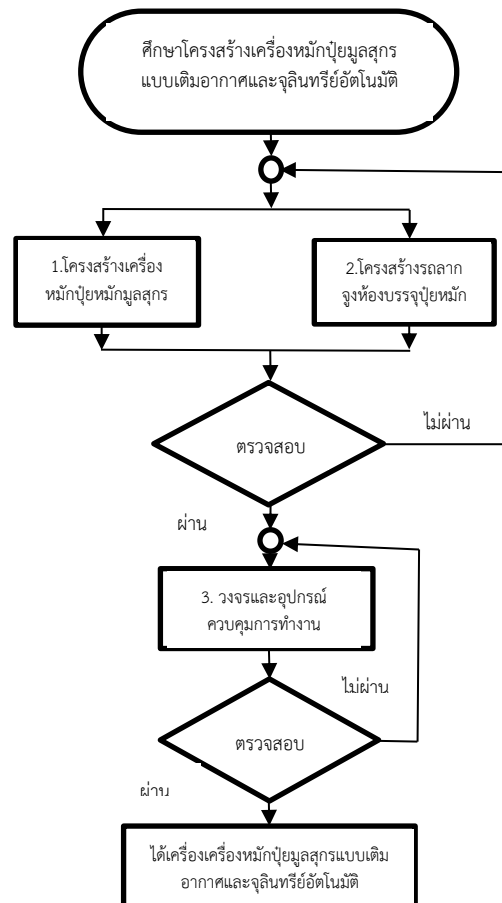
ศึกษารายละเอียดโครงสร้างแบบที่เหมาะสมกับการใช้งาน ด้วยโปรแกรม Sketch Up เพื่อพิจารณาหาความเป็นไปได้ของกระบวนการสร้าง และเพื่อที่จะได้เห็นภาพที่สมจริงขึ้น



รูปที่ 1 โครงสร้างเครื่องหมักปุยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี

3.3 การสร้างเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัต

คณะผู้วิจัยนำผลจากการออกแบบมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัต ตามที่กำหนดไว้แล้วทดลองประสิทธิภาพขั้นต้นก่อนนำไปถ่ายทอดให้กับเกษตรกร ประชาชน และนักศึกษา โดยมีขั้นตอนการสร้างดังรายละเอียดดังรูปที่ 1



รูปที่ 2 แผนผังขั้นตอนการสร้างเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัต

3.4 หาประสิทธิภาพเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัตโดยพิจารณาจากระยะเวลาในการหมัก การทดสอบไนโตรเจนโดยการส่งตัวอย่างมูลสุกรทดสอบที่บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาขอนแก่น จากการหมักแบบธรรมชาติเปรียบเทียบกับระยะเวลาในการหมักโดยใช้เครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัต

3.5 ศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมัต หลังการถ่ายทอดความรู้ โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการสำรวจความพึงพอใจของเกษตรกรเกษตรกร ประชาชน และนักศึกษา ใช้กลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง 50 คน ในด้านคุณภาพของปุ๋ยมูลสุกร โดยใช้เวลาในการหมักปุ๋ยและผลจากการใช้ปุ๋ยมูลสุกร รวมถึงความปลอดภัยของผู้ใช้งานว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ดี โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.5.1 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในแบบประเมิน ดังนี้

3.5.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean)

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนจากแบบประเมิน

N คือ จำนวนผู้ตอบแบบประเมิน

3.5.1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตรดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N}}$$

เมื่อ SD แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนจากแบบประเมิน

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบประเมิน

N แทน จำนวนผู้ตอบแบบประเมิน

4. ผลการวิจัย

จากการพัฒนาเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัตโนมัติครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการทดสอบโดยการหาประสิทธิภาพของเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัตโนมัติ มีขั้นตอนการหาประสิทธิภาพซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการออกแบบวิธีหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัตโนมัติ จากการออกแบบให้เป็นระบบอัตโนมัติจึงต้องสร้างให้สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และอากาศ การควบคุมการทำงาน ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตามเมอร์ Weekly Timer เป็นตัวกำหนดวงจรการทำงานโดยตั้งให้ระบบทำงานหลังจากเข้ากองปุ๋ยเป็นเวลา 7 วัน วนไปทุก ๆ 7 วัน จะมีการทำงานของระบบ 5 รอบ รอบละ 36 นาที เป็นเวลา 35 วัน และใช้ตามเมอร์รีเลย์ควบคุมการทำงานของชุดพัดลม blower บัมพ์น้ำขนาดเล็กสำหรับดูดน้ำจุลินทรีย์น้ำ พด. 2 ไปผสม และปั้มน้ำจากถังผสมจุลินทรีย์เพื่อรดกองปุ๋ย แต่ละช่วงการทำงานสามารถปรับเวลาให้ทำงานได้ตามความเหมาะสม

ปุ๋ยหมักเติมอากาศ เป็นกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักรูปแบบหนึ่ง ที่เน้นการผสมรวมกันระหว่างวัสดุอินทรีย์ที่หีคาร์บอนและไนโตรเจนในสัดส่วนที่เหมาะสมมีการพัฒนาระบบเติมอากาศมาทดแทนระบบกลับกองปุ๋ยควบคุมสภาพภายในกองปุ๋ยให้เป็นสภาพที่มีอากาศอย่างเหมาะสมเพื่อเร่งกระบวนการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร (2560)

4.2 ตัวโครงสร้างบรรจุปุ๋ยออกแบบให้มีขนาดขนาด กxยxส คือ 216 เซนติเมตร x 290 เซนติเมตร x 153 เซนติเมตร ด้านในกันเป็นผนังโดยใช้ยิปซัมแบบเจาะรูระบายอากาศ ปูพื้นด้วยไม้สน ด้านนอกหุ้มด้วย เมทัลชีทสีเขียว 4 ด้าน ด้านบน เปิดโล่ง เพื่อระบายอากาศ ด้านท้ายมีประตูสำหรับบรรจุปุ๋ย ขนาดคือ 70 เซนติเมตร x 154 เซนติเมตร สามารถบรรจุปุ๋ยเข้ากองเพื่อการหมักที่เหมาะสมได้สูงสุด 250 กก.

4.3 ผลทางด้านประสิทธิภาพของเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัตโนมัติ

4.3.1 ผลของอุณหภูมิกองปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัตโนมัติ

การวิจัยได้ทำการวัดอุณหภูมิโดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลที่ติดตั้งเซนเซอร์อุณหภูมิไว้กลางกองปุ๋ย ลึก 30 เซนติเมตร ในขณะที่เริ่มทำการหมักมีกระบวนการเติมน้ำหมักชีวภาพ พด. 2 รดกองปุ๋ย พบว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอยู่ในช่วงประมาณ 31.4 - 67 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 3 - 4 วัน หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีแนวโน้มลดลงถึงอุณหภูมิปกติ เนื่องจากจุลินทรีย์มีการทำงานได้ต้องมีความชื้นและอาหารจาก

กองปุ๋ยหมัก ในระหว่างวันที่ 7 ของการเริ่มหมักปุ๋ย นอกจากนั้นเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิติทำการเติมอากาศด้วยชุดเติมอากาศที่ติดตั้งไว้ สัปดาห์ ละ 1 ครั้ง เพื่อปรับอุณหภูมิให้อยู่ในสภาวะอุณหภูมิปกติและทำให้ไนโตรเจนระเหยไปกับอากาศ และจุลินทรีย์พร้อมทำงานอุณหภูมิของภาพแวดล้อมระดับนี้จะมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง เป็นเวลาทั้งสิ้น 5 สัปดาห์

อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักมีผลโดยตรงกับกิจกรรมย่อยสลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ ยิ่งอัตราการเผาผลาญอาหาร (Metabolic rate) ของจุลินทรีย์มากขึ้น (เจริญเติบโตมากขึ้น) อุณหภูมิในระบบหมักปุ๋ยก็จะสูงขึ้น การรักษาอุณหภูมิของระบบไว้เกินกว่า 55 °C เป็นเวลา 3 - 4 จะช่วยทำลายเมล็ดพืช ตัวอ่อนแมลงวัน และโรคพืชได้ ถ้าอุณหภูมิของระบบสูงถึง 69 °C การย่อยสลายจะขึ้นเป็นสองเท่าของอุณหภูมิที่ 55 °C ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 69 °C ประชากรของจุลินทรีย์จะถูกทำลายบางส่วนทำให้อุณหภูมิของระบบลดลง อุณหภูมิของระบบจะเพิ่มอีกครั้งเมื่อประชากรของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น ฉัตรชัย จันทรวงเคน (2550)

จากการทดลองพบว่า การเติมอากาศอัตโนมัติเป็นการลดขั้นตอนการพลิกกลับกองแบบการหมักปกติทั่วไป และลดระยะเวลาในการที่จะทำให้จุลินทรีย์กลับมาทำงานได้อีกครั้ง เมื่อถึงอุณหภูมิของภาพแวดล้อมปกติ ค่าอุณหภูมิดังแสดงไว้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางอุณหภูมิของปุ๋ยหมักมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิติ

สัปดาห์	อุณหภูมิกองปุ๋ยหมัก ก่อนเครื่องทำงาน	อุณหภูมิกองปุ๋ยหมัก หลังเครื่องทำงาน	ผลต่างของ อุณหภูมิ	อุณหภูมิภายนอก กองปุ๋ยหมัก	หมายเหตุ
1	65 °C	35 °C	30 °C	32 °C	
2	67 °C	34 °C	33 °C	32 °C	
3	67 °C	36 °C	31 °C	31 °C	
4	66 °C	35 °C	31 °C	30 °C	
5	66 °C	34 °C	32 °C	31 °C	
ค่าเฉลี่ย	66.2 °C	34.8 °C	31.4 °C	31.2 °C	

4.3.2 ผลจากความชื้นของกองปุ๋ยหมักมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิติ

การรักษาความชื้นของกองปุ๋ยหมักอยู่ในช่วง 50 - 60% แต่หากความชื้นของกองปุ๋ยหมักต่ำประมาณ 12 - 15% ทำให้การย่อยสลายอินทรีย์สารช้า ใช้เวลาหมักนานกว่าปกติหรือได้ปุ๋ยหมักไม่มีคุณภาพ และหากความชื้นสูงเกินไป ปริมาณอากาศอาจไม่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์จะทำให้การย่อยสลายชะลอลง บางครั้งอาจทำให้เกิดกรดอินทรีย์สะสม อาจเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ เป็นเหตุให้ปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณภาพต่ำลงหรือมีผลเสียต่อการเจริญของรากพืชได้ (ยงยุทธ โอสดสภา. 2551)

ตารางที่ 2 ข้อมูลความชื้นของปุ๋ยหมักมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี

ลำดับที่	ความชื้นกองปุ๋ยหมัก ก่อนเครื่องทำงาน	ความชื้นกองปุ๋ยหมัก หลังเครื่องทำงาน	ผลต่างของ ความชื้น	อุณหภูมิภายนอก กองปุ๋ยหมัก	หมายเหตุ
1	65 %	72 %	7 %	32 °C	
2	63 %	71 %	4 %	32 °C	
3	65 %	70 %	3 %	31 °C	
4	64 %	70 %	4 %	30 °C	
5	62 %	72 %	6 %	31 °C	
ค่าเฉลี่ย	63.8 %	71 %	4.8 %	31.2 °C	

จากการทดลองพบว่าการเติมจุลินทรีย์อัดโนมิตี โดยใช้ น้ำหมักชีวภาพ สารเร่งซูเปอร์ พด. 2 เป็นการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์แบบทันที ไม่ต้องรอให้จุลินทรีย์เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากหมักแบบปกติทั่วไปและน้ำหมักชีวภาพ สารเร่งซูเปอร์ พด. 2 เป็นตัวทำลายสารอาหารต่าง ๆ ให้จุลินทรีย์และกองปุ๋ยหมักเกิดความชื้นในแต่ละลำดับที่มีการเติมจุลินทรีย์ ดังตารางที่ 2

4.3.3 ผลทดสอบค่าไนโตรเจน

ตารางที่ 3 ค่าที่ตรวจวัดได้จากวิธีการหมักที่แตกต่างกันในระยะเวลาก่อนและหลังการหมัก

วิธีการหมัก	ก่อนการหมัก	หลังเสร็จสิ้นขั้นตอนการหมัก
1. การหมักมูลสุกรที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติของเกษตรกร (ระยะเวลา 60 วัน)	1.33%	0.31%
2. การพัฒนาวิธีหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี (ระยะเวลา 35วัน)	1.33%	1.26%

4.3.4 ผลของระยะเวลาในการหมักปุ๋ยของเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี เริ่มจากการนำมูลสุกร 200 กก. ผสม พด.1 บรรจุลงเครื่อง จากนั้นรดจุลินทรีย์น้ำ พด.2 ด้วยมือเพื่อ เพิ่มความชื้น และการจัดกองปุ๋ยแบบปิดเพื่อควบคุมอากาศและความชื้นให้เหมาะที่ประมาณ 71 เปอร์เซ็นต์ วัดโดยเครื่องมือวัดความชื้นที่ติดตั้งในตัวเครื่อง ซึ่งแสดงผลตลอดเวลา ทำให้กองปุ๋ยสามารถสะสมความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายเอาไว้ภายในกองปุ๋ย ความร้อนกองปุ๋ยจะขึ้นสูง เฉลี่ย 62.2 องศาเซลเซียสในช่วง 2 - 5 วันแรก เป็นช่วงอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมในการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์และการระเหยของไนโตรเจนเมื่อผ่านช่วง 5 วันนี้ไป อุณหภูมิจะลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากความชื้นของกองปุ๋ยหมักมูลสุกรลดลง และจำนวนจุลินทรีย์ลดลง ช่วงเวลาดังกล่าวต้องมีการเติมอากาศและจุลินทรีย์น้ำ พด.2 ให้กับกองปุ๋ยทุก ๆ 7 วันเพื่อปรับสภาพกองปุ๋ยให้มีอุณหภูมิ ความชื้น จุลินทรีย์และออกซิเจนเหมือนกับการหมักครั้งแรก ด้วยชุดเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี การย่อยสลายก็จะสามารถดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องพลิกกลับกองปุ๋ยและไม่ต้องรอการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ดำเนินการซ้ำเป็นวงรอบแบบนี้จำนวน 5 ครั้ง เป็นผลทำให้จุลินทรีย์ย่อยสลายกองปุ๋ยหมักสมบูรณ์ มีระยะเวลาประมาณ 35 วัน ซึ่งเร็วกว่าการหมักแบบธรรมชาติของเกษตรกรที่ใช้เวลา 2 - 6 เดือนในการทำปุ๋ยหมัก

4.3.5 การศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกร ประชาชน และนักศึกษาที่มีต่อประสิทธิภาพเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี หลังการถ่ายทอดความรู้

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจของเกษตรกร ประชาชน และนักศึกษาต่อเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตีด้านการออกแบบ

ความคิดเห็นหลังการถ่ายทอด	$\bar{x}$	S.D.	การแปลผล
ด้านโครงสร้างของเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกร	3.74	0.90	ดี
ด้านวงจรควบคุมอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	3.68	0.84	ดี
ด้านวงจรเซนเซอร์อุณหภูมิ	3.88	0.72	ดี
ด้านวงจรเซนเซอร์ความชื้น	3.82	0.80	ดี
ด้านระบบเติมอากาศ	3.76	0.77	ดี
ด้านโครงสร้างของเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกร	3.74	0.90	ดี
รวมทุกด้าน	3.80	0.80	ดี

ความพึงพอใจของเกษตรกร ประชาชน และนักศึกษาที่มีต่อประสิทธิภาพเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี โดยรวมอยู่ในระดับ ดี ($\bar{x} = 3.80$, S.D. = 0.80)

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของเกษตรกร ประชาชน และนักศึกษาที่มีต่อประสิทธิภาพเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี

ความคิดเห็นหลังการถ่ายทอด	$\bar{x}$	S.D.	การแปลผล
ด้านระยะเวลาในการหมักแบบธรรมชาติ เปรียบเทียบกับระยะเวลาในการหมักโดยใช้เครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี	3.84	0.84	ดี
ด้านเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนก่อนและหลังการหมักปุ๋ย	3.86	0.76	ดี
รวมทุกด้าน	3.85	0.80	ดี

ความพึงพอใจของเกษตรกร ประชาชน และนักศึกษาที่มีต่อประสิทธิภาพเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตี โดยรวมอยู่ในระดับ ดี ($\bar{x} = 3.85$, S.D. = 0.80)

5. อภิปรายผลและสรุปผล

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการพัฒนาวิธีหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตีเป็นการที่เร่งกระบวนการหมักให้เร็วขึ้นโดยการเตรียมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธีระพงษ์ สว่างปัญญางกูร (2546) ได้ทำการหมักปุ๋ยระบบกองเติมอากาศเพื่อการผลิตปุ๋ยหมักในเชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชน ซึ่งวิธีหมักปุ๋ยแบบธรรมชาตินั้นใช้เวลานาน ใช้แรงงานคนในการพลิกกลับกอง เกษตรกรจึงไม่นิยมผลิตปุ๋ยหมักขึ้นมาใช้เอง การหมักปุ๋ยแบบอัตราเร่งเพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักในเวลาสั้นประมาณ 35 วัน และความเกษตรกรมีความพึงพอใจต่อเครื่องหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบเติมอากาศและจุลินทรีย์อัดโนมิตีอยู่ในระดับดี

อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักมีผลโดยตรงกับกิจกรรมย่อยสลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ ยิ่งอัตราการเผาผลาญอาหาร (Metabolic rate) ของจุลินทรีย์มากขึ้น (เจริญเติบโตมากขึ้น) ฉัตรชัย จันทร์ดวงเด่น (2550)

หากความชื้นสูงเกินไป ปริมาณอากาศอาจไม่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์จะทำให้การย่อยสลายชะลอลง บางครั้งอาจทำให้เกิดกรดอินทรีย์สะสม อาจเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ เป็นเหตุให้ปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณภาพต่ำลงหรือมีผลเสียต่อการเจริญของรากพืชได้ (ยงยุทธ โอสดสภา. 2551)

การเติมอากาศเพื่อเพิ่มการย่อยสลายก็จะสามารถดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องพลิกกลับกองปุ๋ยและไม่ต้องรอกการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรเพิ่มความสามารถในการรายงานผลค่าอุณหภูมิและความชื้น ผ่านทางเว็บไซต์เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบ

6.2 วัสดุที่ใช้ในการทำโครงสร้างควรเป็นวัสดุที่ปลอดภัยและมีความคงทนต่อความชื้นและขนาดไม่ใหญ่เกินที่จะทำการเคลื่อนย้ายเพื่อความปลอดภัยในการนำไปถ่ายทอดความรู้ยังสถานที่อื่น

6.3 ควรพัฒนาวิธีหมักปุ๋ยมูลสุกรแบบร่วมกับพืชหรือวัชพืชชนิดต่าง ๆ

6.4 ควรศึกษาและพัฒนาวิธีหมักปุ๋ยมูลสุกรร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเสริมธาตุอาหารจำเป็น

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2560). โรงผลิตปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศเพื่อการผลิตพืชระบบอินทรีย์แบบยั่งยืน. [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก : [https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/01/](https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/01/โรงปุ๋ยหมักเติมอากาศ.pdf)

โรงปุ๋ยหมักเติมอากาศ.pdf. สืบค้น 10 มกราคม 2560.

ฉัตรชัย จันทร์ดวงเด่น (2550,กรกฎาคม – กันยายน). ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ การทำหมักปุ๋ย.

