

การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว

อริรัช ลิ้ตระกูล¹ จิระศักดิ์ พิศเพ็ง² วิชัย แหวนเพชร³ และอัษฎา วรรณกายนต์^{4*}
คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์^{1 2}

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา³
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{4*}
อีเมล : asada2518@hotmail.com^{4*}

วันที่รับบทความ 22 กุมภาพันธ์ 2567

วันแก้ไขบทความ 22 เมษายน 2567

วันที่ตอบรับบทความ 25 เมษายน 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้าง 2) ทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าว เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เครื่องสับฟางข้าว, ตารางทดสอบประสิทธิภาพและแบบประเมินคุณภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องสับฟางข้าวให้มีอัตราการสับที่ทำให้ฟางข้าวมีขนาดเล็กลง จากนั้นนำไปทดสอบประสิทธิภาพและประเมินคุณภาพเครื่องจากผู้เชี่ยวชาญ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ร้อยละ, ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย 1) ได้เครื่องจักรกลการเกษตร ที่มีขนาดกว้าง 70 เซนติเมตร X ยาว 130 เซนติเมตร X สูง 150 เซนติเมตร ประกอบด้วย โครงสร้างเครื่อง, ชุดส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส กำลัง 3 แรงม้า ชุดใบมีดสับ จำนวน 3 ชุดๆ ละ 3 ใบ ติดอยู่กับเพลากลมทำมุม 120 องศา หมุนตัดด้วยความเร็ว 1,400 รอบต่อนาที ชุดตะแกรงร่อน ขนาด 2 มิลลิเมตร สามารถดำเนินการสับฟางข้าวให้มีขนาดเล็กลง เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เช่น การผลิตปุ๋ยอินทรีย์หรือการเลี้ยงสัตว์ 2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว โดยทดสอบการสับฟางข้าวที่ น้ำหนัก 5, 10 และ 15 กิโลกรัม (ทดสอบอย่างละ 5 ครั้ง) พบว่า น้ำหนักฟางข้าวหลังการทดสอบเฉลี่ยเท่ากับ 4.72, 8.91 และ 12.93 กิโลกรัม น้ำหนักฟางข้าวที่สูญเสียเฉลี่ยเท่ากับ 0.28, 1.09 และ 2.07 กิโลกรัม ใช้เวลาในการสับฟางข้าวเฉลี่ยเท่ากับ 19.95, 39.55 และ 59.21 นาที ความยาวฟางข้าวหลังสับเฉลี่ยเท่ากับ 1.85, 1.98 และ 1.99 เซนติเมตร และประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าวเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 94.36, 89.08 และ 86.20 ตามลำดับ และ 3) ผลการประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าวจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ความคิดเห็นในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.45)

คำสำคัญ : เครื่องจักรกลการเกษตร, สับฟางข้าว, เครื่องสับฟางข้าว

Creation and Testing The Efficiency of The Rice Straw Chopper

Athiratch Leetrakool¹, Jeerasak Pitpeng², Wichai Vanpetch³, and Asada Wannakayont^{4*}

Faculty of Agriculture and Technology Rajamangala University of Technology Isan

Surin Campus^{1,2}

Nakornsrihammarat Rajabhat University³

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

Email: asada2518@hotmail.com^{4*}

Received 22 February 2024

Revised 22 April 2024

Accepted 25 April 2024

Abstract

This research aimed to 1) develop, 2) test the efficiency, and evaluate the quality of a rice straw chopper. The research tools included the rice straw chopper, a performance testing table, and an quality assessment questionnaire. Researchers designed and built the rice straw chopper to reduce its size, then tested its performance and assessed its quality with expert. The statistical used included percentages, averages, and standard deviations.

The research yielded the following results: 1) The agricultural machinery obtained had dimensions of 70 centimeters in width, 130 centimeters in length, and 150 centimeters in height. It comprised a machine structure, a three-phase electric motor with 3 horsepower, and three sets of blades, each with three blades attached to a rotating disk at a 120-degree angle, rotating at 1,400 revolutions per minute. The sieve set size was 2 millimeters, capable of reducing rice straw to smaller sizes for agricultural purposes such as organic fertilizer production or animal feed. 2) Performance testing results indicated that for rice straw weights of 5, 10, and 15 kilograms (tested five times each), the average weights after testing were 4.72, 8.91, and 12.93 kilograms, respectively. The average weight loss of rice straw was 0.28, 1.09, and 2.07 kilograms, respectively. The average time taken to chop rice straw was 19.95, 39.55, and 59.21 minutes, respectively. The average length of rice straw was 1.85, 1.98, and 1.99 centimeters, respectively, and the average efficiency of the rice straw chopper was 94.36%, 89.08%, and 86.20%, respectively. and 3) Quality evaluation results from expert assessments indicated an overall rating at a very high level (mean = 4.70, S.D. = 0.45).

