

การออกแบบและประเมินประสิทธิภาพเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปขนาด 5 กิโลกรัม สำหรับเกษตรกรรายย่อย

Design and Performance Evaluation of a 5 Kilogram Ready-Made Organic Fertilizer Mixer Machine for Small-Scale Farmers

รณพร รัตนจันทร์¹ ประกิต อิ่มสมบุญ¹ เอกชัย จันลาด¹ และ ฉัตรชัย แก้วดี^{2*}
Ronaporn Rattanachand¹, Prakit Imsomboon¹, Akachai Jurnlad¹ and
Chatchai Kaewdee^{2*}

¹ สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 5

* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: chatchai_kae@nstru.ac.th

² หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

วันที่รับบทความ: 30 พฤศจิกายน 2567; วันที่ทบทวนบทความ: 14 ธันวาคม 2567; วันที่ตอบรับบทความ:

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 30 ธันวาคม 2567

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ผสมผสานกับการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป และ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์จากการออกแบบและพัฒนา งานวิจัยครั้งนี้เสนอการออกแบบเครื่องผสมปุ๋ยมีส่วนประกอบและอุปกรณ์ต่าง ๆ 3 ส่วน ได้แก่ ชุดใบกวน ชุดระบบส่งกำลัง และชุดโครงสร้างขนาด 50 x 90 x 120 เซนติเมตรใช้มอเตอร์เกียร์ 1 แรงม้า ความเร็วรอบ 1335 rpm อัตราทด 8.9:1 เพืองตัวขับจำนวน 14 ฟัน และเพืองตัวตามจำนวน 40 ฟัน จำนวนรอบทดแล้วเท่ากับ 52.5 rpm ผลการหาประสิทธิภาพโดยการผสมปุ๋ยอินทรีย์ 3 ครั้ง ผลการผสมด้วยน้ำหนักปุ๋ย 5 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ลักษณะส่วนผสมเข้ากันได้ดีที่สุดในลักษณะส่วนผสมเข้ากันได้ดี ไม่ร่วนซุยเกินไป และไม่จับตัวเป็นก้อน ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีคามพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.66$, S.D. = 0.18) และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.5$, S.D. = 0.49) เช่นกัน แสดงให้เห็นว่าเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปที่ออกแบบในการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปผสมใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวัน ลดแรงงานคน และประหยัดเวลาในการผสมปุ๋ยแต่ละครั้ง

คำสำคัญ: เครื่องผสมปุ๋ย, มอเตอร์เกียร์, ชุดใบกวน

Abstract: This research focuses on the design and development of a ready-made organic fertilizer mixer. It combines experimental and survey research methods. The primary objectives are to: 1) design and develop a functional ready-made organic fertilizer mixer and 2) evaluate the efficiency of this mixer. The designed mixer consists of three main components: an agitator set, a transmission system, and a structural frame measuring 50 x 90 x 120 centimeters. It is powered by a 1-horsepower gear motor operating at 1335 rpm and employs a reduction gear system with a ratio of 8.9:1, consisting of a 14-tooth driver gear and a 40-tooth follower gear. The resulting output speed is 52.5 rpm. To assess the mixer's

performance, three mixing trials were conducted. Each trial involved mixing 5 kilograms of organic fertilizer for 5 minutes. The results indicated that the mixer effectively blended the ingredients, producing a well-mixed, non-clumping mixture. Expert evaluation revealed a high level of satisfaction ($\bar{X} = 4.66$, $SD = 0.18$), and users also expressed a high degree of satisfaction ($\bar{X} = 4.5$, $SD = 0.49$). These findings suggest that the designed organic fertilizer mixer is practical for everyday use, reducing labor and time required for fertilizer mixing.

Key words: Fertilizer mixer, Gear motor, Agitator set

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้นทุกปีโดยในช่วงปี พ.ศ. 2566 มีเอกชนยื่นแบบขออนุญาตนำเข้าปุ๋ยเคมีกว่า 1.5 หมื่นตัน มูลค่ากว่า 2 หมื่นล้านบาท ถือว่าสูงมากและคาดว่าจะมีเอกชนขออนุญาตนำเข้ามากขึ้นในช่วงกลางปีเป็นต้นไปจนครบ 4-5 หมื่นล้านตันตามความต้องการใช้ [1] เกษตรกรส่วนใหญ่จะพิจารณาใช้ปุ๋ยตามปัจจัยด้านราคาปุ๋ยเคมีราคาผลผลิตพื้นที่เพาะปลูกปริมาณผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี ราคาปุ๋ยส่วนใหญ่มีราคาปรับเพิ่มขึ้นจากต้นปีที่ผ่านมา เนื่องจากโรงงานผู้ผลิตปรับราคาขึ้นทำให้ราคาจำหน่ายปลีกปุ๋ยเคมีปรับสูงขึ้น ประกอบกับปัจจุบันเข้าสู่ฤดูเพาะปลูกของเกษตรกร โดยเฉพาะสูตรปุ๋ยที่มีความต้องการทางตลาด อย่างสูตร 15-15-15 สูตร 46-0-0 ที่มีการปรับราคาสูงขึ้น [2] แม้ว่าราคาปุ๋ยเคมีในช่วง 7 เดือนแรกของปีทั้งในประเทศและตลาดโลกปรับตัวลดลงจนมาอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับปี พ.ศ. 2563 เนื่องจากภาวะตึงตัวของอุปทานที่คลี่คลายลงหลังการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ส่งผลให้ภาคขนส่งทั่วโลกกลับมาดำเนินกิจกรรมได้เป็นปกติประกอบกับแรงกดดันด้านต้นทุนการผลิตที่ปรับลดลงตามระดับราคาพลังงานโลก [3] แต่ราคาของปุ๋ยเคมีปัจจุบันก็ยังคงราคาอยู่ระดับสูง การใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรอย่างต่อเนื่องจากความจำเป็นต้องการเพิ่มผลผลิตของพืชเกษตรเพื่อความอยู่รอดย่อมทำให้เกิดต้นทุนราคาสูงเกินกว่าที่จะยอมรับได้ กรมพัฒนาที่ดินจึงมีนโยบายภาคการเกษตรเพื่อลดต้นทุนการผลิต