วารสาร MTEC. ฉ.เดือนกรกฎาคม – กันยายน : 50.

ธีระพงษ์ สว่างปัญญากร. (2549). คู่มือการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองระบบกองเติมอากาศ.

กรุงเทพมหานคร : กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

ยงยุทธ โอสดสภาและคณะ. (2556). ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม วัฒนศักดิ์ ชมภูนิช (2551). ศึกษาวิธีการใส่ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ. [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก : <https://www.doa.go.th/research/showthread.php?tid=1490>.

สืบค้น 10 มกราคม 2560.

การลดของเสียในกระบวนการผลิตข้าวตู ของกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร

ฉัตรพล พิมพา^{1*} บัณฑิตา ภูทรัพย์มี โปณะทอง² ศิวพร เน้นหนา³

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ^{1*}

สาขาวิชาเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย²

สาขาวิศวกรรมการจัดการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์³

อีเมล : Perpetually09@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 28 ตุลาคม 2565

วันแก้ไขบทความ 1 ธันวาคม 2565

วันที่ตอบรับบทความ 9 ธันวาคม 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการและผลของการลดของเสียในกระบวนการผลิตข้าวตูของกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร ผลของการผลิตพบว่าข้าวตูร้อยละ 6 ที่ผลิตแล้วมีขนาดไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ผู้วิจัยและกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรจึงได้ศึกษากระบวนการผลิต จากนั้นจึงใช้แผนภูมิแกงปลาในการวิเคราะห์หาสาเหตุและกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหามาตรฐาน วิธีการแก้ปัญหามาตรฐานที่ได้จากการศึกษากระบวนการคือ การสร้างเครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ผลการทดสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ก่อนการนำไปใช้ในกระบวนการผลิตโดยการทดสอบสมมติฐานพบว่าขนาดของข้าวตูที่ผลิตด้วยเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ออกแบบนั้นเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด ผู้วิจัยจึงทำการผลิตข้าวตูจำนวน 500 ชิ้นด้วยเครื่องจักรและอุปกรณ์ ผลการผลิตพบว่า ข้าวตูที่ผลิตมีขนาดตามมาตรฐานทุกชิ้น โดยสามารถลดของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้

คำสำคัญ : ข้าวตู การลดของเสีย แผนภูมิแกงปลา



Waste reduction in khao tu production process of agriproduct processing groups

Chatpon Phimpha^{1*}, Banthita Poosabmee Ponatong², Siwaporn Nannar³

Department of Industrial Engineering, Faculty of industrial Education, Rajamangala
University of Technology Suvarnabhumi^{1*}

Department of Technology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of
Technology Srivijaya²

Department of Engineering Management, Faculty of Industrial Technology, Surindra
Rajabhat University³

E – mail : Perpetually09@gmail.com^{1*}

Received 28 October 2022

Revised 1 December 2022

Accepted 2 December 2022

Abstract

This research aims to present methods and result of waste reduction in the Khao tu production process of agriproduct processing groups. The results showed that 6 percent of the khao tu from the production process did not meet the required standards. The researchers and agriproduct processing groups studied the production process and used the fishbone diagram to analyze the causes and solutions to the problem. The solutions to the problem which obtained from the study of the process is to create machine and equipment to improve the production process. The test results of machine and equipment before implementation in the production process by hypothesis tests showed that the size of the khao tu that produced with the designed machine and equipment was in accordance within the standards. The researchers then produced 500 pieces of Khao tu with machine and equipment. The khao tu produced is standard in size for every piece, there reducing all waste in the process.

Keywords : Khao tu, Waste reduction, Fishbone diagram

1. บทนำ

จังหวัดนนทบุรีเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคกลางที่มีตำแหน่งที่ตั้งอยู่บนฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา โดยแม่น้ำเจ้าพระยาแบ่งพื้นที่จังหวัดออกเป็นสองส่วนคือ ฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตก พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดนนทบุรีเป็นพื้นที่ราบลุ่มที่มีคลองธรรมชาติรวมถึงคลองที่ถูกขุดขึ้นจำนวนมาก (สำนักงานจังหวัดนนทบุรี. 2561) ด้วยเหตุดังกล่าวทำให้พื้นที่ของจังหวัดนนทบุรีมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเพาะปลูก (สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน. 2561) โดยตำบลบางรักใหญ่ซึ่งตั้งอยู่ในอำเภอบางบัวทองเป็นพื้นที่หนึ่งในจังหวัดนนทบุรี เป็นบริเวณที่ยังคงมีความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ทำให้ง่ายมีคนในชุมชนที่ประกอบอาชีพเกษตรกรและการค้าขายผลผลิตทางการเกษตรรวมถึงมีการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร (กนกพร สุทธิพันธ์. 2561) ซึ่งหนึ่งในพืชที่ยังคงปลูกอยู่ในชุมชนคือ มะพร้าวน้ำหอม เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีความอุดมสมบูรณ์จึงทำให้มีผลผลิตทางการเกษตรจำนวนมาก ดังนั้นเกษตรกรในชุมชนจึงรวมกลุ่มกันเพื่อนำผลผลิตทางการเกษตรมาแปรรูป โดยมีมะพร้าวเป็นส่วนสำคัญในการแปรรูป สำหรับมะพร้าวที่ปลูกในชุมชนนั้นเป็นส่วนประกอบสำคัญในการผลิตข้าวตูซึ่งถือเป็นขนมที่ผลิตโดยกลุ่มเกษตรกรในตำบลบางรักใหญ่

กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรบางรักใหญ่ อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี เป็นกลุ่มที่แปรรูปผลผลิตจากมะพร้าวในชุมชน โดยผลิตภัณฑ์หลักที่ผลิตคือ ข้าวตู ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทขนมที่ทำมาจากการกวนมะพร้าวที่ผ่านการซูดแล้วผสมกับน้ำตาลมะพร้าว จากนั้นจึงใส่ข้าวคั่วที่ถูกปั่นจนละเอียดกวนผสมเข้าด้วยกัน จากนั้นจึงปั้นขนมเป็นก้อนทรงกลมแล้วนำขนมที่ปั้นเป็นก้อนกดใส่พิมพ์ ขั้นตอนสุดท้ายคือ นำขนมไปอบควันเทียนจนหอมก่อนที่จะบรรจุกล่องเพื่อจัดจำหน่าย โดยขนมข้าวตุนั้นเป็นขนมที่ได้รับการสนับสนุนเพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของตำบลบางรักใหญ่ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานของสินค้าโดยมีการพิจารณาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของขนม เพื่อให้ขนมที่ผลิตออกมาจำหน่ายนั้นมีขนาดเท่ากันและเป็นมาตรฐานเดียวกันแต่เนื่องจากกระบวนการผลิตเดิมของกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรนั้น เป็นการผลิตแบบครัวเรือนที่ใช้แรงงานคนในการผลิตขนมเมื่อนำขนมปั้นเป็นก้อนทรงกลมด้วยมือจึงทำให้ก้อนขนมมีขนาดไม่เท่ากันเมื่อนำไปอัดลงในพิมพ์ขนมแล้วจึงส่งผลให้ขนาดของขนมไม่ได้ขนาดตามที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรกำหนด ทำให้กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรและผู้วิจัยร่วมกันปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

งานวิจัยนี้จึงต้องการนำเสนอขั้นตอนและวิธีการในปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตขนมข้าวตูของกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร โดยจะทำการศึกษากระบวนการผลิตขนมข้าวตูจากนั้นจะใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมคือ แผนภูมิแกงปลาในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและออกแบบสร้างเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการทำงานเพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้น

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษากระบวนการในการผลิตขนมข้าวตู
- 2.2 เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตขนมข้าวตู

3. วิธีการวิจัย

การปรับปรุงกระบวนการผลิตเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต (Sreekumar et.al. 2018) โดยการปรับปรุงกระบวนการผลิตนั้นมีขั้นตอนที่เป็นแบบแผนหลายประเภท โดยในงานวิจัยนี้จะใช้การปรับปรุงกระบวนการ โดยมีขั้นตอนประกอบด้วย การเก็บข้อมูลเพื่อศึกษากระบวนการผลิตและนำข้อมูลจากการศึกษากระบวนการมาทำการวิเคราะห์ปัญหาจากนั้นจึงกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำมาใช้ในการลดของเสียและ

สุดท้ายจะนำผลหลังจากการปรับปรุงกระบวนการมาทำการเปรียบเทียบจำนวนของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง (Mahto & Kumar. 2013)

3.1. การเก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิต

3.1.1 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตเป็นขั้นตอนสำคัญในการรวบรวมรายละเอียดของกระบวนการผลิตเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการทำงาน (Gujar & Shahare. 2018) อีกทั้งขั้นตอนการเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตยังช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการอีกด้วย (Prakash et.al. 2017) โดยในงานวิจัยนี้จะเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตขนมข้าวตู เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาและข้อมูลที่เก็บมานั้นยังช่วยให้ผู้ประกอบการเกิดความรู้ความเข้าใจในกระบวนการผลิตด้วย

3.2. การวิเคราะห์กระบวนการผลิต

การวิเคราะห์กระบวนการผลิตนั้นจะใช้ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตเพื่อนำมาวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตนั้น ผู้วิจัยจะใช้หนึ่งในเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 คือ แผนภูมิแกงปลาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตขนมข้าวตู โดยเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ถือเป็นเครื่องมือที่ถูกหยิบยกมาใช้ในการบวนการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการผลิตอย่างแพร่หลาย (ธนิตศักดิ์ พุฒิพัฒน์โมษิต และคณะ. 2563) (Memon et.al. 2019) จากเหตุที่กล่าวมานั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้แผนภูมิแกงปลาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเพื่อนำสาเหตุของปัญหาที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต (วิรัชพัชร พรหมจรรย์ และคณะ. 2562)

3.3. การปรับปรุงกระบวนการผลิต

การปรับปรุงกระบวนการผลิตในงานวิจัยฉบับนี้จะใช้วิธีการออกแบบพัฒนาเครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตข้าวตู ซึ่งการออกแบบและการพัฒนาเครื่องจักรและอุปกรณ์นั้น เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้สำหรับปรับปรุงและตอบสนองความต้องการของผลิต (Ansari et.al. 2019) อย่างไรก็ตามแม้ว่าการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยการสร้างเครื่องจักรและอุปกรณ์จะมีข้อดีแต่ในการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์นั้นควรมีการตรวจสอบผลผลิตจากการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ว่าเป็นไปตามข้อกำหนดของกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรหรือไม่ (ฉัตรพล พิมพา. 2565) ข้อกำหนดของการผลิตข้าวตูนั้นใช้ข้อมูลตามขนาดของขนมที่เป็นไปตามที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรกำหนด ซึ่งจะวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของขนม ในงานวิจัยจะใช้วิธีการทดสอบสมมติฐานแบบ One Sample T-Test เพื่อตรวจสอบค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของขนมและความหนาของขนมที่ผลิตโดยเครื่องจักรและอุปกรณ์ว่ามีค่าเท่ากับค่ามาตรฐานหรือไม่ ซึ่งการทดสอบสมมติฐานแบบ One Sample T-Test นั้นเป็นการทดสอบกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่มเปรียบเทียบกับเกณฑ์เพื่อตรวจสอบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลที่ทดสอบเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ (Montgomery. 2009) โดยจะเก็บข้อมูลขนาดของขนมที่ผลิตโดยเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นจำนวน 30 ชิ้นเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์และในการทดลองนั้นจะใช้ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ ($\alpha=0.05$)

การวิเคราะห์ผลการปรับปรุงกระบวนการผลิตจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยจะพิจารณาค่า P-Value ของการทดลองเพื่อวิเคราะห์ผล โดยในการวิเคราะห์นั้นจะแบ่งออกเป็นสองกรณีคือ ในกรณีที่ค่า (P-Value > 0.05) แสดงว่าค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของขนมที่ได้จากการทดลองผลิตเป็นไปตามเกณฑ์ที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรตั้งไว้ ในทางกลับกัน ในกรณีที่ค่า (P-Value < 0.05) แสดงว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของขนมที่ได้จากการทดลองผลิตไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรตั้งไว้ (Montgomery & Runger. 2011)

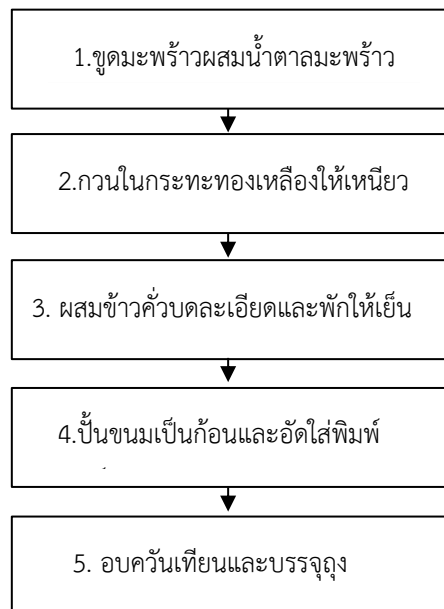
3.4 การเปรียบเทียบผลการปรับปรุง

ในขั้นตอนนี้จะทำการเปรียบเทียบผลจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตข้าวตูเพื่อเปรียบเทียบจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตก่อนที่จะปรับปรุงและหลังจากการปรับปรุง เพื่อนำผลไปสรุปผลการวิจัย

4. ผลการวิจัย

4.1 เก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิต

จากการเข้าไปศึกษากระบวนการผลิตข้าวตูของกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรพบว่า กระบวนการผลิตขนมข้าวตูแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังรูปที่ 1 โดยขั้นตอนการผลิตขนมข้าวตูประกอบด้วย การนำมะพร้าวมาขูดเป็นเส้น จากนั้นผสมมะพร้าวที่ขูดแล้วกับน้ำตาลมะพร้าว แล้วนำไปกวนในกระทะทองเหลืองจนมะพร้าวและน้ำตาลมะพร้าว มีลักษณะข้นเหนียว เมื่อกวนส่วนผสมได้ที่แล้วจึงค่อยๆ นำข้าวคั่วที่บดละเอียดผสมลงไปกวนในกระทะ จากนั้นจะพักตัวขนมให้เย็นลงแล้วปั้นเป็นก้อนกลมเสร็จแล้วจึงใช้แม่พิมพ์กดขนมขึ้นรูปที่ละชิ้น ในขั้นตอนสุดท้ายจึงนำขนมข้าวตูไปอบด้วยควันเทียนให้หอมก่อนจะบรรจุกล่องเพื่อจำหน่าย โดยลักษณะของขนมข้าวตูที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรผลิตมีลักษณะดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 กระบวนการผลิตขนมข้าวตูของกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตร

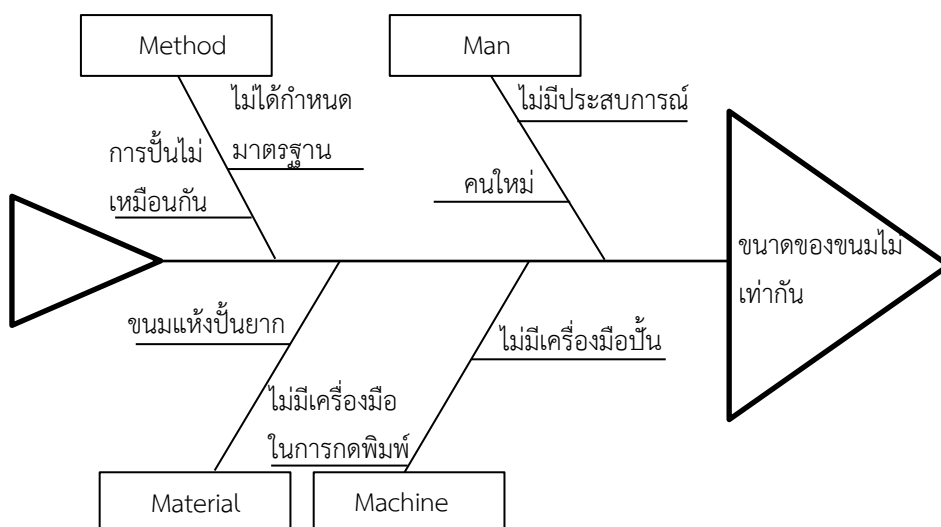


รูปที่ 2 ลักษณะของขนมข้าวตู

จากการศึกษากระบวนการผู้วิจัยพบว่า สาเหตุที่ทำให้พบของเสียจากกระบวนการผลิตข้าวตูคือ กระบวนการปั้นขนมเป็นก้อนและอัดขนมใส่พิมพ์ โดยกระบวนการดังกล่าวเป็นการทำด้วยมือจึงทำให้ขนมที่ปั้นเป็นก้อนกลมนั้นมีขนาดไม่เท่ากันเมื่อนำขนมไปใส่พิมพ์เพื่อกดขึ้นรูป จึงทำให้ความหนาและขนาดของขนมไม่เท่ากันส่งผลให้จะต้องนำขนมที่ไม่ได้ขนาดกลับมาปั้นและอัดขนมใส่พิมพ์ใหม่ โดยผลการศึกษากระบวนการพบว่าขนาดของขนมที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรต้องการจะต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.8 ± 0.1 เซนติเมตร และความหนาของขนม 1.2 ± 0.1 เซนติเมตรและจากข้อมูลของการทำงานพบของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตร้อยละ 6

4.2 การวิเคราะห์กระบวนการ

จากข้อมูลการศึกษาระบบการพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตข้าวตูคือ ขนาดของขนมไม่ได้ตามมาตรฐานซึ่งปัญหาดังกล่าวเกิดมาจากการปั้นขนมก่อนที่จะกดขนมลงพิมพ์ ในกรณีที่ขนาดของขนมข้าวตูที่ปั้นมีขนาดเล็กหรือใหญ่เกินไป จะส่งผลเมื่อนำขนมไปอัดลงพิมพ์ทำให้ขนาดของขนมข้าวตูไม่ได้ตามมาตรฐานที่ทางกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรกำหนดไว้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 คือ แผนภูมิแกงปลาใช้ในการวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้ขนาดของขนมที่ปั้นไม่เท่ากันดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนภูมิแกงปลาแสดงการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตข้าวตู

จากแผนภูมิแกงปลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตข้าวตู ในรูปที่ 3 นั้นแสดงถึงสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลให้ขนาดของขนมที่ปั้นไม่เท่ากัน ประกอบด้วยสาเหตุจากคน (Man) คือ ในกรณีที่คนในกลุ่มแปรรูปมาทำงานและเป็นคนใหม่ก็จะไม่มีประสบการณ์ซึ่งจะส่งผลต่อขนาดของขนมที่ปั้น สำหรับสาเหตุที่มาจากกระบวนการ (Method) คือ วิธีการปั้นของแต่ละคนไม่เหมือนกันรวมถึงไม่มีมาตรฐานบ่งบอกไว้ สาเหตุที่มาจากวัตถุดิบ (Material) เกิดจากความแห้งของขนมที่จะส่งผลถึงความยากในการหีบและการปั้น ในลำดับสุดท้ายคือสาเหตุที่เกิดจากเครื่องจักร (Machine) กล่าวคือกระบวนการผลิตไม่มีเครื่องจักรที่ใช้ในการปั้นขนมและอุปกรณ์ในการกดพิมพ์ จากสาเหตุของปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์แผนภูมิแกงปลานั้นพบว่าหากกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรสามารถสร้างเครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อใช้ในการปั้นขนมเป็นก้อนกลมและการกดพิมพ์ขนมแล้วนั้น ก็จะทำให้สามารถควบคุมขนาดของขนมที่ปั้นเป็นก้อนกลมได้ รวมถึงแก้ปัญหาจากสาเหตุอื่นๆ ที่เกิดจากคนและวิธีการที่เกิดขึ้นได้ด้วย เช่น คนที่ไม่มีประสบการณ์ก็สามารถใช้งานได้รวมถึงทำให้วิธีการปั้นแต่ละครั้งเหมือนกัน

ดังนั้นกระบวนการที่ผู้วิจัยและกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรต้องปรับปรุงคือ กระบวนการปั้นขนมเป็นก้อนและอัดใส่พิมพ์ โดยผลจากการวิเคราะห์กระบวนการผู้วิจัยสรุปแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการคือ การสร้างเครื่องจักรเพื่อปั้นก้อนขนมให้มีขนาดที่เท่ากันและสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการกดขนมข้าวตูเพื่อให้สามารถควบคุมการกดขนมให้ได้ขนาดตามที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรกำหนด

4.3. การปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากข้อมูลการวิเคราะห์กระบวนการ ผู้วิจัยและกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรสรุปให้มีการปรับปรุงกระบวนการโดยการสร้างเครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อใช้ในกระบวนการผลิต โดยผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องปั้นก้อนขนมให้มีลักษณะเป็นทรงกลมและอุปกรณ์สำหรับกดขนมเพื่อให้สามารถควบคุมขนาดของขนมได้ตามมาตรฐานที่กำหนด โดยเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการปั้นก้อนขนมแสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ใช้ปั้นก้อนขนม สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการกดขนมแสดงดังรูป 5 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กดขนมข้าวตูให้มีขนาดตามที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรกำหนด



รูปที่ 4 เครื่องปั้นก้อนขนมข้าวตู



รูปที่ 5 อุปกรณ์ที่ใช้กดขนมข้าวตู

การตรวจสอบผลผลิตจากการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการปรับปรุงกระบวนการนั้น ผู้วิจัยและกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรจะดำเนินการผลิตขนมด้วยเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ได้สร้างขึ้นจำนวน 30 ชิ้นและทดสอบสมมติฐานแบบ One Sample T-Test โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของขนมเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ได้จากการศึกษากระบวนการคือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.8 เซนติเมตรและความหนาของขนม 1.2 เซนติเมตร โดยในการทดสอบสมมติฐานจะใช้ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ ($\alpha=0.05$) ซึ่งผลจากการทดสอบสมมติฐานแสดงดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบสมมติฐาน One Sample T-Test ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขนมข้าวตู

Variable	N	Mean	St Dev	SE Mean	95% CI	T	P-Value
Diameter	30	3.810	0.071	0.013	(3.7834, 3.8366)	0.77	0.448

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมมติฐาน One Sample T-Test ความหนาของขนมข้าวตู

Variable	N	Mean	St Dev	SE Mean	95% CI	T	P-Value
Thickness	30	1.190	0.060	0.011	(1.1673, 1.2127)	-0.90	0.375

จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ขนาดและความหนาของการผลิตขนมข้าวตูโดยเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ออกแบบเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยผลจากการทดสอบสมมติฐานแบบ One Sample T-Test ในตารางที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขนมข้าวตูแสดงผลการวิเคราะห์หาค่า (P-Value > 0.05) แปลผลได้ว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนมข้าวตูที่ได้จากการทดลองผลิตมีขนาดเท่ากับ 3.8 เซนติเมตรซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรกำหนดไว้ และผลจากการทดสอบสมมติฐานแบบ One Sample T-Test ในตารางที่ 2 ความหนาของขนมข้าวตูแสดงผลการวิเคราะห์หาค่า (P-Value > 0.05) แสดงว่าความหนาของขนมข้าวตูที่ได้จากการทดลองผลิตมีขนาดเท่ากับ 1.2 เซนติเมตรซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรกำหนดไว้

4.4 การเปรียบเทียบผลการปรับปรุง

จากข้อมูลที่ได้กล่าวไว้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตทำให้ผู้วิจัยและกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรมั่นใจได้ว่าการปรับปรุงกระบวนการโดยการสร้างเครื่องจักรและอุปกรณ์ เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและลดของเสียที่เกิดขึ้นจากการทำงำนนั้นสามารถนำไปใช้ได้ โดยขนมที่ผลิตจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นจะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรกำหนด จากนั้นผู้วิจัยจึงได้ทดลองผลิตขนมเพิ่มเติมจำนวน 500 ชิ้น ผลพบว่าขนมที่ผลิตอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตเดิมที่จะพบขนมที่ไม่ได้ขนาดตามที่กำหนดร้อยละ 6 และในกระบวนการที่มีการปรับปรุงแล้วผลคือไม่พบขนมที่ขนาดไม่ได้มาตรฐาน จึงสรุปได้ว่าการปรับปรุงกระบวนการผลิตนั้นสามารถลดของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการได้ โดยผู้วิจัยได้นำขนมที่ผ่านการผลิตด้วยเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อปรับปรุงกระบวนการมาวัดขนาดจากนั้นจึงนำข้อมูลไปคำนวณค่า CPK ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของขนมพบว่า CPK ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมีค่า 0.70 และ CPK ความหนาของขนมมีค่า 0.94 โดยขนมทั้งหมดผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน

5. สรุปผล

กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรตำบลบางรักใหญ่ อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี ได้ทำการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่ปลูกในชุมชน คือมะพร้าวเป็นขนมข้าวตูซึ่งได้รับการสนับสนุนให้เป็นผลิตภัณฑ์ในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของตำบลบางรักใหญ่ ทำให้กลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรนั้นจำเป็นต้องพิจารณากระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงการผลิตให้เป็นมาตรฐาน หนึ่งในข้อกำหนดมาตรฐานของการผลิตคือ ขนาดของขนมข้าวตู โดยการผลิตขนมข้าวตุนั้นกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรพบปัญหาว่าขนาดของขนมข้าวตูไม่ได้ตามมาตรฐานตามที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรกำหนดเฉลี่ยร้อยละ 6 ทำให้ต้องนำขนมกลับไปทำใหม่เพื่อให้ได้ขนาดตามมาตรฐาน ผู้วิจัยและกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรจึงได้ร่วมกันปรับปรุงกระบวนการโดยการศึกษากระบวนการและวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาโดยใช้แผนภูมิแกงปลาเพื่อหาสาเหตุและกำหนดแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการคือ การสร้างเครื่องจักรและอุปกรณ์ช่วยในการผลิตจะสามารถผลิตขนมได้ตามมาตรฐาน ดังนั้นผู้วิจัยและกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรจึงได้สร้างเครื่องจักรและอุปกรณ์ช่วยในการผลิตเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวและเมื่อดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดลองผลิตขนมเพื่อตรวจสอบขนมข้าวตูว่าเป็นไปตามมาตรฐานที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรโดยใช้การทดสอบสมมติฐานแบบ One Sample T-Test ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าขนมทั้งหมดที่ผลิตโดยใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ช่วยในการผลิตเป็นไปตามมาตรฐาน จากนั้นจึงได้ทำการทดลองผลิตขนมข้าวตูจำนวน 500 ชิ้น ผลการทดลองพบว่าขนมข้าวตูมีขนาดได้ตามมาตรฐานตามที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรกำหนดทั้งหมด ดังนั้นการนำเครื่องจักรและอุปกรณ์ไปใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงกระบวนการจะสามารถลดของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอพระคุณโครงการคลินิกเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิและกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรบางรักใหญ่ อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี

เอกสารอ้างอิง

- กนกพร สุทธิพันธ์. (2561). หมู่บ้านสารสนเทศต้นแบบเพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต. สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอบางบัวทอง.
- ฉัตรพล ทิมพา. (2565). “การหาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตมันเทศโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนตำบลน้ำ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.” *วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม*. 15(1), 113-122.
- ธนิตศักดิ์ พุฒิพัฒน์ไผ่ชิต, อัสริยากร สง่าอารีย์กุล, อภิชาติ เสมศรี และปิยฉัตร นุตลักษณ์. (2563). “การลดของเสียในกระบวนการผลิตอุปกรณ์โครงเหล็กค้ำกันความปลอดภัยของรถยนต์.” *วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.)*. 9(2), 45-54.
- วิรัชพัชร พรหมจรรย์, ยุติฉัตรวานนท์, นฐิตา หวังเชื้อ และภุชงค์ จันทน์จิระ. (2562). “การประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิตอิฐ.” *วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา*. 13(1), 81-92.
- สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน. (2561). *แผนพัฒนากลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน 1*. สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน.
- สำนักงานจังหวัดนนทบุรี. (2561). *บรรยายสรุปจังหวัดนนทบุรี ประจำปี พ.ศ 2561*. สำนักงานจังหวัดนนทบุรี.
- Ansari, I. Z., Ferdous, Z., & Irfan, S. F. (2019). “Improving productivity by using extra mechanical automation on different sewing machine.” *International Journal of Textile Science*. 8(1), 26-30.



- Gujar, S., & Shahare, D. A. S. (2018). "Increasing in Productivity by Using Work Study in a Manufacturing Industry." **International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)**. 5(5), 1982-1991.
- Mahto, D. G., & Kumar, N. (2013). "Productivity improvement through process analysis for optimizing assembly line in packaging industries." **Global Journal of Researches in Engineering**. 13(3). 1-17.
- Memon, I. A., Jamali, Q. B., Jamali, A. S., Abbasi, M. K., Jamali, N. A., & Jamali, Z. H. (2019). "Defect reduction with the use of seven quality control tools for productivity improvement at an automobile company. Engineering." **Technology & Applied Science Research**. 9(2), 4044-4047.
- Montgomery, D. C. (2009). **Design and analysis of experiment (7th ed.)** John Wiley & Sons Ltd.
- Montgomery, D. C. & Runger, G. C. (2011). **Applied Statistics and Probability for Engineering (5th ed.)**. John Wiley & Son.
- Prakash, A., Jha, S. K., Prasad, K. D., & Singh, A. K. (2017). "Productivity, quality and business performance: an empirical study." **International Journal of Productivity and Performance Management**. 66(1), 78-91.
- Sreekumar, M. D., Chhabra, M., & Yadav, R. (2018). "Productivity in manufacturing industries." **International Journal of Innovative Science and Research Technology**, 3(10), 634-639.

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำโขงต่อสภาพน้ำเหือในลำน้ำเลย

ศักดิ์ชาย พวงจันทร์^{1*} จุไรรัตน์ อาจแก้ว²

มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย^{1-2*}

อีเมล : sakchph@gmail.com^{1*} jurairatard@gmail.com²

วันที่รับบทความ 17 ธันวาคม 2565

วันแก้ไขบทความ 26 ธันวาคม 2565

วันที่รับบทความ 27 ธันวาคม 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของระดับน้ำในแม่น้ำโขงต่อสภาพน้ำเหือในลำน้ำเลยในช่วงน้ำหลาก โดยการสร้างแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ด้วยโปรแกรม HEC-RAS แบบจำลองนี้วิเคราะห์การไหล 1 มิติแบบ subcritical flow สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งการไหลคงตัวและการไหลไม่คงตัว มีเงื่อนไขขอบเขตเหนือน้ำอยู่ที่สถานี Kh.58A กม. 81+100 บริเวณสะพานบ้านปากเลย และมีเงื่อนไขขอบเขตท้ายน้ำอยู่ที่ปากน้ำเลยบรรจบแม่น้ำโขงที่บ้านคกมาด อำเภอเชียงคาน ที่กม. 0+500 รวมความยาวลำน้ำ 80.6 กม. จำนวน 807 หน้าตัด ข้อมูลด้านชลศาสตร์ที่ใช้เป็นข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมง ในช่วงปี พ.ศ. 2556-2559 โดยเลือกช่วงเวลาที่ระดับน้ำโขงขึ้นสูงและมีคลื่นน้ำหลากในแม่น้ำเลย รวมทั้งเก็บข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงที่สะพานบ้านกลางมาใช้ในการประเมินแบบจำลอง มาทั้งสิ้น 5 ชุดข้อมูล การเปรียบเทียบแบบจำลองทำได้โดยปรับค่า Manning's n ของลำน้ำ โดยการลองผิดลองถูก แล้วนำแบบจำลองมาวิเคราะห์ผลเป็นค่าระดับน้ำที่สะพานบ้านกลาง เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จริง แล้วประเมินความคลาดเคลื่อนด้วยค่า RMSE เพื่อหาค่า n ที่ให้ค่า RMSE น้อยที่สุด โดยใช้ชุดข้อมูลการไหล 2 ชุด ในปี 2556 และ 2557 พบว่าค่า n เฉลี่ยเท่ากับ 0.040 จากนั้นจึงสอบทานแบบจำลองด้วยค่า n ดังกล่าว โดยใช้ชุดข้อมูล 3 ชุด ของปี 2557 2558 2559 พบว่าค่า RMSE เฉลี่ยเท่ากับ 0.145 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เฉลี่ย 0.879

ผลการศึกษาสภาพน้ำเหือโดยใช้แบบจำลองวิเคราะห์สถานการณ์จำลอง 12 ชุด ที่มีระดับน้ำโขงและปริมาณน้ำในแม่น้ำเลยที่แตกต่างกัน พบว่า ระดับน้ำในแม่น้ำโขงในระดับที่ไม่เกิน 209 ม.รทก. ส่งผลต่อระดับน้ำเหือในแม่น้ำเลยไปทางเหนือน้ำถึงแค่กม.ที่ 16 บริเวณบ้านกลาง ระดับน้ำโขงในระดับสูงมาก 212 ม.รทก. จะมีผลต่อระดับน้ำเหือไปถึงกม.ที่ 21 บริเวณบ้านแก่งมีเท่านั้น ในกรณีระดับน้ำโขงสูงถึง 212 ม.รทก. ต้องมีปริมาณการไหลในน้ำเลยถึง 600 cms ขึ้นไปจึงจะเกิดภาวะน้ำล้นตลิ่งที่ระดับ 214 ม.รทก. ที่บ้านกลาง และระดับน้ำที่บ้านหาดทรายขาว กม. 27+950 จะไม่ได้รับผลกระทบจากระดับของแม่น้ำโขงเลย

คำสำคัญ : แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ โปรแกรม HEC-RAS น้ำเหือ แม่น้ำเลย ระดับน้ำในแม่น้ำโขง

The Effect of Mekong Level on the Backwater in Loei River

Sakchai Phuangjan^{1*}, Jurairat Ardkaew²

Loei Rajabhat University^{1-2*}

E – mail : sakchph@gmail.com^{1*}

Received 17 December 2022

Revised 26 December 2022

Accepted 27 December 2022

Abstract

This study was aimed to investigate the effect of Mekong level on the backwater in Loei river, using hydrodynamic model created by HEC-RAS program. The model can handle one-dimensional, subcritical flow for both steady and unsteady modes. The upstream boundary condition locates at Kh. 58A station (81+100 km.) on Fag Loei bridge in Muang Loei. The downstream boundary condition locates at the river mouth where Loei river flow into Mekong at Baan Kok Maad in Chiang Kan (05+000 km.) The 80.6 km reach length includes 807 cross sections. The gage and flow hydrographs of various stations during 2013-2016 were used for hydraulic data. Five periods of flows when high tides in Mekong and flood waves in Loei river occurred at the same time were selected, and the hourly gage hydrographs at Baan Klang were observed for model validation. The model was calibrated by applying the Manning's n of the channel by trial and error method and run the model with two hydraulic data sets from 2013 and 2014 to get the results as gage hydrographs at Baan Klang Bridge. The results from the model and the observed ones were compared to find RMSE (root mean squared error) for each n value. The optimal n was the one that yielded the least RMSE. The average n from two sets of data was 0.040. Then the model was verified by analyzing other three sets of hydraulic data from 2014, 2015 and 2016 that yielded the average RMSE of 0.145 and the average coefficient of correlation (r) of 0.879.

The model was used to study the backwater of Loei river due to Mekong level by analyzing 12 flow profiles with different Mekong levels and flow rate in Loei river. The Mekong level of 209 m. (msl) and lower affects the backwater in Loei river as far as 16 km. (Baan Klang) upstream. The highest level of 212 m. in Mekong affects the backwater in Loei river as far as 21 km. (Baan Kang Mi) upstream. The Mekong level of 212 m. with the flow of 600 cms. in Loei river can cause inundation at Baan Klang (214 m. level). It was also found that Loei river in Baan Had Sai Kao area (27+950 km.) would not affected by Mekong level.

Keywords: Hydrodynamic Model, HEC-RAS Program, Backwater, Loei River, Mekong Level

1. บทนำ

1.1 แม่น้ำโขง

แม่น้ำโขงเป็นแม่น้ำนานาชาติที่มีความสำคัญต่อชีวิตของประชาชนในประเทศที่แม่น้ำโขงไหลผ่าน ได้แก่ ประเทศจีน เวียดนาม ลาว ไทย กัมพูชา และเวียดนาม ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในลำน้ำโขงประมาณ 13,000 ลบม.ต่อวินาที แม่น้ำโขงในบริเวณที่เป็นปากแม่น้ำเลยนั้นอยู่ในส่วนของลุ่มน้ำโขงตอนล่าง (Lower Mekong Basin) ซึ่งมีปริมาณน้ำท่าสูงถึง 84% และมีพื้นที่ถึง 76% ของลุ่มน้ำโขงทั้งหมด (Mekong River Commission, 2012) ครอบคลุมตั้งแต่ตอนบนของประเทศลาวถึงปากแม่น้ำโขงในเวียดนาม พื้นที่ลุ่มน้ำโขงตอนล่างได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นหลัก โดยเฉพาะในพื้นที่สูงตอนกลางของประเทศลาว โดยจะมีฝนตกชุกในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน โดยมีลำน้ำสาขาที่นำน้ำเข้าสู่แม่น้ำโขงทางฝั่งซ้ายในพื้นที่ของประเทศลาวตอนบนเป็นส่วนใหญ่และทางฝั่งขวาคือลุ่มน้ำชี-มูล ลุ่มน้ำโขงตอนล่างแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน ได้แก่ ที่สูงทางเหนือ ที่ราบสูงโคราช ทะเลสาบเขมร และที่ราบปากน้ำโขง ส่วนของแม่น้ำโขงที่ไหลผ่านพรมแดนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือขึ้นถือเป็นส่วนหนึ่งของส่วนที่เป็นที่ราบสูงโคราช ภาวะน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำโขงตอนล่าง มีอยู่หลายลักษณะ ได้แก่ น้ำท่วมในลำน้ำโขงสายประธาน น้ำท่วมในลำน้ำสาขาในลักษณะน้ำท่วมฉับพลัน (flashfloods) น้ำท่วมร่วมกันของลำน้ำสาขากับลำน้ำโขงสายประธาน (combined flood) เช่น การเกิดสภาพน้ำท่วมบริเวณปากแม่น้ำ และน้ำท่วมจากการระบายน้ำจากเขื่อนในปริมาณมากและฉับพลัน