เดินทางขับเคลื่อนมาตรการสร้างภูมิคุ้มกันและความยั่งยืนที่สอดคล้องตามแนวทาง BCG model โดยส่งเสริมฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดิน ให้ความสำคัญกับการจัดการดินและส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้องเหมาะสม มุ่งเน้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และสารอินทรีย์ เพื่อลดและทดแทนปุ๋ยเคมีและสารเคมีทางการเกษตร สนับสนุนให้เกษตรกรผลิตและใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุเหลือใช้ในพื้นที่การเกษตรและครัวเรือน เพื่อปรับปรุงบำรุงดินเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและทำให้ธาตุอาหารในดินเป็นประโยชน์กับพืชมากขึ้น [4] และเมื่อคำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ดั้งเดิมในดิน จึงทำให้เกษตรกรยังคงใช้ปุ๋ยในอัตราและสูตรเหมือนกันทั่วทั้งแปลงซึ่งอาจไม่ตรงต่อความต้องการของพืช ยิ่งไปกว่านั้นการใส่ปุ๋ยมากเกินไปนอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายแล้วยังทำให้เกิดโรคและแมลงระบาดมากขึ้นและการใช้ไนโตรเจนมากเกินไปทำให้เกิดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม เพราะปุ๋ยไนโตรเจนจะถูกชะล้างไปกับน้ำได้ง่ายจึงปนเปื้อนลงสู่ลำน้ำใต้ดินและไหลลงสู่แม่น้ำลำคลอง ในขณะเดียวกันก็ส่งผลกระทบต่อพืชโดยพืชจะมีอาการอวบน้ำ อ่อนแอ เปื่อใบ ล้มง่าย เกิดโรคระบาดของโรค และโรคแมลงติดตามมา [5] การศึกษาและวิจัยการจัดการปัจจัยการผลิตพืชนั้นมีความสำคัญมากในการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนทางการเกษตร ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องนั้นมีจำนวนมากและยากจะส่งเสริมให้เกษตรกรเข้าใจทำให้ปัจจุบันเกษตรกรยังไม่สามารถผลิตผลทางการเกษตรได้ตามเป้าหมายหรือกล่าวได้ว่ายังไม่คุ้ม ค่าสูงสุดต่อการลงทุน สาเหตุที่เกิดของปัญหาคือการใช้ปุ๋ยที่ไม่เหมาะสมมากหรือน้อย

เกินไป การใช้ปุ๋ยไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการและปัญหาปุ๋ยราคาแพง ทำให้ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรสูงขึ้น ดังนั้นคณะรัฐมนตรีมีนโยบายและมาตรการแก้ปัญหาเกษตรกรเร่งด่วนโดยให้เร่งส่งเสริมการใช้ปุ๋ยและน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปสู่การปฏิบัติเพื่อเป็นภูมิคุ้มกัน และสร้างความมั่นคงแก่เกษตรกรผ่านกลุ่มเกษตรกร เครือข่ายเกษตรกร และสถาบันเกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงและพึ่งพาตนเองได้ [6]

การลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรและให้ใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้น ต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและความเข้าใจการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรให้เลือกใช้ทรัพยากรในชุมชนนำมาใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่นและตรงกับสภาพดินในแต่ละพื้นที่ จากข้อมูลการสำรวจการใช้ปุ๋ยในชุมชนท้องถิ่นจังหวัดเพชรบุรีข้างต้นพบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์แบบผสมสำเร็จสามารถเพิ่มผลผลิตได้อย่างยั่งยืนและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยปุ๋ยอินทรีย์ที่เลือกใช้ประกอบด้วยทั้งปุ๋ยมูลสัตว์และปุ๋ยหมัก ซึ่งจะมีการนำข้อมูลสมบัติธาตุอาหารของดิน ชนิดพืช และการจัดการสภาพแวดล้อม มาวิเคราะห์ตามหลักวิชาการเพื่อให้ได้ปุ๋ยที่มีความเหมาะสมต่อพืชและสภาพแวดล้อมรวมทั้งผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์และนำมาแนะนำเสนอการใช้ประโยชน์ให้กับเกษตรกร แต่การนำปุ๋ยอินทรีย์มาใช้โดยตรงหรือการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากโรงงานผลิตขนาดใหญ่ก็มีความซับซ้อนและราคาแพงไม่เหมาะสมกับเกษตรกรรายเล็กที่มีจำนวนมากของจังหวัดเพชรบุรี จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเครื่องมือเครื่องจักรที่มีความง่ายต่อความเข้าใจและการใช้งานเพื่อการผสมปุ๋ยอินทรีย์ตามสัดส่วนที่เหมาะสมกับพืชเกษตรของเกษตรกรแต่ละราย เพื่อใช้เป็นเครื่องมือส่งเสริมการผลิตและพึ่งพาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ได้ด้วยตนเอง พร้อมถ่ายทอดองค์ความรู้ในการสร้างเครื่องจักรสู่เกษตรกรและส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในท้องถิ่นจังหวัดเพชรบุรี และทำให้การผสมปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกรอยู่ในอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมกับพืชให้กับเกษตรกร ปุ๋ยไม่ทำปฏิกิริยา

กันจนเป็นเหตุให้คุณภาพของปุ๋ยผสมลดต่ำลง จากความชื้นวิกฤต (Critical relative humidity) ที่เป็นสาเหตุของการจับตัวเป็นก้อน (Caking) และสามารถปรับปริมาณการให้ปุ๋ยได้ในแปลงได้ตามความต้องการของเกษตรกร โดยไม่จำเป็นต้องซื้อปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปจากผู้ผลิต ซึ่งขายเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีปริมาณมากและราคาแพง โดยโครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปนี้ อยู่ภายใต้ชุดโครงการวิจัยการจักรการพื้นที่เกษตรแบบแม่นยำ เพื่อแก้ปัญหาการใช้ปุ๋ยตามสภาพการผลิตและไม่ถูกต้องและแก้ไขปัญหาเกษตรกรไม่มีเครื่องมือที่ทันสมัยพอเพื่อผสมปุ๋ยสำเร็จรูปที่ปัจจุบันมีราคาที่สูงจึงทำให้ไม่สามารถเข้าถึงได้ตามความต้องการ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์จากการออกแบบและพัฒนา

3. ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มุ่งแก้ไขส่งเสริมการจัดการองค์ความรู้และเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับเกษตรกรให้สามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปเพื่อใช้ในการเกษตรขนาดเล็กอย่างมีประสิทธิภาพทดแทนการใช้ปุ๋ยสำเร็จรูปชนิดอัดเม็ดจากผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ปัจจุบันที่มีราคาปุ๋ยแพง โดยมีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป ประกอบด้วย

3.1.1 ถังสแตนเลส ขนาดบรรจุ 20 ลิตร หรือน้ำหนักส่วนผสม 10 กิโลกรัม

3.1.2 มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลัง

3.1.3 โครงสร้างเครื่องผสมปุ๋ยเป็นเหล็กทอกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว

3.1.4 ระบบการขับเคลื่อนเป็นสายพาน

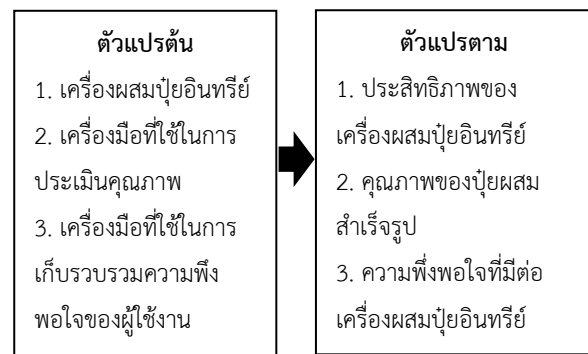
3.2 กลุ่มตัวอย่างในการสอบถามความคิดเห็น เป็นผู้ทำการเกษตรในพื้นที่หมู่ 4 ตำบลช่องสะแก อำเภอมะนัง จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 10 คน และผู้เชี่ยวชาญและผู้สอนด้านการเกษตรและเครื่องจักรกลของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี จำนวน 5 คน เลือกโดยวิธีการเจาะจง (Purposive sampling random) จากผู้เป็นเกษตรกรในท้องถิ่นไม่น้อยกว่า 10 ปี ซึ่งเป็นเกษตรกรผู้ปฏิบัติงานเกษตรจริงและมีความสนใจในการพัฒนาเครื่องจักรกลที่ทันสมัย ต้นทุนต่ำและสามารถผลิตได้ด้วยตนเองโดยไม่พึ่งพาการซื้อเครื่องจักรกลการเกษตรราคาสูง และผู้สอนมีประสบการณ์การสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี นับตั้งแต่การทํารวจ

3.3 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผสม เป็นปุ๋ยคอกร้อยละ 50 และปุ๋ยหมักร้อยละ 50 โดยผ่านการย่อยและหมักไม่น้อยกว่า 3 เดือน และมีการตากแห้งในระดับความชื้นคงเหลือไม่เกินร้อยละ 30

3.4 ขอบเขตด้านเวลา ทําการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองระหว่างเดือน กันยายน-ตุลาคม พ.ศ. 2567

4. วิธีดำเนินการวิจัย

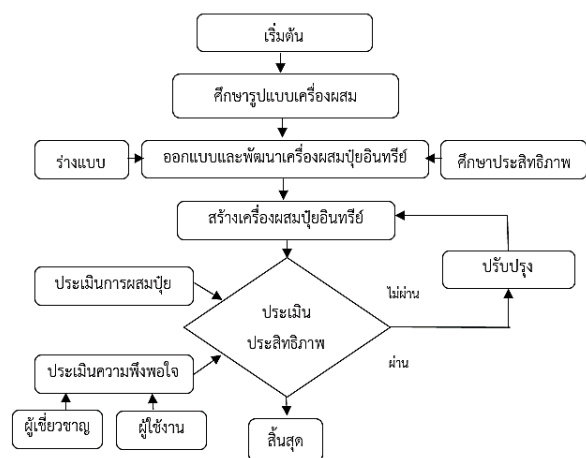
4.1 แนวคิดในการออกแบบ ได้ดำเนินการศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับการศึกษาการผสมปุ๋ยอินทรีย์ วิธีการที่ผสมปุ๋ยอินทรีย์แบบเก่า ระยะเวลา และการผสมปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ทำให้เกิดการสูญเสียปุ๋ยเป็นจำนวนมากต่อการผสมแต่ละครั้ง คณะผู้จัดทำจึงมีความคิดที่จะสร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์เพื่อให้ความรู้ความเข้าใจในการผสมปุ๋ยอินทรีย์ต่อผู้ใช้งานเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบในการผสมปุ๋ยอินทรีย์แบบเก่า ซึ่งลักษณะของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์จะใช้สัดส่วนของการผสมที่มาตรฐานทำให้เข้ากันทำให้การผสมปุ๋ยอินทรีย์ปลอดภัยและสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการออกแบบ

4.2 ขั้นตอนการวิจัย

ผู้วิจัยได้ว่าแนวทางการทดลองวิจัยครั้งนี้เป็นแบบงานวิจัยผสมผสาน (Mixed research) โดยมีการวิจัยทดลอง (Experimental research) เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป ภายหลังจากจึงมีการนำไปประเมินประสิทธิภาพของการผสมและวัดผลจากลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยที่ได้กับระยะเวลาที่กำหนดไว้แบบคงที่ ภายหลังจากจึงประเมินความคิดเห็นด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญทางวิชาการที่เกี่ยวข้องและผู้ใช้งานเครื่องจักรทางการเกษตรนี้โดยตรง เพื่อพิจารณาการใช้งานในทั้งมิติประสิทธิภาพทางวิทยาศาสตร์และทางมนุษยศาสตร์ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) โดยแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการวิจัย

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการหาประสิทธิภาพเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปประกอบด้วย

4.3.1 เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป

4.3.2 แบบบันทึกผลการทดลองหา

ประสิทธิภาพเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป

4.3.3 แบบประเมินความพึงพอใจ เป็นแบบการประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างตามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) ดังนี้