ปัจจุบันมีการสร้างเขื่อนผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งในลำน้ำโขงและแม่น้ำสาขากว่า 30 เขื่อน (International Rivers, 2012) ได้แก่ เขื่อน Manwan เขื่อน Dachaochan เขื่อน Gongguoqiao เขื่อน Jinghong และเขื่อนไซยะบุรีในประเทศลาว นอกเหนือจากผลกระทบต่อระบบนิเวศ การประมงน้ำจืด และปริมาณตะกอนในแม่น้ำโขงแล้ว (International Rivers, 2019) การดำเนินการของเขื่อนเหล่านี้ผนวกกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำโขงเปลี่ยนแปลงไปจากปกติทั้งในฤดูแล้งและฤดูน้ำหลาก ส่งผลต่อระดับของแม่น้ำโขงในพื้นที่ที่อยู่ท้ายน้ำเปลี่ยนแปลงไปยากจะคาดการณ์ได้ ดังเช่นในเดือนสิงหาคม 2551 ระดับน้ำโขงสูงขึ้นจนเกิดน้ำท่วมใหญ่ในจังหวัดหนองคายและเชียงราย

สภาพน้ำท่วม (backwater) คือสภาวะที่การไหลในลำน้ำมีความเร็วช้าลงหรืออาจหยุดไหล รวมทั้งการยกตัวของระดับน้ำตามสิ่งที่เป็นอุปสรรคในการไหล ซึ่งในกรณีของปากแม่น้ำหมายถึงระดับน้ำทะเล หรือแม่น้ำสายหลักที่ลำน้ำนั้นไหลไปบรรจบ โดยในกรณีของงานวิจัยนี้หมายถึงการยกระดับของแม่น้ำเลยในบริเวณปากแม่น้ำในช่วงที่แม่น้ำโขงมีระดับสูงขึ้น ความเสียหายจากน้ำท่วมที่เกิดจากน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำโขงในประเทศไทยที่เห็นได้ชัดคือแม่น้ำมูลและแม่น้ำชีเนื่องจากไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน ความเสียหายจากน้ำท่วมในพื้นที่ลำน้ำในที่ราบสูงโคราชมีมูลค่าสูงถึงหนึ่งในสี่ของทั้งประเทศ

1.2 แม่น้ำเลย

แม่น้ำเลยเป็นแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง มีความยาวลำน้ำ 231 กม. มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวม 3964.34 ตร.กม. หรือประมาณ 34.6% ของพื้นที่จังหวัดเลย แม่น้ำเลยมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคมของจังหวัดเลยอย่างยิ่ง เพราะไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ชุมชนในอำเภอภูหลวง วังสะพุง เมืองเลย และเชียงคาน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีประชากรกว่าครึ่งหนึ่งของจังหวัดอาศัยอยู่ แม่น้ำเลยไหลมีต้นน้ำอยู่ทางทิศใต้ที่ภูหลวงและไหลไปทางทิศเหนือลงสู่แม่น้ำโขงที่บ้านคกมาด อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย จุดบรรจบของแม่น้ำเลยสู่แม่น้ำโขงอยู่ในส่วนของแม่น้ำโขงตอนล่างบริเวณตอนบนของที่ราบสูงโคราช สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (2564) ได้แบ่งลุ่มน้ำหลักของแม่น้ำโขงในประเทศไทยไว้ 2 ส่วนคือ โขงเหนือและโขงตะวันออกเฉียงเหนือ โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษาคือเป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำสาขาชื่อ แม่น้ำเลยตอนล่างส่วนที่ 2 ครอบคลุมพื้นที่ท้ายน้ำที่อยู่ด้านทิศเหนือของลุ่มน้ำเลย ในขณะที่ลุ่มน้ำสาขาชื่อ แม่น้ำเลยตอนล่างส่วนที่ 2 จะอยู่ต้นน้ำทางทิศใต้ของลุ่มน้ำเลย โดยช่วงต้นน้ำตอนบนก่อนถึงอำเภอ

วังสะพุงเป็นพื้นที่สูงและลาดชัน ต่อมาเป็นพื้นที่ราบระหว่างแนวเขา ส่วนพื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำเป็นที่ราบและที่ลาดชันใหญ่ ก่อนจะไหลลงสู่แม่น้ำโขงที่อำเภอเชียงคาน

การเพิ่มของระดับน้ำในแม่น้ำโขง ณ บริเวณปากแม่น้ำเลย และผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทำให้ปริมาณน้ำหลากในลำน้ำเลยสูงขึ้น ทำให้เกิดสภาพน้ำท่วมในพื้นที่ปากแม่น้ำเลยทำให้เกิดความเสี่ยงที่จะเกิดอุทกภัยสร้างความเสียหายให้กับประชาชนในพื้นที่ปากแม่น้ำเลย ได้แก่ บ้านคกมด บ้านกลาง บ้านแก่งมี เป็นต้น งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาสภาพน้ำท่วมในลำน้ำเลยที่ได้รับผลกระทบจากระดับของแม่น้ำโขงสูงขึ้นและปริมาณน้ำในลำน้ำเลยในช่วงน้ำหลากโดยใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ โดยผลการศึกษาจะช่วยให้เข้าใจว่าสภาพน้ำท่วมจะเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อพื้นที่ใดบ้าง มากน้อยเพียงใด ทำให้สามารถประเมินสถานการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ท้ายน้ำของแม่น้ำเลย และวางแผนการรับมือได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้การวิเคราะห์ระยะเวลาของคลื่นน้ำหลากจากพื้นที่ต้นน้ำของแม่น้ำเลยมายังพื้นที่ศึกษาช่วยในการวางแผนรับมืออุทกภัยล่วงหน้าได้อย่างทันท่วงที

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลกระทบของระดับน้ำในแม่น้ำโขงต่อสภาพน้ำท่วมในลำน้ำเลยในช่วงน้ำหลาก

3. วิธีการวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

ช่วงลำน้ำที่ใช้ในแบบจำลองเป็นช่วงลำน้ำเลยตอนล่างมีความยาว 80.6 กม. ตั้งแต่ปากน้ำเลย กม. 05+000 ถึง กม. 81+100 ที่สถานี Kh.58A ในอำเภอเมือง โดยบริเวณที่เกิดน้ำท่วมเนื่องจากระดับน้ำในแม่น้ำโขงอยู่ในช่วงท้ายน้ำ ตั้งแต่ปากน้ำจนถึงสะพานบ้านหาดทรายขาว กม. 27+950

เงื่อนไขขอบเขตท้ายน้ำ (Downstream boundary condition) คือปากน้ำเลยที่จุดบรรจบของแม่น้ำเลยสู่แม่น้ำโขง ที่บ้านคกมด อำเภอเชียงคาน กม.ลำน้ำ 00+500

เงื่อนไขขอบเขตเหนือน้ำ (Upstream boundary condition) คือสถานี Kh. 58A ที่สะพานแม่น้ำเลย ในบ้านปากเลย อำเภอเมือง

3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบจำลองด้านอุทกพลศาสตร์ด้วยโปรแกรม HEC-RAS โดยมีการปรับเทียบและสอบทานเพื่อประเมินความความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบจำลอง โดยใช้ตัวแปรทางสถิติ จากนั้นจึงนำแบบจำลองมาศึกษาสภาพน้ำท่วมในบริเวณท้ายน้ำของแม่น้ำเลยที่เกิดจากการยกกระดับของแม่น้ำโขงและอัตราการไหลในลำน้ำเลย

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) การเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย ข้อมูลด้านภูมิศาสตร์และข้อมูลทางชลศาสตร์ เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากหน่วยงานอื่น และข้อมูลที่วัดจริงจากภาคสนาม เช่น ระดับน้ำรายชั่วโมง (Gage hydrograph) ของสถานีสานกลาง สิ่งปลูกสร้างทางชลศาสตร์ในลำน้ำ
- 2) การเตรียมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง เป็นการเรียบเรียงและแปลงข้อมูลให้พร้อมที่จะนำมาป้อนในโปรแกรม เช่น ปริมาณการไหลรายชั่วโมง (Flow hydrograph) จาก Rating curve การเลือกใช้ชุดข้อมูลการไหลจากข้อมูลของกรมชลประทาน เป็นต้น
- 3) การปรับเทียบแบบจำลอง เป็นการปรับค่า Manning's n โดยการลองผิดลองถูกเพื่อให้ผลการวิเคราะห์ที่คลาดเคลื่อนกับค่าที่วัดได้จริงน้อยที่สุด โดยใช้ค่า RMSE (Root mean square error) ในการประเมินความคลาดเคลื่อน

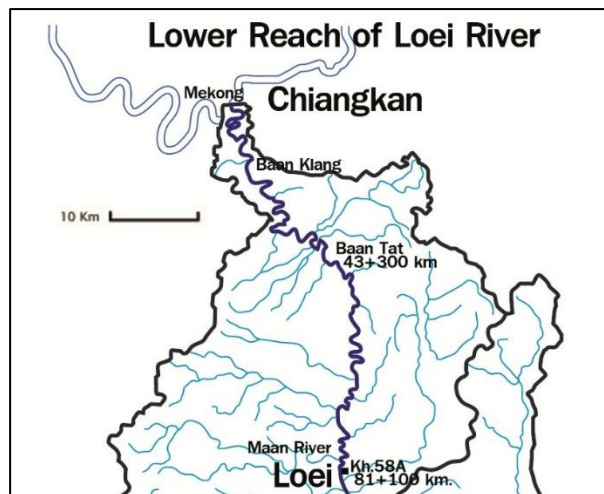
4) การสอบทานแบบจำลอง เป็นการนำแบบจำลองมาวิเคราะห์ผลซึ่งเป็นค่าระดับน้ำรายชั่วโมง ณ สถานีทดสอบที่บ้านกลาง เพื่อประเมินความคลาดเคลื่อนด้วยค่า RMSE และค่า r (Coefficient of correlation)

5) การศึกษาสภาพน้ำท่วมโดยใช้แบบจำลอง เป็นการนำแบบจำลองมาวิเคราะห์การไหลโดยใช้สถานการณ์สมมติ เพื่อดูว่าระดับน้ำในแม่น้ำโขงและปริมาณน้ำในลำน้ำเลยมีผลต่อน้ำท่วมที่บริเวณท้ายน้ำอย่างไร

4. ผลการวิจัย

4.1 ข้อมูลทางภูมิศาสตร์

1) โครงข่ายแม่น้ำเลยช่วงท้ายน้ำ เป็นส่วนของลุ่มน้ำเลยตอนล่างตั้งแต่สถานี Kh. 58A ในอำเภอเมืองเลย ไปจนถึงปากน้ำเลย ในอำเภอเชียงคาน มีความยาว 80.6 กม. โดยมีน้ำเข้าด้านข้างจากลำน้ำสาขาคือแม่น้ำหมาน และสิ่งปลูกสร้างทางชลศาสตร์ ได้แก่ สะพาน 7 แห่ง เพื่อนำมาใช้ในการกำหนด Schematic plan ให้กับแบบจำลอง พื้นที่ที่จะได้รับผลกระทบจากสภาพน้ำท่วมในลำน้ำเลยเป็นพื้นที่บริเวณท้ายน้ำของแม่น้ำเลย โดยย้อนจากปากแม่น้ำเลยเข้ามาทางต้นน้ำ ซึ่งเป็นพื้นที่ชุมชนบ้านคกมาด บ้านหินสอ บ้านกลาง บ้านแก่งมี บ้านหาดทรายขาว ดังรูปที่ 1

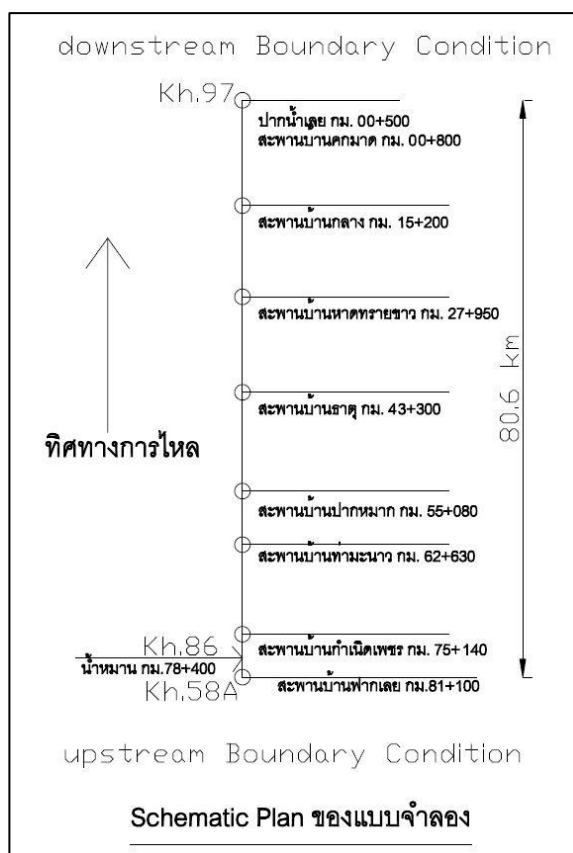


รูปที่ 1 ช่วงลำน้ำเลยตอนล่างที่ใช้ในแบบจำลองตั้งแต่สถานี Kh.58A ในอำเภอเมืองเลยถึงปากน้ำเลย

2) ช่วงลำน้ำ (River reach) ในแบบจำลอง เป็นการไหลแบบ 1 มิติ มีเงื่อนไขขอบเขตเหนือน้ำอยู่ที่สถานี Kh. 58A ที่ กม. 81+100 ณ สะพานบ้านปากเลย ในอำเภอเมืองเลย และเงื่อนไขขอบเขตท้ายน้ำอยู่ที่ปากน้ำเลยที่จุดบรรจบแม่น้ำโขง กม. 00+500 บ้านคกมาด อำเภอเชียงคาน โดยมี Schematic plan ในรูปที่ 2 แสดงช่วงลำน้ำและองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ สิ่งปลูกสร้างทางชลศาสตร์ ลำน้ำสาขา ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

3) รูปแปลนและรูปตัดลำน้ำ ตลอดช่วงความยาว 80.6 กม. รวม 807 รูปตัด โดยตั้งชื่อตาม กม. ลำน้ำแต่ละรูปตัดมีค่าพิกัดตำแหน่งและความสูงของสภาพพื้นที่ ประมาณ 20 จุด มีความกว้างหน้าตัดประมาณ 100-200 ม. ครอบคลุมพื้นที่ทุ่งน้ำท่วม (Flood plain) ซ้าย ขวา และช่วงลำน้ำ (Channel) ระยะห่างระหว่างหน้าตัดตรงกลางลำน้ำ 100 เมตร และระยะห่างระหว่างหน้าตัดของตลิ่งแต่ละข้างแตกต่างกันตามความคดโค้งของลำน้ำ กำหนดค่า Contraction/Expansion coefficient เท่ากับ 0.1 และ 0.3

4) สิ่งปลูกสร้างทางชลศาสตร์ ประกอบด้วยสะพานจำนวน 7 แห่ง ได้แก่ สะพานบ้านคกมาด สะพานบ้านกลาง สะพานบ้านหาดทรายขาว สะพานบ้านธาตุ สะพานบ้านปากหมก สะพานบ้านท่ามะนาว สะพานบ้านกำเนิดเพชร



รูปที่ 2 schematic plan ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

4.2 ข้อมูลทางชลศาสตร์

ข้อมูลทางชลศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ นำระดับน้ำรายชั่วโมงที่สถานีวัดค่าระดับน้ำของกรมชลประทาน มาแปลงเป็นปริมาณการไหลรายชั่วโมงโดยใช้สมการ Rating curve ที่ U.S. Geological Survey (Kennedy EJ. 1984) แนะนำให้ใช้เป็นอย่างนี้

$$Q = P(G - e)^b \quad (1)$$

เมื่อ Q คืออัตราการไหล G คือระดับผิวน้ำเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง P และ b คือ Rating curve constant และ e คือค่าคงที่ การหาค่าคงที่ในสมการสามารถทำได้โดยใช้ Solver ของ Microsoft Excel ด้วยวิธี Least square error สำหรับสถานี Kh.58A และ Kh.86 (Phuangjan S., 2014) ได้ดังนี้

สถานี Kh.58A ค่า P เท่ากับ 18.979 ค่า b เท่ากับ 1.662 ค่า e เท่ากับ 229.816

สถานี Kh.86 ค่า P เท่ากับ 7.7060 ค่า b เท่ากับ 1.850 ค่า e เท่ากับ 250.234

แล้วจึงนำค่าพารามิเตอร์สำหรับแต่ละสถานีไปใช้ในสมการ Rating curve เพื่อคำนวณหาอัตราการไหลรายชั่วโมง เพื่อทำเป็นปริมาณการไหลรายชั่วโมงของสถานีนั้น ๆ

1) เงื่อนไขขอบเขตเหนือหน้า ที่สถานี Kh. 58A เป็นค่า Inflow โดยนำข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมง มาแปลงเป็นปริมาณการไหลรายชั่วโมง โดยใช้ Rating curve ของ สถานีแห่งนี้

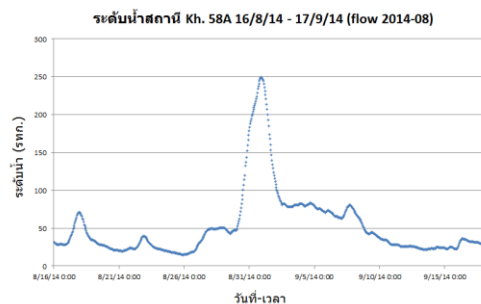
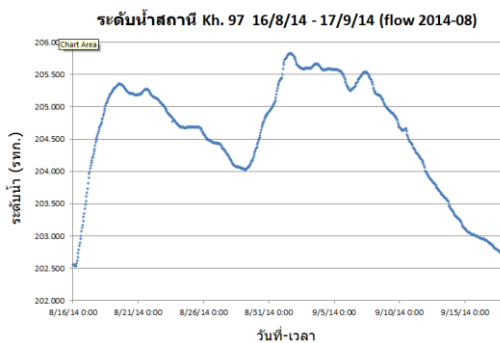
2) เงื่อนไขขอบเขตท้ายน้ำ เป็นค่าระดับน้ำรายชั่วโมงของแม่น้ำโขง ที่สถานี Kh. 97 ในอำเภอเชียงคาน

3) lateral inflow เป็น ปริมาณการไหลรายชั่วโมง ของลำน้ำสาขาประกอบด้วย 2 ส่วนคือ กลุ่มน้ำหมาน ซึ่งแปลงมาจากระดับน้ำรายชั่วโมงของสถานี Kh. 86 ในลำน้ำหมานซึ่งไหลมาบรรจบแม่น้ำเลยที่ กม. 78+400

4) Rating curve เป็นสมการที่ใช้แปลงค่าระดับน้ำเป็นอัตราการไหลของสถานีต่าง ๆ ได้แก่ Kh. 58A Kh.86 Kh.97 สมการดังกล่าวได้จากการแปลงเส้นโค้งความสัมพันธ์ของระดับน้ำกับปริมาณการไหลเป็นสมการโดยใช้วิธี Least square error

5) ชุดข้อมูลการไหล เป็นการเลือกส่วนของระดับน้ำรายชั่วโมงที่สถานีของกรมชลประทาน โดยเลือกเฉพาะช่วงเวลาที่ระดับน้ำโขงยกตัวสูงขึ้น ในขณะที่มีคลื่นน้ำหลากในลำน้ำเลยด้วย ชุดข้อมูลเหล่านี้นำมาใช้เปรียบเทียบและสอบทานแบบจำลอง ชุดข้อมูล 5 ช่วงเวลา เลือกมาจากข้อมูลการไหลช่วงปี พศ. 2556-2559 ได้แก่

1. flow 2013-08 21 สค. 56 01:00 น. – 27 สค. 56 23:00 น. จำนวน 167 ชั่วโมง
2. flow 2014-08 16 สค. 57 01:00 น. – 17 กย. 57 23:00 น. จำนวน 791 ชั่วโมง
3. flow 2014-09 18 กย. 57 01:00 น. – 10 ตค. 57 23:00 น. จำนวน 551 ชั่วโมง
4. flow 2015-08 02 สค. 58 01:00 น. – 14 สค. 56 23:00 น. จำนวน 331 ชั่วโมง
5. flow 2016-08 14 สค. 56 01:00 น. – 29 สค. 56 23:00 น. จำนวน 383 ชั่วโมง



รูปที่ 3 ชุดข้อมูล flow 2012-08 ที่ระดับน้ำในแม่น้ำโขง (Kh.97) และแม่น้ำเลย (Kh.58A) ขึ้นสูงพร้อมกัน

4.3 แบบจำลองอุทกพลศาสตร์

แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ HEC-RAS version 4.10 ของ U.S. Army Corps of Engineers สำหรับการไหลแบบแบบไม่คงตัว เป็นการไหล 1 มิติ เนื่องจากแม่น้ำเลยเป็นลำน้ำที่มีความกว้างและความลึกน้อยมากเมื่อเทียบกับความยาว จึงถือว่าสภาพการไหลมีการเปลี่ยนแปลงตามแนวยาวของลำน้ำเท่านั้น สำหรับการไหลแบบไม่คงตัว ใช้สมการของ Saint Venant ซึ่งประกอบด้วยสมการความต่อเนื่อง และสมการโมเมนตัม (Methods, H., et al., 2003) ดังนี้

สมการความต่อเนื่อง

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_1 = 0 \quad (4)$$

เมื่อ A คือพื้นที่หน้าตัดลำน้ำ t คือช่วงเวลา Q คืออัตราการไหล x ระยะทางการไหล และ q_1 อัตราการไหลของน้ำต่อความกว้างหน้าตัดลำน้ำ

สมการโมเมนตัม

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0 \quad (3)$$

เมื่อ V คือความเร็วการไหลของน้ำ S_f คือ Frictional slope และ g คือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก z คือความลึกผิวหน้าวัดจากระดับอ้างอิง

การสร้างแบบจำลองในโปรแกรม HEC-RAS โดยใช้ข้อมูลทางภูมิศาสตร์และข้อมูลทางชลศาสตร์ภายใต้เงื่อนไข และส่วนประกอบต่าง ๆ ใน Schematic plan และเพื่อเป็นการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง จึงใช้ค่าระดับน้ำรายชั่วโมงของสถานีวัดน้ำที่สะพานบ้านกลาง กม. 15+250 ที่ได้จากการวัดค่าจริงมาใช้ทดสอบแบบจำลอง

4.4 การเปรียบเทียบแบบจำลอง

การเปรียบเทียบแบบจำลองเป็นการปรับค่าพารามิเตอร์ Manning's n โดยการลองผิดลองถูกแล้วนำแบบจำลองมาวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม HEC-RAS วิเคราะห์การไหล 1 มิติ แบบไม่คงตัว เป็นการไหลใต้วิกฤติ (subcritical flow) แล้วจึงนำผลการวิเคราะห์เป็นค่าระดับน้ำรายชั่วโมงที่สถานีบ้านกลาง กม. 15+250 มาเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำรายชั่วโมงที่วัดได้จริง เพื่อหาความคลาดเคลื่อนด้วยค่า RMSE จากนั้นจึงลองผิดลองถูกค่า n ใหม่ จนได้ค่า RMSE ที่น้อยที่สุด ชุดข้อมูลทางชลศาสตร์ที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองคือ ชุด flow 2013-08 และ flow 2014-08 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง ค่า Manning's n ช่วงลำน้ำที่เหมาะสมเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากชุดข้อมูลทั้งสอง เท่ากับ 0.040

4.5 การสอบทานแบบจำลอง

เป็นการทดสอบแบบจำลองโดยใช้ชุดข้อมูลการไหล 3 ชุด คือ 2014-09 2015-08 2016-08 เพื่อหาความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างผลการวิเคราะห์กับค่าที่วัดได้จริง ที่สถานีบ้านกลาง โดยใช้ค่า RMSE และ ค่า r ในการประเมิน ผลการสอบทานพบว่า ค่า RMSE และค่า r เฉลี่ย เท่ากับ 0.145 และ 0.879 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 ค่า RMSE ต่ำและค่า r ที่ใกล้เคียงกับ 1 บ่งชี้ว่าแบบจำลองมีความเที่ยงตรงในการวิเคราะห์ผล

ตารางที่ 1 ค่า RMSE และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากการสอบทานแบบจำลอง

ชุดข้อมูล	RMSE	r
2014-09	0.155	0.901
2015-08	0.112	0.874
2016-08	0.169	0.863
เฉลี่ย	0.145	0.879

4.6 การศึกษาวิเคราะห์สภาพน้ำท่วมโดยใช้แบบจำลอง

ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพน้ำท่วมหรือระดับน้ำในช่วงท้ายน้ำของแม่น้ำเลยคือระดับน้ำโขงและปริมาณการไหลในแม่น้ำเลย การศึกษาน้ำท่วมทำได้โดยใช้ค่าสมมติของระดับน้ำโขงและปริมาณการไหลของน้ำ การเลือกค่าสมมตินี้ พิจารณาจากสถิติในอดีต เพื่อให้ค่าที่ใช้อยู่ในระดับที่เป็นไปได้จริง จากข้อมูลสถิติ 19 ปีของระดับน้ำโขงตั้งแต่ปี 1998-2016 ค่าเฉลี่ยของระดับสูงสุดรายปีของแม่น้ำโขงเท่ากับ 209.24 ม. รทก. อยู่ในช่วงระหว่าง 206-212 ม. รทก. จึงได้กำหนดระดับแม่น้ำโขงในการทดสอบสภาพน้ำท่วมไว้ 4 ค่า คือ 203 206 209 212 ม. รทก. และค่าปริมาณการไหลในลำน้ำเลย 3 ค่าคือ 200 400 800 cms. จากนั้นจึงจับคู่ค่าทั้งหมด ได้เป็น 12 สถานการณ์ แล้วนำมาเป็น Flow profiles ในการวิเคราะห์ของแบบจำลอง

การพิจารณาสภาพน้ำท่วมต้องคำนึงถึงระยะทางตามลำน้ำที่แม่น้ำโขงมีผลต่อระดับน้ำในแม่น้ำเลย ซึ่งเกี่ยวข้องกับ profile ท้องน้ำในช่วงท้ายน้ำและความชันของท้องน้ำ ดังรูปที่ 4 ดังนี้

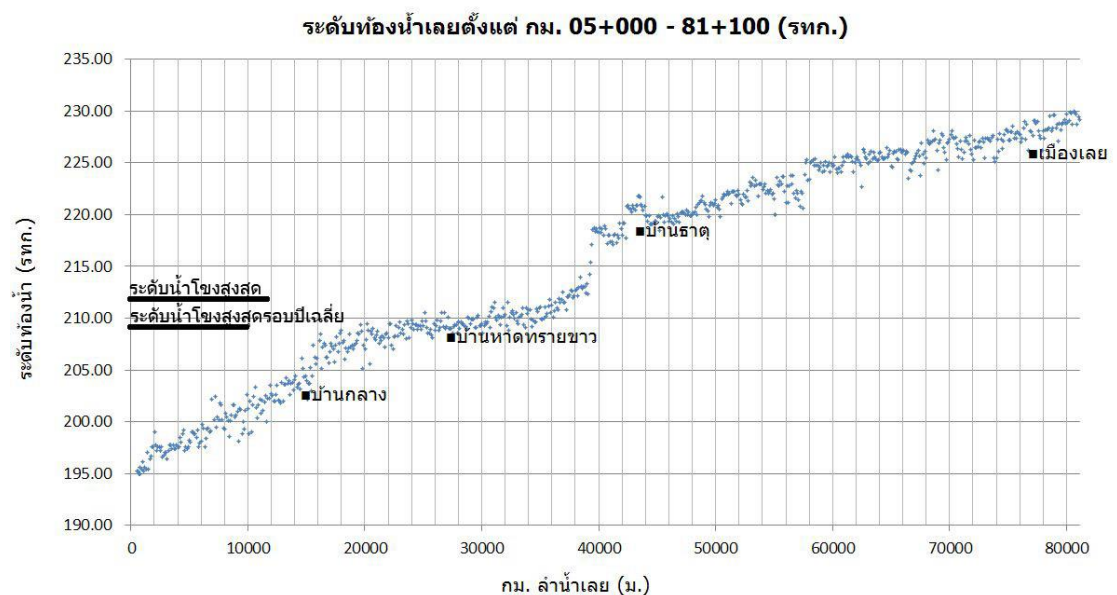
ช่วงที่ 1 ตั้งแต่ปากน้ำ กม. 00+500 ถึงบริเวณบ้านแก่งมี กม. 19+000 ระดับท้องน้ำตั้งแต่ 195.2 -208.5 ม. ความชันมาก คือ 0.00072

ช่วงที่ 2 ตั้งแต่บ้านแก่งมี กม. 19+000 ถึงบ้านหัวแก่ง กม. 32+900 ระดับท้องน้ำตั้งแต่ 208.5-210.4 ความชันน้อย คือ 0.00014

ช่วงที่ 3 เป็นช่วงสั้น ๆ ตั้งแต่บ้านหัวแก่ง กม. 32+900 ถึงบ้านห้วยหินชา กม. 40+900 ความชันสูงมาก คือ 0.00096

เมื่อเลยจากช่วงนี้เป็นพื้นที่บ้านธาตุ ประมาณ กม. 43 มีระดับสูงและไกลจากปากน้ำเลยเกินกว่าที่ระดับน้ำโขงจะส่งผลให้เกิดน้ำท่วม

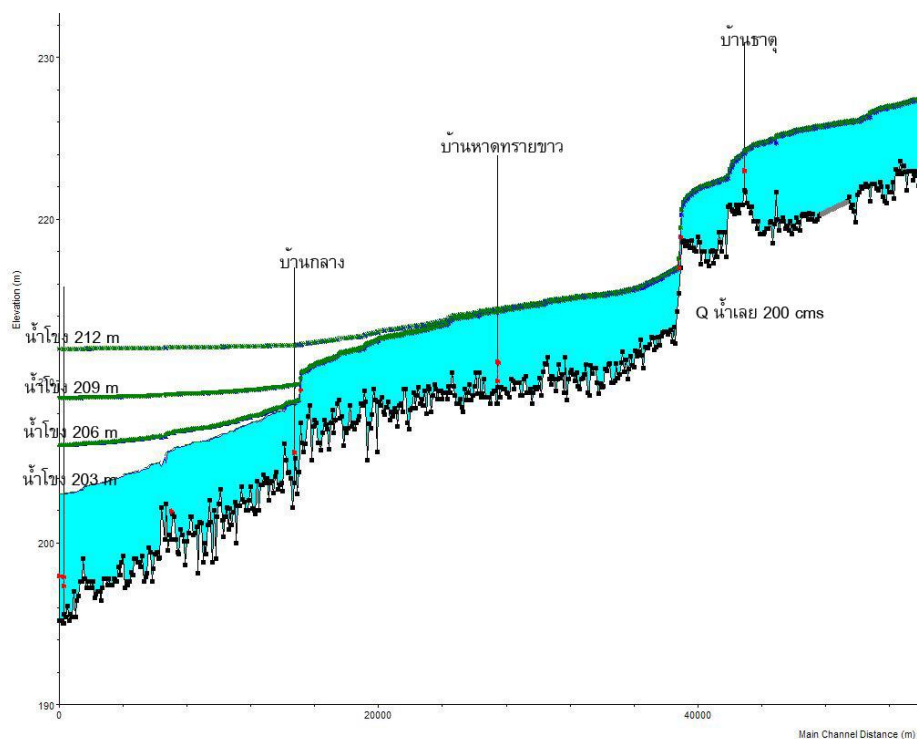
เพื่อเป็นจุดอ้างอิงในการเปรียบเทียบระดับน้ำเลย จึงได้เลือกจุดพิจารณาไว้ที่สะพานบ้านกลาง กม. 15+250 อยู่ในช่วงที่ 1 และที่สะพานบ้านหาดทรายขาว กม. 27+950 อยู่ในช่วงที่ 2



รูปที่ 4 โปรไฟล์ของท้องน้ำในช่วงลำน้ำของแบบจำลอง

ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองเกี่ยวกับสภาพน้ำท่วมในลำน้ำเลย สรุปได้ดังนี้

1) การยกกระดานของแม่น้ำโขงตั้งแต่ 203-209 ม. จะมีผลต่อระดับน้ำเลยมากที่สุดตรงปากน้ำ และจะมีผลน้อยลงเรื่อย ๆ ตามระยะทาง แต่จะไม่เกินกม.ที่ 16 (ดังรูปที่ 5) บริเวณบ้านกลาง ในช่วงดังกล่าว ระดับน้ำโขงจะมีผลมากต่อระดับน้ำเลย



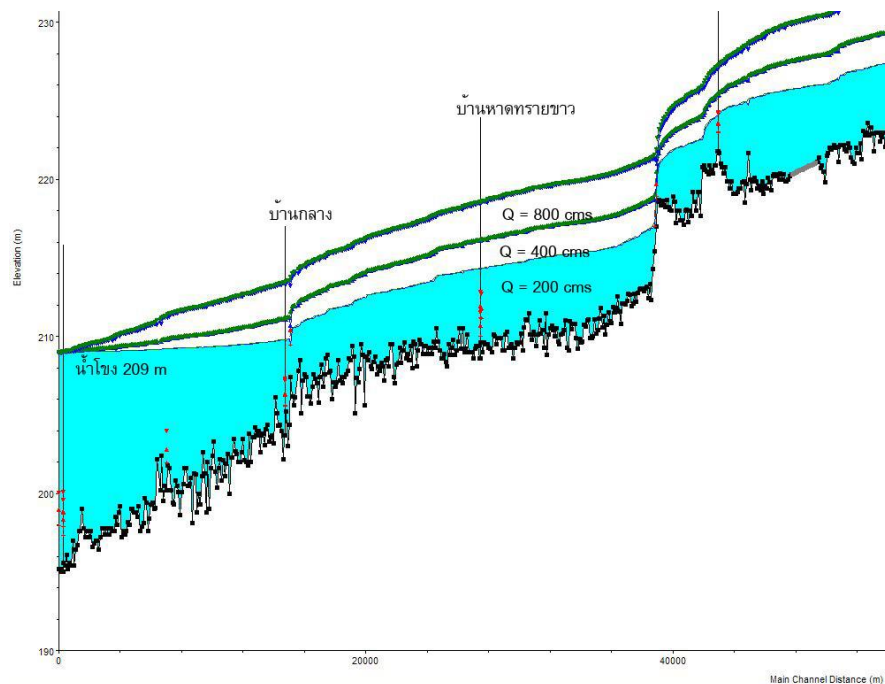
รูปที่ 5 ผลกระทบของน้ำท่วมเนื่องจากระดับแม่น้ำโขงต่อระดับน้ำเลยที่มีอัตราการไหลน้อย 200 cms

2) ในกรณีที่ระดับน้ำในแม่น้ำโขงไม่เกิน 209 ม. แต่มีปริมาณการไหลในลำน้ำเลยสูงมากถึง 800 cms ระดับน้ำเลยก็จะยังไม่นับตลิ่งที่บ้านกลาง ที่ระดับ 214 ม. ดังรูปที่ 6 แต่ถ้าระดับน้ำโขงสูงมากถึง 212 cms กับปริมาณการไหลในน้ำเลยตั้งแต่ 600 cms ขึ้นไป ระดับน้ำที่บ้านกลางจะเริ่มล้นตลิ่งที่ 214 ม.

3) ระดับของแม่น้ำโขงที่สูงมาก 212 cms จะส่งผลต่อระดับน้ำเลยย้อนไปถึง กม.ที่ 21 บริเวณบ้านแก้งมี โดยจะมีผลมากที่สุดตั้งแต่ปากน้ำและค่อย ๆ น้อยลงเรื่อย ๆ ตามระยะทาง เนื่องจากจากสถิติระดับน้ำโขงจะไม่สูงเกิน 212 ม. จึงกล่าวได้ว่า ระดับน้ำโขงจะส่งผลต่อระดับน้ำเลยไปได้ไม่เกิน กม. ที่ 21 บ้านแก้งมี ดังนั้นบ้านหาดทรายขาวซึ่งอยู่ที่ กม. 28 และพื้นที่ห่างออกไปทางเหนือน้ำ จะไม่ได้รับผลกระทบของการยกกระดานของแม่น้ำเลย เมื่อเป็นเช่นนี้ พื้นที่ที่อยู่ไกลกว่ากม.ที่ 21 ที่ประสบอุทกภัยย่อมเป็นสาเหตุจากปริมาณน้ำหลากในแม่น้ำเลยเท่านั้น ไม่ได้เกี่ยวข้องกับระดับน้ำในแม่น้ำโขงแต่อย่างใด เช่น บ้านหาดทรายขาว บ้านธาตุ เป็นต้น ส่วนบ้านแก้งมีก็จะได้รับผลกระทบจากระดับน้ำในแม่น้ำโขงน้อยมาก

จะเห็นว่ามีความเพียงบ้านกลางเท่านั้นที่ได้รับผลกระทบจากทั้งระดับน้ำโขงและปริมาณน้ำเลย ส่วนบ้านที่อยู่ใกล้กับปากน้ำมากกว่า เช่น บ้านคกมาด แม่น้ำโขงอาจมีผลต่อระดับน้ำเลยมากกว่าที่บ้านกลาง แต่เนื่องจากพื้นที่

ชุมชนบ้านคกมาตอยู่บนตลิ่งที่สูงมาก (หมดชน. 366 บ้านคกมาต ระดับ 215.8 ม.) จึงไม่ได้รับผลกระทบจากระดับน้ำโขงแต่อย่างใด



รูปที่ 6 ผลของอัตราการไหลในน้ำเลยต่อระดับน้ำที่บ้านกลางเมื่อแม่น้ำโขงมีระดับ 209 ม.