5 หมายถึง คุณภาพในระดับ มากที่สุด

4 หมายถึง คุณภาพในระดับ มาก

3 หมายถึง คุณภาพในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง คุณภาพในระดับ น้อย

1 หมายถึง คุณภาพในระดับ น้อยที่สุด

โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยของการประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 = มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 = มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 = ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 = น้อย

ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 1.50 = น้อยที่สุด

4.4 การเตรียมการออกแบบ ผู้วิจัยดำเนินการเตรียมงานเพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป ดังนี้

4.4.1 ศึกษาข้อมูลของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ ประกอบด้วย โครงสร้างเครื่องผสมปุ๋ยใบกวนผสมปุ๋ยและระบบวงจรไฟฟ้า

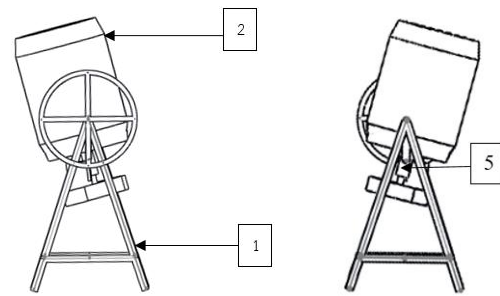
4.4.2 ศึกษาารูปแบบเครื่องผสมปุ๋ย

4.4.3 ออกแบบเครื่องผสมปุ๋ย

4.4.4 ตรวจสอบความถูกต้องและนำมาปรับปรุงแก้ไข

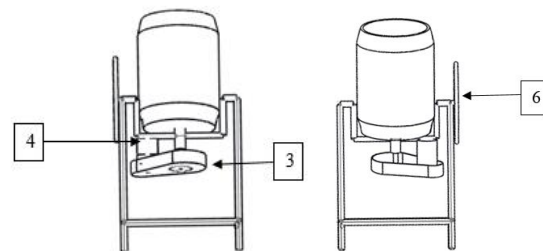
4.4.5 ปรับปรุงแก้ไขแล้วมาสร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์

โดยขั้นตอนการเตรียมการออกแบบและทดสอบเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปมีดังภาพที่ 3 และ 4



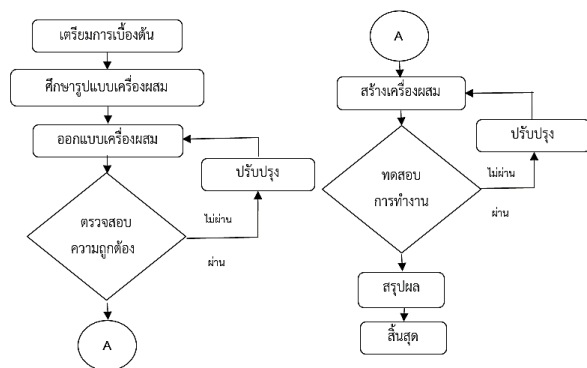
ก. ภาพร่างด้านขวา

ข. ภาพร่างด้านซ้าย



ค. ภาพร่างด้านหน้า

ภาพที่ 3 ภาพร่างการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการเตรียมการทดสอบเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป ดังนี้

4.5.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) เพื่อการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป โดยมีสูตรและความหมาย ดังนี้ [7]

$$\text{สูตร } \bar{x} = \frac{\sum x}{N} \dots\dots\dots(1)$$

โดย $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

4.5.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยมีสูตรและความหมาย ดังนี้ [7]

$$\text{สูตร } S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots(2)$$

โดย $S.D.$ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x คือ ข้อมูลในแต่ละจำนวน

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลนั้น

n คือ จำนวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการออกแบบพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป

จากการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปจากแบบร่างและผ่านการตรวจสอบการทำงานจากผู้เชี่ยวชาญและคณาจารย์ผู้สอนกลุ่มช่างกลแล้วดำเนินการสร้างตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ดังภาพที่ 5-7 ทำให้ได้เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปดังภาพที่ 8-11



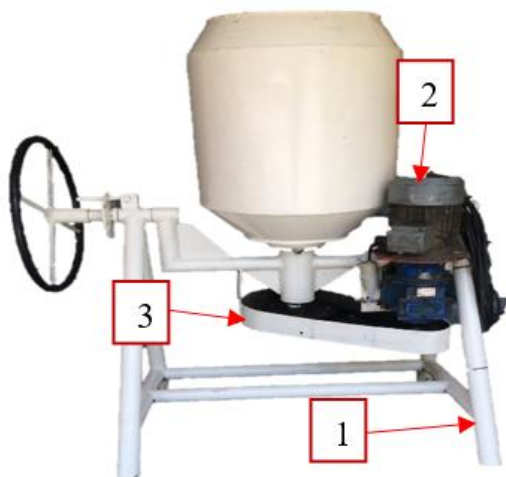
ภาพที่ 5 การประกอบตัวถังผสมเครื่องผสมปุ๋ย



ภาพที่ 6 การประกอบมอเตอร์



ภาพที่ 7 การปรับแต่งเครื่องผสมปุ๋ยภายหลังการทดสอบการใช้งาน

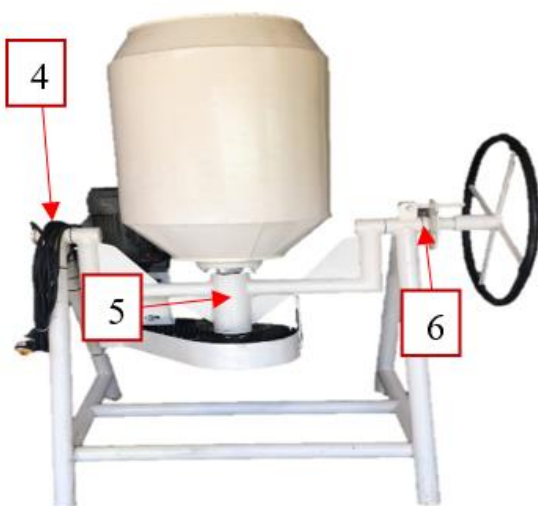


ภาพที่ 8 เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป (ด้านหน้า)