จากการวิเคราะห์แบบจำลองพบว่าระยะเวลาที่คลื่นน้ำหลากเดินทางจากสถานี Kh. 58A ในอำเภอเมืองเลยมาถึงท้ายน้ำ ในกรณีที่น้ำโขงไม่สูงจะใช้เวลา 12 ชั่วโมง แต่ในกรณีที่น้ำโขงหนุนจะใช้เวลา 14 ชั่วโมง ระดับน้ำในแม่น้ำโขงจึงไม่เพียงแต่มีผลต่อระดับน้ำในช่วงท้ายน้ำเลยเท่านั้นแต่ยังมีผลต่อการเดินทางของคลื่นน้ำหลากไปสู่ท้ายน้ำ อุทกภัยที่เกิดขึ้นในบ้านกลางเกิดจากปริมาณน้ำในน้ำเลยกับการหนุนของแม่น้ำโขง แต่ในสถานะที่แม่น้ำโขงยกระดับขึ้นโดยน้ำในแม่น้ำเลยมีน้อยก็จะไม่ทำให้น้ำท่วมบ้านกลาง ปริมาณน้ำในแม่น้ำเลยจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ น้ำท่วมบ้านกลาง ดังนั้นการเตรียมการป้องกันอุทกภัยในพื้นที่บ้านกลาง สามารถรู้ได้ล่วงหน้าตั้งแต่สถานี Kh. 58A ในอำเภอเมืองเลย โดยคลื่นน้ำหลากจะใช้เวลาในการเดินทางมายังบ้านกลางประมาณ 12-14 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับระดับในแม่น้ำโขง

5. อภิปรายผลและสรุปผล

งานวิจัยนี้การประเมินแบบจำลองทำได้โดยการเปรียบเทียบและสอบทาน โดยใช้พารามิเตอร์หลัก คือ Manning's n เช่นเดียวกับการศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองอุทกพลศาสตร์หลายงานได้เลือกใช้ค่า n ทั้งของลำน้ำและทุ่งน้ำหลากในการเปรียบเทียบแบบจำลอง (ประเสริฐ ล่ำภากร. 2553) (วิษุวัฒน์ แต่สมบัติ. 2552) (Abazi. 2016)

จากการเปรียบเทียบแบบจำลองพบว่าค่า Manning's n สำหรับลำน้ำเลยตอนล่างที่เหมาะสมคือ 0.040 ใกล้เคียงกับงานวิจัยอื่นที่เคยศึกษาไว้ เช่น 0.035-0.050 (วิษุวัฒน์ แต่สมบัติ. 2552) 0.030-0.040 (Wangpimool. 2011) และ 0.040 (Phuangjan. 2014) และมีความใกล้เคียงกับลำน้ำอื่น เช่น 0.033 สำหรับคลองมหาชัย-คลองสนามชัย (พรเทพ จูทั่งคะ. 2547) 0.028-0.030 สำหรับคลองสวนหมาก (ฉัตรชัย ทองปอนด์, 2547) 0.030 สำหรับลุ่มน้ำตาปี (Patsinghasanee, et al. 2011) 0.040 สำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยา (Visutimeteegorn, et al. 2006)

ค่าทางสถิติที่ใช้ประเมินแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ก็มีอยู่หลายค่า ได้แก่ ค่า RMSE (บุษปกร ชันติธีระกวี. 2555) ค่า SSE (Sum squared error) (สุภัทร สายรัตนอินทร์. 2553) COE (Coefficient of efficiency) (Wangpimoo. 2011) แต่โดยส่วนใหญ่มักใช้ค่า RMSE ดังที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ร่วมกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และผลการสอบทานแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ของแม่น้ำเลยตอนล่างในงานวิจัยนี้พบว่า ค่า RMSE เท่ากับ 0.145 และ r เท่ากับ 0.879 โดยถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ดังที่ Abazi (2006) ได้แนะนำไว้ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนควรอยู่ระหว่าง ± 0.10 -0.15 ม. และไม่มากไปกว่ากับค่า RMSE ในการศึกษาอื่น ๆ ได้แก่ แม่น้ำน่าน 0.35-0.87 (บุษปกร ชันติธีระกวี. 2555) แม่น้ำลาว 0.23-0.38 (สุภัทร สายรัตนอินทร์. 2553)

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ผลการศึกษาบ่งชี้ว่าผลกระทบของระดับแม่น้ำโขงอยู่ในช่วง 16 กม. ท้ายน้ำเท่านั้น โดยเฉพาะในพื้นที่บ้านกลางซึ่งมีระดับตลิ่งและพื้นที่ชุมชนอยู่ต่ำ ทั้งนี้สภาพน้ำท่วมในบ้านกลางเป็นผลรวมของระดับน้ำโขงหนุนและปริมาณน้ำในแม่น้ำเลย การให้ข้อมูลเพื่อป้องกันสาธารณภัยเป็นสิ่งจำเป็น เช่น ระยะเวลาที่น้ำหลากเคลื่อนตัวจากสถานี Kh.58A ในอำเภอเมืองมายังบ้านกลางใช้เวลา 12-14 ชม. และการใช้แบบจำลองวิเคราะห์จะช่วยให้ประเมินระดับและพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากอุทกภัยมีความชัดเจนและแม่นยำมากขึ้น

6.2 พื้นที่เหนือน้ำขึ้นมาก เช่น บ้านแก่งมีและบ้านหาดทรายขาวจะได้รับผลกระทบจากระดับน้ำโขงน้อยมากที่บ้านธาตุไม่ได้รับผลกระทบจากแม่น้ำโขงเลย การรับมือภาวะน้ำท่วมในพื้นที่เหล่านี้คือการติดตามและให้ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำหลากในลำน้ำเลยแก่ประชาชนเป็นสำคัญ การใช้แบบจำลองวิเคราะห์จะช่วยให้อัตราการแจ้งเตือนทั้งระดับน้ำและระยะเวลาได้ชัดเจนขึ้น

6.3 การใช้เทคโนโลยีช่วยในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลเป็นสิ่งที่หน่วยงานที่รับผิดชอบควรนำมาใช้ เพราะปัจจุบันต้นทุนเกี่ยวกับเครื่องมืออุปกรณ์ลดต่ำลงมาก เช่น กล้องวงจรปิด โมเด็มส่งข้อมูลระยะไกล เซนเซอร์วัดระดับน้ำ เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำและการรับมือกับอุทกภัยมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรชัย ทองปอนด์. (2547). การแสดงผลแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ (พื้นที่ศึกษา: **ลุ่มน้ำคลองสวนหมาก อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยยุทธ ชินะราศรี. (2550). กลศาสตร์แม่น้ำและกระบวนการธารน้ำ. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- บุษกร ชันดิธีระกวี. (2555). การประยุกต์แบบจำลอง HEC-RAS เพื่อการจัดการน้ำท่วมในลุ่มน้ำน่านส่วนบน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประเสริฐ ลำภากร. (2553). การจำลองการบริหารจัดการอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำวัง ด้วยแบบจำลอง อินโฟเวิร์ค อาร์ เอส. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรเทพ จูทังคะ. (2547). การประเมินสมรรถนะระบบระบายน้ำของโครงการแก้มลิงคลองมหาชัย-คลองสนามชัย โดยแบบจำลอง MIKE11. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิษุฒ์กั แต่สมบัติ. (2552). การศึกษาการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำเลยด้วยแบบจำลองระบบลุ่มน้ำ. วิศวกรรมแหล่งน้ำแห่งชาติครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ ฯ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.
- สุภัทร สายรัตนอินทร์. (2553). การจำลองการไหลในลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงโดยใช้ซอฟต์แวร์ HEC-RAS: กรณีศึกษาแม่น้ำแม่ลาว จังหวัดเชียงราย. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
- สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. (2564). 22 ลุ่มน้ำในประเทศไทยและพระราชกฤษฎีกากำหนดลุ่มน้ำ พ.ศ. 2564. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ.
- Abazi Elona. (2016). Calibration of Hydraulic Model for Buna River. *Journal of International Environmental Application & Science*. 2 : Vol. 11.
- Brunner, Gary W. (2010). HEC-RAS River Analysis System User's Manual Version 4.1. Davis : US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, 2010.
- International Rivers. (2012). Lancang River Dams: threatening the flow of the lower Mekong.[ONLINE]./AvailableURL:/https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/ir_lancang_dams_2013_5.pdf
- International Rivers. (2019). Tragic Trade-offs: The MRC Council Study and The Impacts of Hydropower Development on the Mekong. [ONLINE]./AvailableURL:/https://www.internationalrivers.org/wp-content/uploads/sites/86/2020/05/factsheet_mrc_council_study_-_english-proof_5.pdf
- Kennedy EJ. Techniques of water-resources investigations of the U.S. Geological Survey (Discharge ratings at gaging stations; chap A10). Washington; 1984.
- Mekong River Commission. (2012). The Impact & Management of Floods & Droughts in the Lower Mekong Basin & The Implications of Possible Climate Change [Report]. - Vientiane : Mekong River Commission.
- Methods, H., et al. (2003). Floodplain Modeling Using HEC-RAS. s.l. : Haestad Methods.

- Patsinghasanee Supapap, Jarusdumrongnit Boonjong and Chitprom Phaithoon. (2011). **Flood Forecasting System in Tapi River Basin**. The 6th PSU-Engineering Conference. Songkla : Prince of Songkla University.
- Phuangjan S., (2014). Loei River Basin Floodplain modelling using HEC-RAS. **Journal of Science and Technology Mahasarakham University**. 33(6). 571-577.
- Visutimeteegorn, Sutham, et al. (2006). **New Operation of Chao Phraya Dam for the Upstream Flood Mitigation**. Sabah : SANREM, 2006.
- Wangpimool W. Integrated hydrologic and hydrodynamic model for flood risk assessment in Nam Loei basin, Thailand. **Proceedings of the 1st EIT International conference on water resources engineering; 2011 Aug 18–19; Pettchaburee, Thailand; 2011**. p.117-27.

คุณค่าทางวิชาการ

งานวิจัยนี้พัฒนาแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ด้วยโปรแกรม HEC-RAS สำหรับลุ่มน้ำเลยตอนล่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สภาพน้ำท่วมที่เกิดจากการระดับของแม่น้ำโขงและปริมาณน้ำในลำน้ำเลยที่สูงขึ้นในช่วงน้ำหลาก โดยปรับค่าพารามิเตอร์ Manning's n ที่เหมาะสม เพื่อใช้ประเมินสถานการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ท้ายน้ำของแม่น้ำเลย ได้แก่ ระดับน้ำล้นตลิ่ง ชุมชนที่อยู่เหนือน้ำที่ได้รับผลกระทบ เพื่อให้หน่วยงานที่รับผิดชอบสามารถกำหนดมาตรการรับมือได้อย่างเหมาะสม

อิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติก

ภัทระ เกิดอินทร์^{1*} สุรศักดิ์ นิยมพานิชพัฒนา² ธนกฤต นิสิตล³ อนุวัฒน์ พลหนู⁴
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี^{1*,2,3,4}
อีเมล : phatthara05@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 18 กรกฎาคม 2565

วันแก้ไขบทความ 19 ตุลาคม 2565

วันที่ตอบรับบทความ 4 พฤศจิกายน 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานด้วยเศษพลาสติก ในการศึกษาครั้งนี้ บล็อกประสานจะแบ่งออกเป็น 10 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 มีอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนัก ดังนี้คือ ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ทราาย 1 ส่วน และดินลูกรัง 7 ส่วน สำหรับอัตราส่วนผสมของกลุ่มที่ 2 ถึง 10 จะทำการลดปริมาณดินลูกรังและเพิ่มเศษพลาสติกโดยน้ำหนักดังนี้คือ 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40 และ 0.45 จากผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มปริมาณของเศษพลาสติก ทำให้อิฐบล็อกประสานมีค่าการรับกำลังอัดลดลง และค่าการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น เมื่อนำผลการทดสอบที่ได้เปรียบเทียบกับข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 ของประเทศไทย พบว่า อิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติก จัดเป็นบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

คำสำคัญ: อิฐบล็อกประสาน เศษพลาสติก การรับกำลังอัด การดูดซึมน้ำ



Interlocking Brick with Plastic Scrap

Phatthara Kird-In^{1*} Surasak Niyompanitpattana² Thanagrit Nitsadon³ Arnuwat Phonlanu⁴

Faculty of Industrial Technology, Ubon Ratchathai Rajabhat University^{1*,2,3,4}

E-mail: phatthara05@gmail.com^{1*}

Received 18 July 2022

Revised 19 October 2022

Accepted 4 November 2022

Abstract

The objective of this research is to study the feasibility of producing interlocking bricks with plastic scraps. In this study, the interlocking bricks were divided into 10 groups, 10 samples per group. Group 1 has the mixing ratio by weight as follows: Portland cement 1 part, sand 1 part and laterite soil 7 parts. For the mixing ratio of group 2 to 10, the amount of laterite soil is reduced and plastic scraps is added by weight as follows: 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40 and 0.45. From the results of this study, it was found that an increase in plastic scraps resulted in a decrease in the compressive strength and an increase in water absorption of interlocking bricks. When comparing the test results with the requirements of the Community Product Standard 602/2547 for Thailand, it was found that interlocking bricks with plastic scraps were classified as a non-load-bearing type.

Keywords: Interlocking Brick, Plastic Scrap, Compressive Strength, Water Absorption

1. บทนำ

อิฐบล็อกประสานเป็นวัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ เช่น ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสม ได้แก่ ดินตะกอน ชี้เถ้าชนิดต่าง ๆ เศษอิฐ เศษคอนกรีต โฟม และวัสดุรีไซเคิลชนิดต่าง ๆ เป็นต้น งานวิจัยที่ผ่านมาที่มีการนำเอาวัสดุเหลือทิ้งหรือวัสดุมูลค่าต่ำ เช่น แก้วกลบและเถ้าขานอ้อย (พินัยศักดิ์ พรหมสร. 2552 : บทคัดย่อ) ทราย (กมล อมรฟ้า. 2559 : 67-73) ขยะคอนกรีต (อาทร ชูพลสสัย และนิชาภา มินาบูลย์. 2556 : บทคัดย่อ) กะลาและเถ้ากะลาปาล์มน้ำมัน (จรรยา เจริญเนตรกุล. 2557 : 103-112) เถ้าไม้ยางพารา (อาปีติน ดะแซสามา และคณะ. 2558 : 77-86) เศษแก้ว (ปกรณ นิคม. 2560 : บทคัดย่อ) ดินตะกอนที่เหลือทิ้งในการผลิตน้ำประปาและผักตบชวา (ณัฐวุฒิ อินทบุตร. 2561 : บทคัดย่อ) เป็นต้น มาเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐบล็อกประสาน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำของเหลือมาใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ยังพบงานวิจัยที่นำขยะประเภทพลาสติกมาใช้ผสมในบล็อกคอนกรีต เช่น ขวดพลาสติก (ภัทรภณ บุรณากาญจน์. 2560 : บทคัดย่อ) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดปริมาณขยะพลาสติก ช่วยสังคม และช่วยสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของการรีไซเคิล

ในปัจจุบันปัญหาเรื่อง “ขยะ” นับว่าเป็นปัญหาสำคัญทั้งในระดับชุมชนและระดับประเทศ สาเหตุเนื่องมาจากประชากรในประเทศมีจำนวนมากขึ้น ชุมชนก็เพิ่มขึ้น สถานประกอบการต่าง ๆ มีมากขึ้น และสิ่งที่ตามมาอย่างเลี่ยงไม่ได้ก็คือ ขยะ ย่อมมีจำนวนมากขึ้นตามไปด้วย จนกระทั่งการกำจัดขยะไม่สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนขยะ จึงมีขยะที่เหลือตกค้างรอการกำจัดอยู่เป็นจำนวนมาก จากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ ปี 2560 พบว่าประเทศไทยมีการใช้ถุงพลาสติกหิ้ว จำนวนมากถึงประมาณ 45,000 ล้านใบต่อปี แก้วพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียว จำนวนประมาณ 9,700 ล้านใบต่อปี โฟมบรรจุอาหารจำนวนประมาณ 6,700 ล้านใบต่อปี (กรมควบคุมมลพิษ. 2561 : 49) แก้วพลาสติก เป็นหนึ่งในบรรดาผลิตภัณฑ์พลาสติกทั้งหลายที่ก่อให้เกิดขยะพลาสติกปริมาณมหาศาลไม่แพ้ถุงพลาสติก โดยเฉพาะอย่างยิ่งแก้วพลาสติกที่ใช้ในร้านเครื่องดื่มทั้งหลายที่ถูกผลิตขึ้นมาจำนวนมาก และก็มีบางส่วนเท่านั้นที่ถูกจัดเก็บและนำเข้ากระบวนการรีไซเคิลอย่างเหมาะสม ทำให้แก้วพลาสติกที่เหลือส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก จึงทำให้หลายหน่วยงานออกมารณรงค์ให้การใช้แก้วพลาสติกเพื่อช่วยลดปัญหาขยะโลก

จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำแก้วพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวที่ผ่านการใช้งานแล้ว นำมาย่อยเป็นชิ้นเล็ก ๆ ผสมกับปูนซีเมนต์ ทราย และดินลูกรัง ตามสัดส่วน นำมาผลิตอิฐบล็อกประสาน ที่สามารถนำไปใช้ในงานก่อสร้างได้ คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจ ต่อยอด แนวทางการช่วยลดปริมาณขยะพลาสติก ตลอดจนสร้างความตระหนักของการนำขยะพลาสติกมารีไซเคิล

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ ในการใช้เศษพลาสติกมาแทนที่ดินลูกรังผลิตเป็นอิฐบล็อกประสาน
 - 2.2 เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของอิฐบล็อกประสานที่ผสมเศษพลาสติกกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
- 602/2547

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย คณะผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการวิจัยดังนี้

3.1 ขั้นตอนเตรียมวัตถุดิบ และทดสอบวัตถุดิบ ดังนี้

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

3.1.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ดังรูปที่ 1(ก)

3.1.1.2 ทราาย ผ่านการผึ่งให้แห้งและร่อนผ่านตะแกรง และนำไปทดสอบการหาสารอินทรีย์ที่เจือปน และขนาดคละ ดังรูปที่ 1(ข)

3.1.1.3 ดินลูกรัง อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา บดด้วยเครื่องบดดิน และร่อนผ่านตะแกรงเพื่อให้ดินมีความละเอียด ดังรูปที่ 1(ค)

3.1.1.4 เศษพลาสติก จากแก้วพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียว โดยการตัดให้มีขนาดเล็กลง และปั่นให้มีขนาดเล็กลง และนำมาทดสอบขนาดคละ ดังรูปที่ 1(ง)



(ก) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1



(ข) ทราาย



(ค) ดินลูกรัง อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา



(ง) เศษพลาสติก จากแก้วพลาสติก

รูปที่ 1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

3.2 การกำหนดอัตราส่วนผสม

กำหนดอัตราส่วนผสมจากอัตราส่วนอิฐบล็อกประสานของโรงงานผลิตอิฐบล็อกประสานทั่วไป คือ อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อทรายต่อดินลูกรัง เท่ากับ 1:1:7 แล้วทำการปรับเปลี่ยนส่วนผสมโดยแทนที่ดินลูกรังด้วยเศษพลาสติกในปริมาณร้อยละ 0.05 – 0.45 โดยน้ำหนัก และผสมน้ำ 1 ส่วน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของอิฐบล็อกประสาน

กลุ่มที่	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1	ทราย	ดินลูกรัง	เศษพลาสติก
1	1	1	7	0
2	1	1	6.95	0.05
3	1	1	6.90	0.10
4	1	1	6.85	0.15
5	1	1	6.80	0.20

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กลุ่มที่	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1	ทราย	ดินลูกรัง	เศษพลาสติก
6	1	1	6.75	0.25
7	1	1	6.70	0.30
8	1	1	6.65	0.35
9	1	1	6.60	0.40
10	1	1	6.55	0.45

หมายเหตุ จำนวนอิฐบล็อกประสานในแต่ละกลุ่ม จะมีจำนวนทั้งหมด 10 ก้อน สำหรับการทดสอบกำลังรับแรงอัด 5 ก้อน และสำหรับทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำ 5 ก้อน

3.3 ขั้นตอนการขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติก มีดังนี้

3.3.1 นำวัตถุดิบที่เตรียมไว้ได้แก่ ปูนซีเมนต์ ทราย ดินลูกรัง เศษพลาสติก น้ำ ซึ่งตามส่วนผสมที่กำหนด โดยใช้เครื่องผสม ดังรูปที่ 2(ก)

3.3.2 หาค่าความชื้นของส่วนผสมก่อนทำการขึ้นรูปบล็อกประสาน โดยจากการนำตัวอย่างของส่วนผสมที่มีขนาดน้ำหนักมากพอ (สำหรับขนาดส่วนผสมแต่ละชนิด) ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จนส่วนผสมแห้งและมีน้ำหนักคงที่ จากนั้นนำผลที่ได้ไปหาความชื้นเป็นร้อยละ ดังรูปที่ 2(ข)

3.3.3 ชั่งน้ำหนักส่วนผสม ให้เท่ากันก่อนใส่เครื่องอัดอิฐบล็อกประสาน ดังรูปที่ 2(ค)