หมายเลขที่ 1 คือ โครงสร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์

หมายเลขที่ 2 คือ มอเตอร์ต้นกำลัง

หมายเลขที่ 3 คือ การ์ดบังโซ่ส่งกำลัง



ภาพที่ 9 เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป (ด้านหลัง)

หมายเลขที่ 4 คือ สวิตช์ปิด-เปิดเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์

หมายเลขที่ 5 คือ เสือเฟลา

หมายเลขที่ 6 คือ คันโยกล้อคพวงมาลัยหมุนถังผสม



ภาพที่ 10 เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป (ด้านข้าง)

หมายเลขที่ 7 คือ พวงมาลัยหมุนถังผสม

หมายเลขที่ 8 คือ ถังผสมปุ๋ย



ภาพที่ 11 ผลงานการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป

5.2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพ

5.2.1 ประสิทธิภาพของการผสมปุ๋ย

การหาประสิทธิภาพเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ โดยเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ จำนวน 4 ครั้ง และทำการบันทึกผลการผสมทุกครั้งที่ทำ การผสมปุ๋ย ซึ่งมีผลการผสมดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการผสมปุ๋ยอินทรีย์

น้ำหนักปุ๋ย (กิโลกรัม)	เวลา 5 นาที	ผลการผสม
3	5	ส่วนผสมร่วนซุย
5	5	ส่วนผสมเข้ากันได้ดี
7	5	ส่วนผสมละเอียด
10	5	ส่วนผสมจับตัวเป็นก้อน

จากตารางที่ 1 จากการทดลองแสดงผลการผสมปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 4 ครั้ง ผลการทดลองมีดังนี้
ครั้งที่ 1 จำนวนน้ำหนักปุ๋ย 3 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ส่วนผสมร่วนซุย
ครั้งที่ 2 จำนวนน้ำหนักปุ๋ย 5 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ส่วนผสมเข้ากันได้ดี
ครั้งที่ 3 จำนวนน้ำหนักปุ๋ย 7 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ส่วนผสมละเอียด
ครั้งที่ 4 จำนวนน้ำหนักปุ๋ย 10 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ส่วนผสมจับตัวเป็นก้อน
ดังนั้น การผสมปุ๋ยอินทรีย์ในระยะเวลา 5 นาทีเหมาะสมกับน้ำหนักส่วนผสมจำนวน 5 กิโลกรัม มากที่สุดเพราะส่วนผสมเข้ากันได้ดี ไม่ร่วนซุยเกินไปและไม่จับตัวเป็นก้อน

5.2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้จัดทำได้ใช้แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญที่เป็นอาจารย์ในวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี อ.เมือง จ.เพชรบุรี ซึ่งรายการประเมินดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความ พึงพอใจ
1	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์	5.00	0.00	มากที่สุด
2	ถังผสมมีความแข็งแรง	5.00	0.00	มากที่สุด
3	ขนาดของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์	4.60	0.47	มากที่สุด

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความ พึงพอใจ
4	ความสวยงามของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์	4.00	0	มาก
5	มีสวิตช์ควบคุมอย่างเหมาะสม	4.20	0.57	มาก
6	ถังผสมมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
7	ปุ๋ยที่ผสมออกมามีคุณภาพเหมาะสมกับการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
8	ลดต้นทุนแรงงานคน	4.20	0.57	มาก
9	ลดเวลาในการผสมปุ๋ยอินทรีย์	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม		4.66	0.18	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 แสดงว่าผลการศึกษาคำคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 4.66$, S.D. = 0.18) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมี 5 รายการ คือ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ ($\bar{X} = 5.0$, S.D. = 0.00) ถังผสมมีความแข็งแรง ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) ถังผสมมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) ปุ๋ยที่ผสมออกมามีคุณภาพเหมาะสมกับการใช้งาน ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) และลดเวลาในการผสมปุ๋ยอินทรีย์ ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) ส่วนรายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดมี 2 รายการ คือ มีสวิตช์ควบคุมอย่างเหมาะสม ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.57) และลดต้นทุนแรงงานคน ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.57) โดยผลการประเมินเป็นไปดังภาพที่ 12

5.2.3 ผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ โดยผู้ใช้งาน

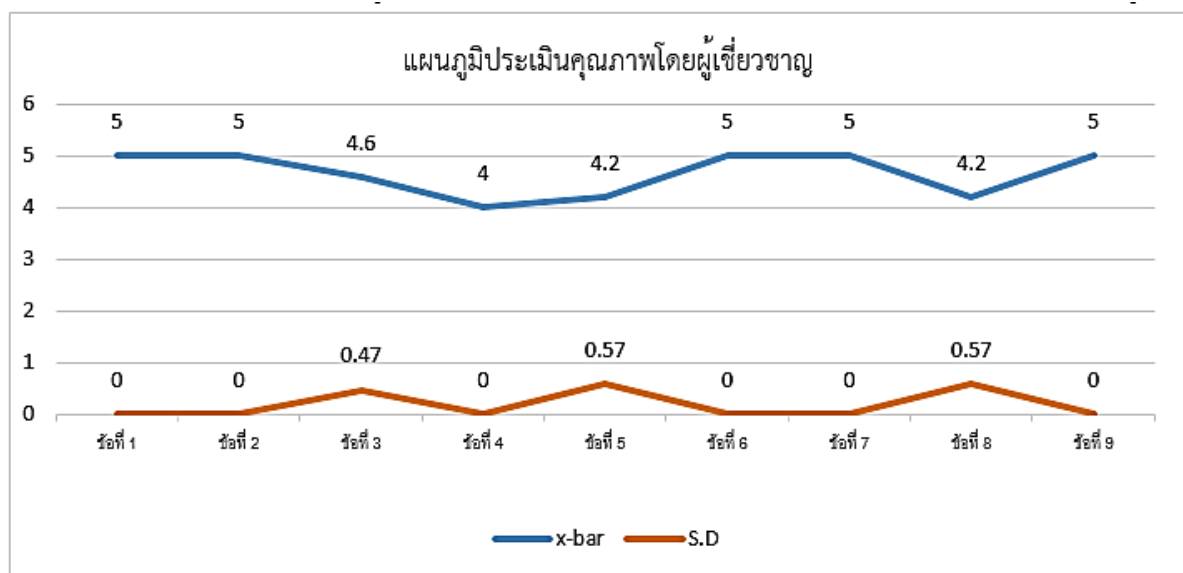
ผู้จัดทำได้ใช้แบบสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกรใน

พื้นที่หมู่ 4 ตำบลช่องสะแก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี
ซึ่งรายการประเมินและสรุปผลประเมินดังตารางที่ 3
ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน
ที่มีต่อเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์

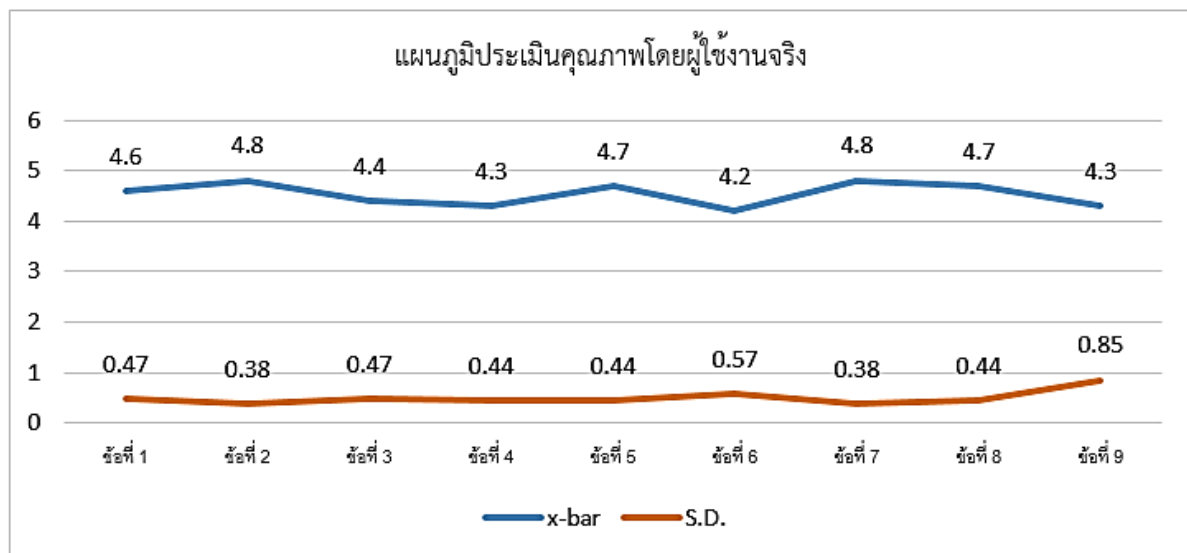
ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความ พึงพอใจ
1	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้าง เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์	4.60	0.47	มากที่สุด
2	ถังผสมมีความแข็งแรง	4.80	0.38	มากที่สุด
3	ขนาดของเครื่องผสมปุ๋ย อินทรีย์	4.40	0.47	มาก
4	ความสวยงามของเครื่อง ผสมปุ๋ยอินทรีย์	4.30	0.40	มาก
5	มีสวิตช์ควบคุมอย่าง เหมาะสม	4.70	0.40	มากที่สุด
6	ถังผสมมีขนาดเหมาะสม กับการใช้งาน	4.20	0.57	มาก
7	ปุ๋ยที่ผสมออกมามีคุณภาพ เหมาะสมกับการใช้งาน	4.80	0.38	มากที่สุด
8	ลดต้นทุนแรงงานคน	4.70	0.44	มากที่สุด

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความ พึงพอใจ
9	ลดเวลาในการผสมปุ๋ย อินทรีย์	4.30	0.85	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.50	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.3 แสดงว่ากลุ่มผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.49) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับ มากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมี 2 รายการคือ ถังผสมมีความแข็งแรง ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.38) และปุ๋ยที่ผสมออกมามีคุณภาพเหมาะสมกับการใช้งาน ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.38) ส่วนรายการที่มีค่าเฉลี่ย ต่ำสุดมี 1 รายการ คือ ลดเวลาในการผสมปุ๋ยอินทรีย์ ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.85) โดยผลการประเมินเป็นไปดังภาพที่ 13



ภาพที่ 12 แสดงผลการศึกษาหาความพึงพอใจในคุณภาพของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์โดยผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ 13 แสดงผลการศึกษาหาความพึงพอใจในคุณภาพของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์โดยผู้ใช้งานจริง

6. สรุปและอภิปรายผล

6.1 สรุปผลวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ ผู้จัดทำได้สร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ขนาด 50 x 90 x 120 เซนติเมตร ใช้มอเตอร์เกียร์ 1 แรงม้าให้ความเร็วรอบ 1335 rpm ใช้อัตราทด 8.9:1 ใช้เฟืองตัวขับจำนวน 14 ฟัน เฟืองตัวตามจำนวน 40 ฟัน จำนวนรอบที่ทดแล้วเท่ากับ 52.5 rpm ในการทดลองผสมปุ๋ยอินทรีย์ครั้งที่ 1 จำนวนน้ำหนักรับ 3 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ลักษณะส่วนผสมร่วนซุยครั้งที่ 2 จำนวนน้ำหนัก 5 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ลักษณะส่วนผสมเข้ากันได้ดีครั้งที่ 3 จำนวนน้ำหนักรับ 7 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ลักษณะส่วนผสมและครั้งที่ 4 จำนวนน้ำหนักรับ 10 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ลักษณะส่วนผสมจับตัวเป็นก้อน ดังนั้นการผสมปุ๋ยอินทรีย์ในระยะเวลา 5 นาทีเหมาะสมกับน้ำหนักรับส่วนผสมจำนวน 5 กิโลกรัมมากที่สุดเพราะลักษณะส่วนผสมเข้ากันได้ดีไม่ร่วนซุยและไม่จับตัวเป็นก้อน ภาพรวมของการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 4.66$, S.D. = 0.18) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับ มาก ที่สุด และโดยภาพของการประเมินจากผู้ใช้งานรวมมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.49) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์

ระดับมากที่สุด สามารถนำไปผสมใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวันเพื่อลดแรงงานคนและประหยัดเวลาในการผสมปุ๋ยแต่ละครั้ง

6.2 อภิปรายผล

การออกแบบและสร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ มีประสิทธิภาพและสามารถใช้งานได้จริงและเป็นที่ยอมรับจากทั้งผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องกลและผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นเกษตรกรในพื้นที่เพาะปลูก โดยประกอบกำลังมอเตอร์ 1 แรงม้าความเร็วรอบ 1335 rpm ในการทดลองผสมปุ๋ยอินทรีย์ในเวลา 5 นาที สามารถรองรับปุ๋ยน้ำหนักรับ 5 กิโลกรัม มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการผสมเพราะเนื้อปุ๋ยมีการเข้ากันได้ดี ไม่ร่วนซุยและจับตัวกันเป็นก้อนมากเกินไป ปุ๋ยที่นำมาทดลองผสมกับเครื่องสามารถนำไปใช้ในงานเกษตรของเกษตรกรรายย่อยได้เป็นอย่างดี โดยไม่จำเป็นต้องผลิตจำนวนมากต่อการผลิตและลดการพึ่งพาปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปจากท้องตลาดที่มีราคาแพงได้ โดยการวิจัยครั้งนี้สามารถเสริมวิธีการคิดและออกแบบให้กับชุมชนการเกษตรของคนไทยที่มีศักยภาพในการปรับแต่งอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับขนาดและการปฏิบัติงานของตนเองได้เป็นอย่างดี โดยการนำเครื่องมือ อุปกรณ์ที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจของ

คนในชุมชนแต่ละภูมิภาคของไทย ซึ่งการผลิตของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์นี้ใช้เวลาใกล้เคียงกับงานวิจัยของถาวร สังข์สุวรรณ [8] ซึ่งได้ทดลองเครื่องผสมอาหารสัตว์เพื่อใช้อัดเม็ดที่ใช้ส่วนผสมในเวลา 3 นาทีใช้น้ำหนักส่วนผสมจำนวน 5 กิโลกรัม ส่วนผสมเข้ากันได้ดีถือว่าส่วนผสมที่มีน้ำหนัก 5 กิโลกรัมเป็นน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุด สอดคล้องกับวิจัยของ อภิชาติ ศรีชาติ และคณะ [9] ได้พัฒนาเครื่องผสมอาหารสัตว์แบบวนอนใบกวน 2 ชั้น โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง ขนาด 2 แรงม้า ถึงผสมขนาด 350 ลิตร ชุดเกลียวผสม เก็บตัวอย่างวัสดุที่ เวลา 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 และ 360 วินาที โดยเปลี่ยนความเร็วรอบของใบกวน 3 ระดับ คือ 6, 12 และ 18 rpm พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่ดีที่สุดคือความเร็วรอบ 18 rpm. ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายคือ 28.6% ที่เวลา 210 วินาที สอดคล้องกับงานวิจัยของ วันรัฐ อับดุลลาฮาซิม และคณะ [10] ซึ่งได้พัฒนาและทดสอบสมรรถนะเครื่องต้นแบบเครื่องผสมวัสดุปลูกและบรรจุกระถางสำหรับการผลิตพืชโรงเรือนเป็นการออกแบบมีการทำงานเป็นแบบกะ มีปริมาตรบรรจุของถึงผสม 0.5 ลบ.ม. ใช้ใบกวนแบบใบพาย หมุนด้วยความเร็วรอบ 36 รอบ/นาที กำลังขับ 1.63 กิโลวัตต์ พบว่าเครื่องผสมมีอัตราเร็วในการผสมเข้ากันได้ดีในเวลา 2 นาที และจะผสมเข้ากันได้ดีที่สุดภายในเวลา 5 นาที ได้ค่าสัมประสิทธิ์การผันแปรต่ำสุดเท่ากับ 11.06% โดยสรุปการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปในการวิจัยครั้งนี้มีคุณภาพใกล้เคียงกับงานวิจัยที่สืบค้นโดยมีต้นทุนต่ำสามารถผลิตได้ในปริมาณที่เหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อย และมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับงานวิจัยของพิณิจ จีระศกุล และคณะ [11] ซึ่งได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอัตโนมัติตามการวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย การผสมควรมีการเลือกชนิดแม่ปุ๋ยที่มีขนาดใกล้เคียงกัน จะช่วยให้การผสมเป็นไปได้อย่างสม่ำเสมอและลดอิทธิพลจากการแยกตัวของขนาดปุ๋ย โดยปริมาณ

การผสมไม่ส่งผลต่อสัดส่วนปริมาณธาตุอาหารในแต่ละช่วงของการบรรจุ ซึ่งในการผสมปุ๋ยเพื่อการบรรจุสำหรับกลุ่มเกษตรกรควรมีพิกัดความคลาดเคลื่อน +4% เพื่อให้ปุ๋ยที่ผ่านการผสมและทำการสุ่มตรวจอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตาม พรบ.ปุ๋ย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Abdul Hadi Ishak และคณะ [12] การพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ที่ปรับปรุงใหม่โดยอาศัยเทคโนโลยีสามารถลดภาระงานและต้นทุนแรงงานให้มากขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผสมปุ๋ยอินทรีย์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yang Niu และคณะ [13] ที่ได้ออกแบบและทดสอบอุปกรณ์ผสมและคลุกดินด้วยปุ๋ยหมักแบบผสมกันสำหรับเครื่องใส่ปุ๋ยหมัก โดยดำเนินการทดสอบจำลององค์ประกอบแยกส่วนโดยใช้ความเร็วรอบของใบมีดตัดและสว่าน และมุมเบี่ยงเบนของตัวแบ่งดินเป็นปัจจัย ตลอดจนความสม่ำเสมอของการผสมและปุ๋ยหมักแบบผสมดินและการคลุกดินเป็นดัชนีในการประเมิน ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อความเร็วรอบ ความเร็วของเครื่องกวน และมุมเบี่ยงเบนของเครื่องแยกดินอยู่ที่ 140 รอบต่อนาที 146 รอบต่อนาที และ 22° ความสม่ำเสมอของการผสมและความสม่ำเสมอของการคลุกดินสูงที่สุด ซึ่งอยู่ที่ 88.35% และ 96.86% ตามลำดับ

7. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ ผู้จัดทำได้ดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้และมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ใช้งาน

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์

7.1.1 ควรออกแบบพวงมาลัยหมุนถังผสมรูปแบบใหม่ เพื่อให้หมุนถังผสมง่ายขึ้นและเร็วขึ้น

7.1.2 ควรเพิ่มขนาดความหนาของถังผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป เพื่อให้มีความแข็งแรงและทนต่อการใช้งาน

7.1.3 ควรออกแบบที่ล้อคพวงมาลัยให้แน่นขึ้น เพื่อป้องกันไม่ให้พวงมาลัยขยับหรือให้ตัวได้ขณะผสมปุ๋ย อินทรีย์สำเร็จรูป

7.1.4 ควรออกแบบใบผสมให้มีความแข็งแรง และเพิ่มจำนวนใบผสมเพื่อให้ผสมได้เร็วมากยิ่งขึ้น

7.1.5 ควรมีการปิดช่องทางปากถังผสมด้านบน เพื่อป้องกันการกระเด็นของส่วนผสมและฝุ่นละออง

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

7.2.1 เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ สามารถพัฒนาให้ผสมปุ๋ยอินทรีย์ได้เป็นจำนวนมาก มีความสมดุล และลดแรงคนในการผสมปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มขึ้นได้โดยการพัฒนาขนาดและกำลังขับเคลื่อนเพิ่มขึ้น

7.2.2 พวงมาลัยหมุนของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ ปฏิบัติได้ยากเพราะมอเตอร์มีความหนัก ทำให้การผสมช้าลง จึงควรมีแนวทางในการปรับแรงทดในการลดน้ำหนักของมอเตอร์ให้เบายิ่งขึ้น

7.2.3 ควรมีการพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติ และการเพิ่มกำลังการผลิต

7.2.4 ควรมีการนำวิธีการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือการเกษตรและการส่งเสริมการผลิตของเกษตรกรให้เป็นไปตามนโยบาย BCG Model และแผนพัฒนาการเกษตรของประเทศ

8. กิตติกรรมประกาศ

โครงการเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ จัดทำเพื่อทำการผสมปุ๋ยอินทรีย์จำนวนมากให้กับเกษตรกรที่มีพื้นที่ ในการเพาะปลูกจำนวนมากเพื่อเป็นการประหยัดเวลาและค่าแรงในการผสมปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละครั้งได้จำนวนมาก ทั้งนี้ต้องขอขอบคุณคุณ คณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการจัดทำโครงการนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอบคุณเพื่อนครูวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี ที่ให้การวิจารณ์โครงการนี้จนเกิดความสมบูรณ์ในข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้

โครงการนี้ถูกต้องและเกิดรูปลักษณ์ที่สวยงามขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Bangkok Business. 2023. *The Department of Agriculture indicates that the trend of chemical fertilizer prices continues to decrease*. [Online]. Available: <https://www.bangkokbiznews.com/business/economic/1066140>. Accessed 3 August 2024. (in Thai)
- [2] Phetchaburi Provincial Commerce Office. 2024. *Phetchaburi Provincial Commerce Office visits the area to monitor the price situation of chemical fertilizers in Ban Lat District, Kaeng Krachan District, and Tha Yang District, Phetchaburi Province*. [Online]. Available: <https://phetchaburi.moc.go.th/th/content/category/detail/id/161/iid/56915>. Accessed 10 August 2024. (in Thai)
- [3] Sritongtem, T. 2023. *Chemical Fertilizer Business*. [Online]. Available: <https://www.lhbank.co.th/getattachment/5416c24b-11a1-4a22-8643-8d6119612814/economic-analysis-Industry-Outlook-2023-Fertilizer>. Accessed 10 August 2024. (in Thai)
- [4] Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2024. *PDRC promotes farmers to produce organic fertilizers, increase productivity, and generate income*. [Online]. Available: <https://www.moac.go.th/news-preview-461391793899>. Accessed 3 August 2024. (in Thai)

- [5] Attanant, T. 2007. “*Site-specific plant nutrient management for sustainable crop production (rice and sugarcane),*” Research Report. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- [6] Department of Agricultural Extension, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2023. *Annual Action Plan 2024 of the Department of Agricultural Extension*. Bangkok: Department of Agricultural Extension. (in Thai)
- [7] Srisat, B. 2002. *Preliminary research*. 7th ed. Bangkok: Suwiryasan. (in Thai)
- [8] Sangsuwan, T. 2016. “*Prototype for producing pelletized animal feed,*” Research Report. Narathiwat: Narathiwat Rajabhat University. (in Thai)
- [9] Srichat, A., Kaewka, W., & Hongthong, K. 2019. “Development of a horizontal animal feed mixer with two-layer agitator,” *Farm Engineering and Automation Technology Journal*. 5(2), pp. 38-48. (in Thai)
- [10] Abdullakasim, W., Inprasit, C., & Moyadee, W. 2022. “Development and performance test of a prototype of a growing substrate mixing and pot filling machine for greenhouse crops production,” *Khon Kaen Agriculture Journal*. 50(5): pp. 1327-1341. (in Thai)
- [11] Jirakkakul, P., and et al. 2016. “*Design and Development of Automatic Fertilizer Mixer using Soil Analysis for Sugar Cane,*” Research report. Bangkok: Department of Agriculture.
- [12] Ishak, A.H., and et al. 2023. “Autonomous Fertilizer Mixer Through the Internet of Things (IoT),” *Materials Today: Proceedings*. 81(2): pp. 295-301.
- [13] Niu, Y., and et al. 2023. “Design and Test of Soil–Fertilizer Collision Mixing and Mulching Device for Manure Deep Application Machine,” *Agriculture*. 13(3): pp. 709. <https://doi.org/10.3390/agriculture1303070>