3.3.4 การขึ้นรูปอิฐบล็อกประสาน ด้วยเครื่องอัดด้วยแรงคนแบบมือโยกใช้การทดแรงแบบคานงัดคานดีด ดังรูปที่ 2(ง)

3.3.5 นำอิฐบล็อกประสานที่เข้าเครื่องอัดขึ้นรูปแล้วมาผึ่งแดดหรือเก็บไว้ในที่โล่งแจ้งไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อให้บล็อกประสานเกิดการแข็งตัว ดังรูปที่ 2(จ)

3.3.6 รดน้ำเพื่อควบคุมและป้องกันมิให้น้ำในอิฐบล็อกประสานระเหยออกเร็วเกินไป เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดสำหรับปฏิกิริยาไฮเดรชัน ซึ่งจะส่งผลต่อกำลังของอิฐบล็อกประสานโดยตรง ดังรูปที่ 2(ฉ)



(ก) การผสมวัตถุดิบ



(ข) หาค่าความชื้นของส่วนผสม



(ค) ชั่งน้ำหนักส่วนผสม



(ง) ขึ้นรูปอิฐบล็อกประสาน



(จ) อิฐบล็อกประสาน



(ฉ) รดน้ำอิฐบล็อกประสาน

รูปที่ 2 การขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติก

3.4 การทดสอบคุณสมบัติของอิฐบล็อกประสาน

3.4.1 การทดสอบกำลังรับแรงอัด (compressive strength) ของก้อนตัวอย่างอิฐบล็อกประสาน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน 602/2547 โดยใช้เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (universal testing machine)

3.4.2 การทดสอบการดูดกลืนน้ำ (water absorption) ของก้อนตัวอย่างอิฐบล็อกประสาน ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน 602/2547

3.5 การจัดประเภทของบล็อกประสานผสมเศษพลาสติกตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน 602/2547 โดย มพข.602/2547 แบ่งประเภทหรือชนิดของบล็อกประสานดังนี้คือ สำหรับบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักต้องมีค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 7 MPa และค่าการดูดกลืนน้ำสูงสุดเฉลี่ยจากอิฐบล็อก 5 ก้อน ต้องไม่เกิน 208 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (สำหรับอิฐบล็อกประสานที่มีน้ำหนักเมื่ออบแห้งมากกว่า 2 กิโลกรัม) สำหรับบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักต้องมีค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 2 MPa โดยไม่ต้องพิจารณาการดูดกลืนน้ำ

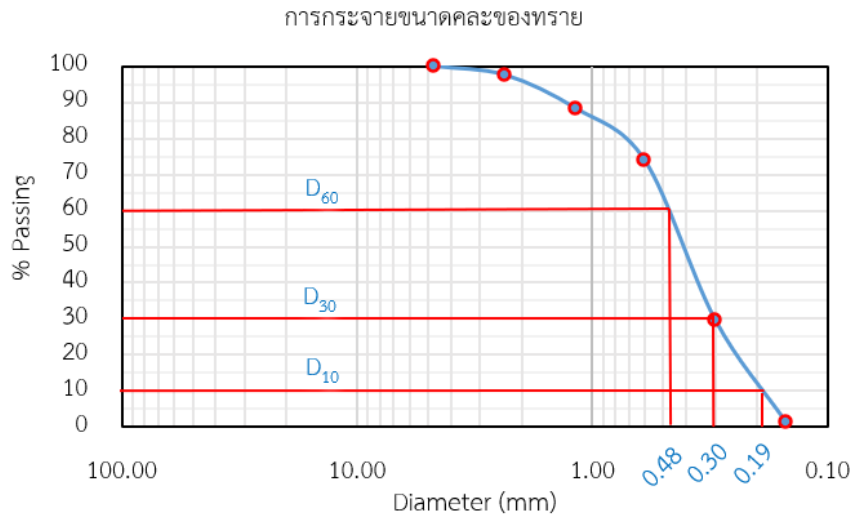
4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบสารอินทรีย์ที่เจือปนในทราย

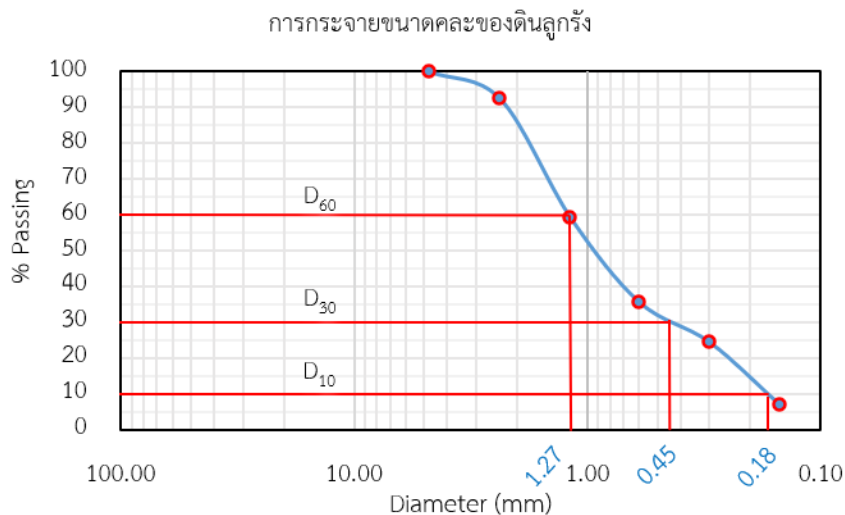
จากการทดสอบสารอินทรีย์ที่เจือปนในทราย พบว่าทรายที่นำมาใช้ผ่านมาตรฐาน ASTM C40 เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายในหลอดแก้วมีความใสเทียบเท่ากับเบอร์ 1 ของแผ่นกระจกสีมาตรฐาน จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน

4.2 ผลการทดสอบหาขนาดคละของทราย และดินลูกรัง

จากการทดสอบหาขนาดคละของทรายดังรูปที่ 3 พบว่า ค่า D_{10} ของทรายมีขนาดเท่ากับ 0.19 มิลลิเมตร ค่า D_{30} ของทรายมีขนาดเท่ากับ 0.30 มิลลิเมตร ค่า D_{60} ของทรายมีขนาดเท่ากับ 0.48 และเมื่อนำค่าทั้งสามที่ได้มาใช้ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอและค่าสัมประสิทธิ์ความโค้ง ได้ค่าเท่ากับ 2.67 และ 1.19 ตามลำดับ



รูปที่ 3 ผลการทดสอบขนาดคละของทราย



รูปที่ 4 ผลการทดสอบหาขนาดคละของดินลูกรัง

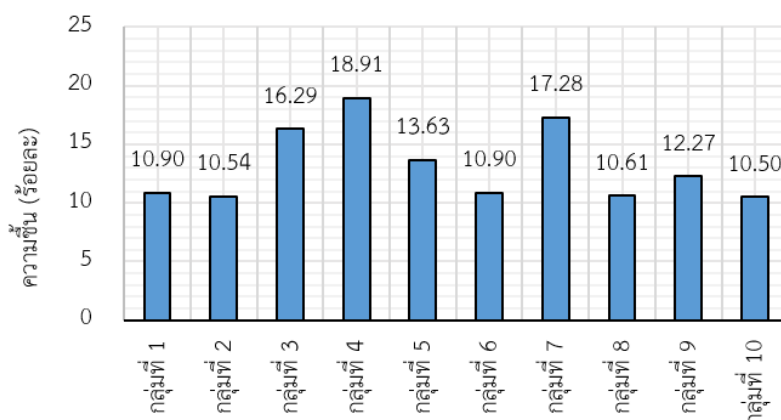
จากการทดสอบหาขนาดคละของดินลูกรังดังรูปที่ 4 พบว่า ค่า D_{10} ของดินลูกรังมีขนาดเท่ากับ 0.18 มิลลิเมตร ค่า D_{30} ของดินลูกรังมีขนาดเท่ากับ 0.45 มิลลิเมตร ค่า D_{60} ของดินลูกรังมีขนาดเท่ากับ 1.27 และเมื่อนำค่าทั้งสามที่ได้มาใช้ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอและค่าสัมประสิทธิ์ความโค้ง ได้ค่าเท่ากับ 7.35 และ 0.83 ตามลำดับ

4.3 ผลการหาขนาดคละของเศษพลาสติก

จากการตัดแก้วพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียว แล้วนำไปปั่นให้มีขนาดเล็กลง พบว่า เศษพลาสติกมีขนาดเฉลี่ย $6.10 \times 29.94 \times 0.12$ มิลลิเมตร

4.4 ผลการค่าความชื้นของส่วนผสมของอิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติก

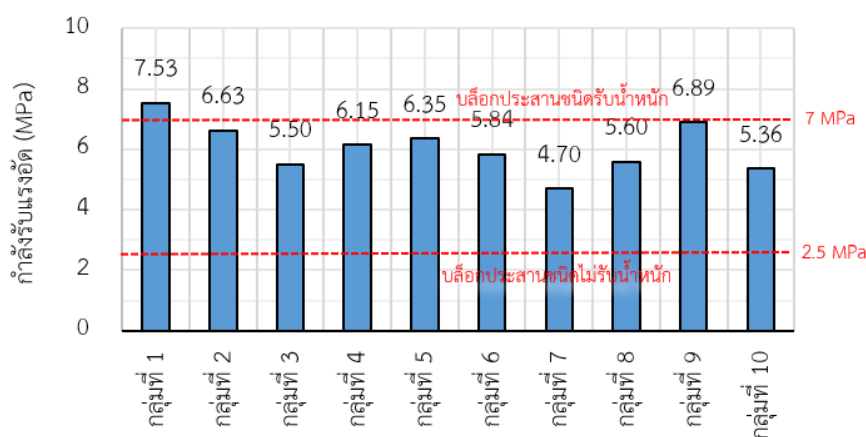
จากการทดสอบความชื้นของส่วนผสมของอิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติกในรูปที่ 5 พบว่า ความชื้นของส่วนผสมของอิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติกมีความชื้นที่ไม่คงที่ อาจมีผลมาจากวิธีการใส่น้ำในส่วนผสมที่ไม่เหมาะสม ทำให้ความชื้นของส่วนผสมไม่สม่ำเสมอ



รูปที่ 5 ความชื้นของส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน

4.5 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติก

จากผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติกในรูปที่ 6 พบว่า กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ไม่ผสมเศษพลาสติกมีกำลังรับแรงอัดสูงสุด มีอัตราส่วนผสมปูน 1 ส่วน หยาบ 1 ส่วน ดินลูกรัง 7 ส่วน น้ำ 1 ส่วน โดยน้ำหนัก ส่วนกลุ่มที่ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มีกำลังรับแรงอัดขึ้น-ลง เนื่องจากขั้นตอนการเทส่วนผสมลงไปเครื่องอัดอิฐบล็อกประสานส่วนผสมเศษพลาสติกไปกองรวมกันอยู่ข้างใดข้างหนึ่งทำให้ชิ้นงานเกิดเป็นโพรงและแตกร้าวได้ง่ายดังรูปที่ 7 และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 พบว่า อิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติกมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก



รูปที่ 6 ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติก



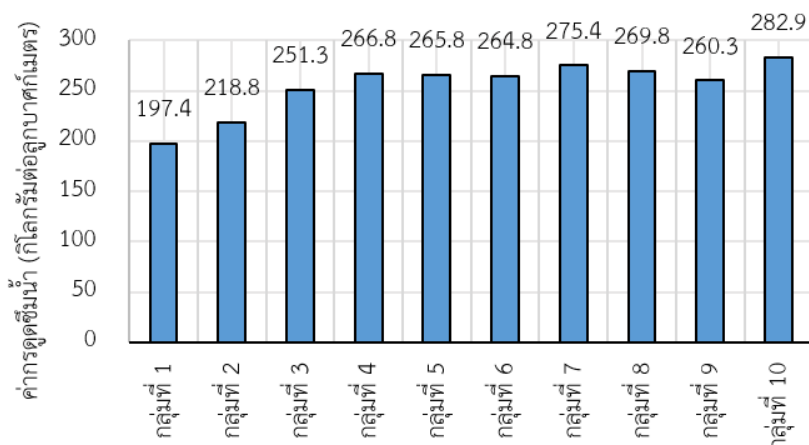
รูปที่ 7 ชื้นงานเกิดเป็นโพรงเนื่องจากเศษพลาสติกที่ไปกองรวมกันอยู่ที่ด้านใดด้านหนึ่ง

4.6 ผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติก

จากผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติก เมื่อแทนที่ดินลูกรังด้วยเศษพลาสติก ทำให้ผิวสัมผัสของอิฐบล็อกประสานไม่เรียบเนียน เกิดช่องว่างและโพรงในอิฐบล็อกประสานดังรูปที่ 8 ทำให้น้ำซึมเข้าไปในอิฐบล็อกประสานได้ง่าย ส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเศษพลาสติกที่เพิ่มขึ้นดังรูปที่ 9 โดยค่าการดูดกลืนน้ำจึงเพิ่มขึ้นโดยกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 197.35 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กลุ่มที่ 2 เท่ากับ 218.77 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กลุ่มที่ 3 เท่ากับ 251.31 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กลุ่มที่ 4, 5, 6, 7, 8 มีอัตราการดูดกลืนน้ำใกล้เคียงกัน และกลุ่มที่ 9 เท่ากับ 260.26 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กลุ่มที่ 10 เท่ากับ 282.91 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามเกณฑ์มาตรฐานการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานน้ำหนักมากกว่า 2 กิโลกรัม ค่าการดูดกลืนน้ำไม่เกิน 208 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 8 ผิวสัมผัสอิฐบล็อกประสานไม่เรียบเกิดช่องว่างและโพรงในบล็อกประสาน



รูปที่ 9 ค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติก

4.7 การจัดประเภทของบล็อกประสานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547

จากการพิจารณาผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดและค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานในแต่ละกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 2 และทำการเปรียบเทียบผลทดสอบที่ได้กับข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 พบว่า อิฐบล็อกประสานกลุ่มที่ 1 ที่ไม่มีเศษพลาสติก จัดเป็นบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก ส่วนอิฐบล็อกประสานในกลุ่มที่ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 จัดเป็นบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ตารางที่ 2 การจัดประเภทอิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติกกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547

อิฐบล็อกประสาน กลุ่มที่	ค่ากำลังรับ แรงอัด (MPa.)	ค่าการดูดกลืน น้ำ (kg/m ³)	การจัดประเภทของบล็อกประสาน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547
1	7.53	197.35	อิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก
2	6.63	218.77	อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก
3	5.50	251.31	
4	6.15	266.82	
5	6.35	265.84	
6	5.84	264.78	
7	4.70	275.36	
8	5.60	269.75	
9	6.89	260.26	
10	5.36	282.91	

5. อภิปรายผลและสรุปผล

การผสมเศษพลาสติกในอิฐบล็อกประสาน ทำให้อิฐบล็อกประสานมีสมบัติกำลังรับแรงอัดลดลง และผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 ชนิดไม่รับน้ำหนัก ซึ่งสอดคล้องกับจรูญ เจริญเนตรกุล (2557 : 103-112) ที่ได้นำเข้าปาล์มและกะลาปาล์ม มาผสมในอิฐบล็อกประสานจะทำให้อิฐบล็อกประสานมีการรับกำลังอัดที่ลดลง ซึ่งเป็นอิฐบล็อกประสานที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 ชนิดไม่รับน้ำหนัก

การแทนที่ดินลูกรังด้วยเศษพลาสติก พบว่า ปริมาณของเศษพลาสติกที่เพิ่มขึ้นมีผลโดยตรงกับการผสมส่วนผสม การขึ้นรูป ตลอดจนสมบัติกำลังรับแรงอัด และการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน เนื่องจากเศษพลาสติกมีขนาดใหญ่เฉลี่ย $6.10 \times 29.94 \times 0.12$ มิลลิเมตร อีกทั้งพลาสติกมีความเหนียว แข็งตัว ไม่อ่อนตัว จึงทำให้เศษพลาสติกไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับวัตถุดิบชนิดอื่น พลาสติกจะอ่อนตัวและสามารถผสมกับวัสดุชนิดอื่นได้เมื่อได้รับความร้อน ดังเช่น งานวิจัยของเวชสวรรค์ หล้ากาศ (2561 : 10) ได้พัฒนางานวิจัย เรื่อง การใช้ประโยชน์จากขยะพลาสติกในบล็อกปูถนน โดยตัดพลาสติกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ประมาณ 3 - 5 มิลลิเมตร ผสมกับทราย นำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 180 - 200 องศาเซลเซียส และผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 5 - 8 นาที ผลงานวิจัยพบว่า บล็อกปูถนนที่ผลิตมาจากขยะพลาสติกกับทรายหยาบสามารถรับน้ำหนักได้ตามมาตรฐานวิศวกรรมทางทุกประการ และที่สำคัญเป็นวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ต้นทุนต่ำ ไม่ใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อน สามารถส่งเสริมการสร้างงานและอาชีพให้กับชุมชนได้

จากการทดสอบสมบัติของอิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติก ที่แทนที่ดินลูกรังด้วยเศษพลาสติกจากแก้ว พลาสติกแบบใช้งานครั้งเดียว ในอัตราส่วนร้อยละ 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40 และ 0.45 โดยน้ำหนัก สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

- 5.1 การแทนที่ดินลูกรังด้วยเศษพลาสติก สามารถผลิตเป็นอิฐบล็อกประสานได้
- 5.2 การผสมเศษพลาสติกในอิฐบล็อกประสานทำให้อิฐบล็อกประสานมีสมบัติกำลังรับแรงอัดลดลง ซึ่งทำให้อิฐบล็อกประสานผสมเศษพลาสติก ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 ชนิดไม่รับน้ำหนัก
- 5.3 การเพิ่มปริมาณของเศษพลาสติกทำให้อิฐบล็อกประสานมีสมบัติการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเศษพลาสติกทำให้เกิดช่องว่างและโพรงในอิฐบล็อกประสาน ส่งผลให้น้ำซึมเข้าไปในอิฐบล็อกประสานมากขึ้นตามปริมาณของเศษพลาสติก

6. ข้อเสนอแนะ

- 6.1 การย่อยเศษพลาสติกควรให้มีขนาดเล็กลง ซึ่งอาจจะทำให้มีการเกาะตัวกับส่วนผสมอื่น ๆ ได้ดีขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้อิฐบล็อกประสานมีกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้น และค่าการดูดกลืนน้ำลดลง
- 6.2 การผสมส่วนผสมของวัตถุดิบควรหาวิธีที่เหมาะสม เพื่อเวลานำไปขึ้นรูปเศษพลาสติกจะได้ไม่เปกกองอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของแม่พิมพ์อิฐบล็อกประสาน

7. เอกสารอ้างอิง

กมล อมรฟ้า. (2559). “ การปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของบล็อกประสานโดยผสมทราย.”

วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร. ปีที่ 11 ฉ. 1 : 67-73.

กรมควบคุมมลพิษ. (2561). “รายงานประจำปี 2561 กรมควบคุมมลพิษ.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

<https://www.pcd.go.th/publication/3724>. สืบค้น 26 มกราคม 2563.

จรูญ เจริญเนตรกุล. (2557, มกราคม-เมษายน). “อิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมแก้วและกะลาปาล์มน้ำมัน.”

วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต. ปีที่ 2 ฉ. 1 : 103-112.

- ณัฐวุฒิ อินทบุตร. (2561). “การศึกษาและพัฒนาอิฐบล็อกประสานจากดินตะกอนที่เหลือทิ้งในการผลิตน้ำประปา และผักตบชวา.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://research.rmutsb.ac.th/fullpaper/2561/research.rmutsb-2561-20200414085745518.pdf>. สืบค้น 10 มกราคม 2563.
- ปกรณ นิคม. (2560). การพัฒนาอิฐดินประสานโดยใช้เศษแก้ว. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พินัยศักดิ์ พรหมสร. (2552). บล็อกซีเมนต์ประสานที่ใช้เถ้าแกลบดำ เถ้าแกลบขาว หรือเถ้าขานอ้อยเป็นส่วนผสม. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ภัทรภณ บูรณากาญจน์. (2560). สมบัติของคอนกรีตบล็อกที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ สำหรับการประยุกต์ใช้ในงานอาคาร. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เวชสวรรค์ หล้ากาศ และคณะ. (2561). “คู่มือองค์ความรู้โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีบล็อกปูถนนรีไซเคิล.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.thai-explore.net/file_upload/submitter/file_doc/3fea45c4279eda6213cdaf7ba7c38b1a.pdf. สืบค้น 23 มกราคม 2563.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). “มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช. 602/2547.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://tcps.tisi.go.th/pub%5Ctcps602_47.pdf. สืบค้น 25 มกราคม 2563.
- อาทร ชูพลสัตย์ และณิชาภา มินาบุลย์. (2556). “บล็อกประสานจากขยะคอนกรีต.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://repository.rmutr.ac.th/bitstream/handle/123456789/499/Fulltext.pdf>. สืบค้น 23 มกราคม 2563.
- อาปีตน์ ตะแสบาเมะ, โพธิ์ วาจิ, พาริตะ สาแล และนุรีฮัน แนแซ. (2558, มกราคม-มิถุนายน). “อิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้าไม้ยางพารา.” วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. ปีที่ 10 ฉ. 1 : 77-86.

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. กรณีมีข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้แต่งต้องปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ และชี้แจงการแก้ไขต้นฉบับดังกล่าวมายังกองบรรณาธิการ

คำแนะนำการเตรียมต้นฉบับสำหรับผู้เขียนบทความเพื่อการพิจารณาตีพิมพ์

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ รับบทความที่มีขอบเขตเนื้อหาในศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม และสหวิทยาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยรับบทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ บทความที่รับพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารฯ มีสองลักษณะ และความยาวของบทความควรเป็นดังนี้

- 1) บทความวิจัย (Research Article) ประมาณ 12 หน้า ต่อบทความ
- 2) บทความทางวิชาการ (Article) ประมาณ 7 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 Sarbun PSK 18 pt	กึ่งกลาง	ตัวหนา
ชื่อและที่อยู่ผู้เขียน	TH Sarbun PSK 14 pt	กึ่งกลาง	ตัวหนา
หัวข้อ	TH Sarbun PSK 14 pt	ชิดซ้าย	ตัวหนา
เนื้อเรื่อง	TH Sarbun PSK 14 pt	กระจายแบบไทย	ตัวธรรมดา
ชื่อรูป	TH Sarbun PSK 14 pt	ชิดซ้าย	ตัวหนาเฉพาะคำว่า รูปที่ x
ชื่อตาราง	TH Sarbun PSK 14 pt	ชิดซ้ายอยู่เหนือตาราง	ตัวหนาเฉพาะคำว่า ตารางที่ x
ชื่อเอกสารอ้างอิง	TH Sarbun PSK 14 pt	ชิดซ้าย	ตัวธรรมดา

บทความภาษาไทยให้อธิบายหลักการใช้คำศัพท์และการเขียนทับศัพท์ภาษาอังกฤษตามหลักของราชบัณฑิตยสถาน โดยหลีกเลี่ยงการเขียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยในข้อความ และถ้าในบทความมีศัพท์เทคนิคหรือศัพท์เฉพาะให้ใช้คำทับศัพท์ และ/หรือ ศัพท์บัญญัติ พร้อมวงเล็บคำศัพท์ภาษาอังกฤษนั้นด้วย

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

การพิมพ์จะไม่มีการเว้นบรรทัด เว้นแต่หากต้องการขึ้นหัวข้อใหม่ให้เว้นหนึ่งบรรทัดหรือการแทรกตารางหรือรูปภาพและเว้นอีกหนึ่งบรรทัดก่อนจะขึ้นย่อหน้าใหม่หลังการแทรกตารางหรือรูปภาพดังกล่าว

การลำดับหัวข้อของเนื้อเรื่องให้ใช้เลขกำกับนำเป็นหัวข้อหมายเลข 1 และหากมีหัวข้อย่อยให้ใช้เลขระบบทศนิยมกำกับหัวข้อย่อย 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*} นวัตรกร โพธิสาร²
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 ซึ่งถ้าต้องการอ้างอิงสมการ 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 ควรวาดด้วยลายเส้นคมชัดบนพื้นที่สีขาว รูปถ่ายต้องเป็นรูปจริงและเป็นรูปขาวดำเท่านั้น รูปประกอบแต่ละรูปจะต้องมีหมายเลขกำกับและมีคำบรรยายประกอบที่มีความยาวไม่เกิน 2 บรรทัด โดยจัดชิดซ้ายใต้รูปที่ 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

โสเกรตีสย้ำว่าการอ่านสามารถจุดประกายได้จากสิ่งที้นักอ่านรู้อยู่แล้วเท่านั้นและความรู้ที่ได้รับมาไม่ได้มาจากตัวหนังสือ (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 : [ผิตพลาด! การอ้างอิงไฮเปอร์ลิงก์ไม่ถูกต้อง](http://www.btc.or.th/public/Econ/ch7/42BOX04.HTM)northern /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/vwl/hanusch/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 คำสำคัญที่เป็นภาษาไทยต้องมีเครื่องหมายจุลภาค (,) 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

ขนาด 14 pt ตัวหนา

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

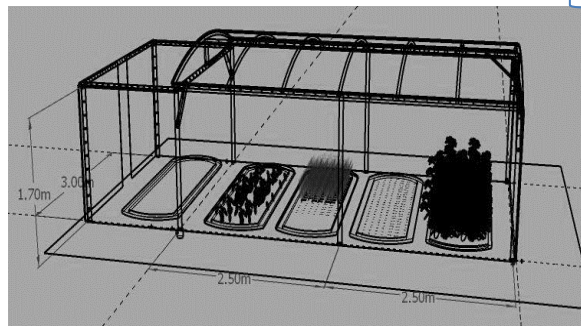
.....
.....
..... {ขนาด 14 pt ตัวบาง

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

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ กำหนดจริยธรรมการตีพิมพ์ (Publication Ethics) ของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์ ไว้ดังนี้

หน้าที่และความรับผิดชอบของบรรณาธิการ

บรรณาธิการควรรับผิดชอบต่อทุกสิ่งที่มีการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารในความรับผิดชอบของตน ดังนี้

1. ดำเนินงานต่าง ๆ ของวารสารให้ตรงตามความประสงค์ของผู้อ่านและผู้แต่ง
2. มีการปรับปรุงวารสารอย่างต่อเนื่อง
3. รับรองคุณภาพของบทความที่ได้รับการตีพิมพ์
4. ให้เสรีภาพในการแสดงความคิดเห็น
5. คงไว้ซึ่งความถูกต้องของผลงานทางวิชาการ
6. ปกป้องมาตรฐานของทรัพย์สินทางปัญญาจากความต้องการทางธุรกิจ
7. ยินดีแก้ไขข้อผิดพลาดการตีพิมพ์ การทำให้เกิดความกระจ่าง การถอนถอนบทความ และการขอภัยหาก

จำเป็น

หน้าที่ของบรรณาธิการต่อผู้อ่าน

แจ้งให้ผู้อ่านทราบเกี่ยวกับผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยและบทบาทของผู้ให้ทุนวิจัยในการทำวิจัยนั้น ๆ

หน้าที่ของบรรณาธิการต่อผู้แต่ง

1. บรรณาธิการควรดำเนินการทุกอย่างเพื่อให้มั่นใจในคุณภาพของบทความที่ตีพิมพ์ เพื่อรับรองคุณภาพของงานวิจัยที่ตีพิมพ์และตระหนักว่าวารสารและแต่ละส่วนของวารสารมีวัตถุประสงค์และมาตรฐานที่ต่างกัน
2. การตัดสินใจของบรรณาธิการต่อการยอมรับหรือปฏิเสธบทความวิจัย บทความวิชาการเพื่อการตีพิมพ์ควรขึ้นอยู่กับความสำคัญ ความใหม่และความชัดเจนของบทความ ตลอดจนความเกี่ยวข้องกับขอบเขตของวารสาร
3. ควรมีการชี้แจงหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการตรวจสอบประเมินบทความ (Peer Review) นอกจากนี้ บรรณาธิการควรมีความพร้อมในการชี้แจงความเบี่ยงเบนต่าง ๆ จากกระบวนการตรวจสอบที่ได้รับไว้
4. วารสารควรมีช่องทางให้ผู้แต่งบทความอุทธรณ์ได้หากผู้แต่งมีความคิดเห็นแตกต่างจากการตัดสินใจของบรรณาธิการ
5. บรรณาธิการควรจัดพิมพ์คำแนะนำแก่ผู้แต่งบทความในทุกประเด็นที่บรรณาธิการคาดหวังในทุกเรื่อง ผู้แต่งควรรับทราบและควรมีการปรับปรุงคำแนะนำให้ทันสมัยอยู่เสมอ พร้อมทั้งควรมีการอ้างอิงหรือการเชื่อมโยงกับระเบียบดังกล่าวนี้ด้วย
6. บรรณาธิการไม่ควรเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจในการตอบรับบทความที่ถูกปฏิเสธการตีพิมพ์ไปแล้ว ยกเว้นพบว่า มีปัญหาร้ายแรงเกิดขึ้นในระหว่างการส่งบทความมารับการพิจารณา
7. บรรณาธิการใหม่ไม่กลับคำตัดสินใจมาตีพิมพ์บทความที่บรรณาธิการคนก่อนตอบปฏิเสธไปแล้ว ยกเว้นมีการพิสูจน์ถึงปัญหาร้ายแรงที่เกิดขึ้น

หน้าที่ของบรรณาธิการต่อผู้ประเมินบทความ

1. บรรณาธิการจัดพิมพ์รายละเอียดรายละเอียดและคำแนะนำการเตรียมบทความเสนอการตีพิมพ์และแบบประเมินบทความแก่ผู้ประเมินบทความในทุกประเด็นที่บรรณาธิการคาดหวัง และควรมีการปรับปรุงคำแนะนำให้ทันสมัยอยู่เสมอ พร้อมทั้งควรมีการอ้างอิงหรือการเชื่อมโยงกับระเบียบดังกล่าวนี้ด้วย
2. บรรณาธิการควรมีระบบที่ปกป้องข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมินบทความ ยกเว้นวารสารนั้นมีการประเมินบทความแบบเปิดที่ได้แจ้งให้ผู้แต่งและผู้ประเมินรับทราบล่วงหน้าแล้ว

กระบวนการพิจารณาประเมินบทความ

บรรณาธิการควรมีระบบที่ทำให้มั่นใจได้ว่าบทความที่ส่งเข้ามายังวารสารจะได้รับการปกปิดเป็นความลับในระหว่างขั้นตอนการพิจารณาประเมิน

การร้องเรียน

1. บรรณาธิการควรดำเนินการตามขั้นตอนที่ของกระบวนการพิจารณาบทความที่กำหนดโดยคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์
2. บรรณาธิการควรมีการตอบกลับคำร้องเรียนในทันที และควรแสดงให้เห็นว่าผู้ร้องเรียนมั่นใจได้ว่าสามารถร้องเรียนได้อีกหากยังไม่พอใจ ซึ่งกลไกดังกล่าวนี้ควรปรากฏชัดเจนในวารสาร และควรรวมข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการส่งเรื่องที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขไปให้คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์

การสนับสนุนการอภิปราย

1. ควรมีการเปิดเผยคำวิจารณ์บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร ยกเว้นบรรณาธิการจะมีเหตุผลอื่นที่ดีเพียงพอในการไม่เปิดเผยคำวิจารณ์นั้น
2. ควรเปิดโอกาสให้ผู้มีบทบาทที่มีคนอื่นวิจารณ์ให้สามารถชี้แจงตอบกลับได้ นอกจากนี้การศึกษาวิจัยที่มีผลขัดแย้งกับบทความวิจัยที่ลงตีพิมพ์ไปแล้ว ก็ควรได้รับโอกาสเช่นนี้เช่นกัน
3. การศึกษาวิจัยที่มีการรายงานผลการวิจัยในด้านลบก็ควรรวมไว้ในบทความด้วย ไม่ควรตัดส่วนนี้ออกไป

สนับสนุนความถูกต้องทางวิชาการ

1. บรรณาธิการควรทำให้เกิดความมั่นใจว่ารายละเอียดทุกส่วนในบทความวิจัย บทความวิชาการที่มีการตีพิมพ์ในวารสาร ต้องเป็นไปตามหลักจริยธรรมสากลที่ได้รับการยอมรับ
2. บรรณาธิการควรหาหลักฐานเพื่อให้มั่นใจว่าบทความวิจัยทุกชิ้นที่จะตีพิมพ์นั้นได้รับการอนุมัติและเห็นชอบโดยคณะบุคคลที่มีอำนาจ (เช่น คณะกรรมการทางจริยธรรมด้านงานวิจัย คณะกรรมการพิจารณาบทความวิจัยของสถาบัน เป็นต้น) อย่างไรก็ตามบรรณาธิการควรระลึกไว้เสมอว่าการพิจารณาอนุมัตินั้นไม่ได้เป็นการรับประกันว่างานวิจัยนั้นถูกต้องตามหลักจริยธรรมเสมอไป

การคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล

บรรณาธิการควรปกป้องข้อมูลส่วนบุคคลให้เป็นความลับ (เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างคนไข้และแพทย์ เป็นต้น) ดังนั้นบรรณาธิการจึงต้องมีหนังสือยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากคนไข้ หากชื่อ หรือ รูปของคนไข้ปรากฏในรายงานหรือบทความ อย่างไรก็ตามบรรณาธิการสามารถตีพิมพ์บทความได้โดยไม่ต้องมีเอกสารยินยอมหากบทความนั้นมีความสำคัญต่อสุขภาพของคนทั่วไป (หรือมีความสำคัญในบางเรื่อง) หรือมีความยากลำบากในการได้มาซึ่งเอกสารยินยอม และบุคคลผู้นั้นไม่คัดค้านต่อการตีพิมพ์เผยแพร่ (จึงต้องมีการปฏิบัติตามเงื่อนไขสามประการดังกล่าว)

การติดตามความประพฤติมิชอบ

1. บรรณาธิการมีหน้าที่ติดตามความประพฤติมิชอบในกรณีเกิดข้อสงสัย ซึ่งรวมถึงบทความวิจัย หรือบทความวิชาการทั้งที่ได้รับการตีพิมพ์และยังไม่ได้มีการตีพิมพ์
2. บรรณาธิการไม่ควรปฏิเสธบทความวิจัยหรือบทความวิชาการที่อาจจะมีประเด็นมิชอบในทันทีทันใด บรรณาธิการมีหน้าที่ต้องติดตามบทความวิจัยหรือบทความวิชาการที่ถูกกล่าวหาว่าประพฤติมิชอบเพื่อหาข้อเท็จจริง
3. บรรณาธิการควรแสวงหาคำตอบจากบุคคลผู้ถูกกล่าวหา ก่อน แต่หากยังไม่พอใจต่อคำตอบที่ได้รับให้สอบถามหัวหน้าหรือคณะบุคคลที่เกี่ยวข้อง (ซึ่งในบางครั้งอาจเป็นหน่วยงานที่ออกกฎระเบียบ) เพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริง
4. บรรณาธิการควรดำเนินการตามที่กำหนดไว้ในผังการทำงานของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์เมื่อความจำเป็นต้องใช้
5. บรรณาธิการควรพยายามทำให้เกิดความมั่นใจว่าได้มีการดำเนินการตรวจสอบข้อเท็จจริงอย่างถูกต้องด้วยหลักเหตุและผล แต่หากไม่ได้ดำเนินการดังกล่าวบรรณาธิการควรขวนขวายหาทางแก้ไขปัญหาลงถึงแม้ว่าจะเป็นเรื่องที่ยากแต่ก็เป็นภาระหน้าที่ที่สำคัญ

การรับรองความถูกต้องของผลงานทางวิชาการ

1. เมื่อมีการรับรู้ว่ามีปัญหาไม่ถูกต้องเกิดขึ้นกับบทความที่ตีพิมพ์ไปแล้ว รวมถึงมีประโยชน์นำไปสู่ความเข้าใจผิด หรือเป็นรายงานที่บิดเบือนข้อเท็จจริง บรรณาธิการต้องแก้ไขทันทีและด้วยความชัดเจน
2. หากปรากฏการประพฤติทุจริตภายหลังการดำเนินการตรวจสอบแล้ว บรรณาธิการต้องดำเนินการถอดถอนบทความนั้นด้วยความชัดเจนที่จะสามารถพิสูจน์ได้ ทั้งนี้การถอดถอนนี้ต้องให้ผู้อ่านและระบบฐานข้อมูลอื่น ๆ ทราบด้วย

ความสัมพันธ์กับเจ้าของวารสารและสำนักพิมพ์

ความสัมพันธ์ของบรรณาธิการต่อสำนักพิมพ์และเจ้าของวารสารมักมีความซับซ้อน อย่างไรก็ตามควรมีพื้นฐานอยู่บนความเป็นอิสระของบรรณาธิการ และแม้ว่าสภาพความเป็นจริงทางเศรษฐกิจและการเมืองของวารสารจะเป็นเช่นไร บรรณาธิการควรพิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับการรับบทความเพื่อตีพิมพ์โดยยึดคุณภาพและความเหมาะสมกับผู้อ่านมากกว่าผลตอบแทนทางการเงินหรือการเมือง

ประเด็นพิจารณาที่เกี่ยวข้องในเชิงพาณิชย์

1. บรรณาธิการควรประกาศนโยบายในด้านการโฆษณาที่เน้นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของวารสาร และในการตีพิมพ์ส่วนเสริมหรือเพิ่มเติมใด ๆ ของวารสาร
2. บรรณาธิการต้องไม่ตีพิมพ์การโฆษณาที่อาจทำให้เกิดความเข้าใจผิด และต้องยินดีที่จะตีพิมพ์คำวิจารณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้ให้ยึดถือเกณฑ์เดียวกันกับการพิจารณาส่วนต่าง ๆ ของวารสาร
3. ในการนำบทความเดิมมาพิมพ์ใหม่นั้น ต้องให้คงลักษณะเดิมทุกประการยกเว้นหากจะมีการเพิ่มเติมส่วนที่แก้ไข

ผลประโยชน์ทับซ้อน

บรรณาธิการควรมีระบบในการจัดการผลประโยชน์ทับซ้อน (การขัดกันด้านผลประโยชน์) ของบรรณาธิการเองรวมทั้งของเจ้าหน้าที่วารสาร ผู้แต่ง ผู้ประเมินบทความ และสมาชิกกองบรรณาธิการ



คณะกรรมการจัดการวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกานต์ พวงไพบูลย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา วัชระสุน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทรงศักดิ์ มีสิทธิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภินันท์ชัย โจมสติ

อาจารย์ธำริณี มีเจริญ

นายพงศกร เดชศิริ

ดร.วณดา เผ่าศิริ

นายสังเวียน ก้อนทอง

นางสาวกนิษฐา ชิมทอง

นายโปเสก ภาณุรัตน์

นางวิศราภรณ์ อารยางค์กูร

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. 044-514601 Fax : 044-514601

www.industrial-journal.srru.ac.th