Keywords : Agricultural machinery; Chop rice straw; Rice straw chopper

1. บทนำ

ทั่วโลกได้รับรู้ว่าประเทศไทยเป็นแหล่งอู่น้ำที่สำคัญของโลกอีกแห่งหนึ่งมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันข้าวไทยเป็นอาหารหลักของคนไทยมาอย่างช้านาน ข้าวจึงเป็นพืชที่มีการเพาะปลูกมากกว่าพืชชนิดอื่น ๆ ในประเทศ (กรมฝนหลวงและการบินเกษตร. 2562) การเก็บเกี่ยวข้าวอยู่ในช่วงหลังจากข้าวออกดอกประมาณ 30 วัน หรือ เมื่อต้นข้าวมีอายุประมาณ 90 วัน โดยสังเกตจากเมล็ดในรวงข้าวส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นสีฟาง (กองศึกษาและขยายผลการพัฒนาตามแนวพระราชดำริ. 2562)

หลังการเก็บเกี่ยวข้าวนาปีจะมีฟางข้าวที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวจำนวนมากในพื้นที่การเกษตร ซึ่งหากเกษตรกรปล่อยทิ้งไว้ฟางข้าวก็จะย่อยสลายกลายเป็นอินทรีย์วัตถุเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้แก่ดิน นอกจากนี้ฟางข้าวยังสามารถนำมาทำอาหารสัตว์ เช่น การอัดก้อนและการหมักโดยวิธีต่างๆ เพื่อลดต้นทุนในการผลิตให้กับเกษตรกร อีกทั้งยังเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มจากการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2560) ฟางข้าวเหล่านี้ถือเป็นผลพลอยได้ทางการเกษตรจากนาข้าวที่มีประโยชน์ในหลายด้านและใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญสำหรับการผลิตทางเกษตรอื่นๆ โดยองค์ประกอบของฟางข้าวประกอบไปด้วยเนื้อเซลล์ 21%, ผนังเซลล์ 79%, เซลลูโลส 33%, เฮมิเซลลูโลส 26%, ลิกนิน 7% และซิลิกา 13% (มูลนิธิเกษตรรักษาสีงแวดล้อม (ประเทศไทย). 2561) การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของฟางข้าวมีหลากหลายวิธี ทั้งวิธีทางเคมี ทางกายภาพ และชีวภาพ แต่วิธีที่เป็นที่นิยมในประเทศไทยคือวิธีทางเคมีคือการใช้ยูเรียปรุงแต่งฟางข้าวซึ่งสามารถเพิ่มโปรตีนและการย่อยได้ การปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการเคมีร่วมกับวิธีการทางกายภาพอาจเพิ่มโอกาสในการใช้ประโยชน์จากฟางข้าวได้มากขึ้น โดยวิธีการทางกายภาพที่ง่ายในเชิงปฏิบัติได้แก่ การสับฟางข้าว ให้มีขนาดสั้นลงเพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวซึ่งอาจทำให้จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายส่วนของผนังเซลล์สามารถเข้าย่อยฟางข้าวได้ดีขึ้น (ณรงมล เล่าห์รอดพันธ์ และคณะ. 2562) ดังนั้น การลดขนาดหรือสับให้ฟางข้าวมีขนาดสั้นลงจึงเป็นการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพเพื่อให้ฟางข้าวสามารถนำไปใช้งานในหลาย ๆ กระบวนการต่อไป เช่น การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ การเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องเกี่ยวกับเครื่องตัดฟางข้าวของ ปณณวิชญ์ ทองคำ จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ รุ่งเรือง กาลศิริ และ ศิลป์สุนัน ปานสาครม (2565) มีผลการวิจัยว่า มุมใบมีดและความเร็วรอบของใบมีดที่มีความสามารถในการทำงานที่ดีที่สุดคือ มุมใบมีดที่ 65 องศา และความเร็วรอบของใบมีดที่ 7.80 เมตรต่อวินาที โดยรวมแล้วงานวิจัยดังกล่าวมีข้อดีในการช่วยลดระยะเวลาและแรงงานในการตัดฟางข้าว และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกระดาษจากฟางข้าว อย่างไรก็ตามควรมีการพิจารณาค่าใช้จ่ายในการพัฒนาและบำรุงรักษาเครื่องตัดฟางข้าวเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับเครื่องตัดสับสำหรับลดขนาดทางกายภาพฟางและต่อซึ่งข้าวแบบลากจูงของ ไพโรจน์ นะเทียง, จันทรเพ็ญ ชุมแสง และ กันต์ อินทวงศ์ (2561) มีผลการวิจัยว่า มุมใบมีดเท่ากับ 38 องศา และความเร็วรอบของใบมีดเท่ากับ 1,800 รอบต่อวินาที โดยรวมแล้วงานวิจัยดังกล่าว มีข้อดีของเครื่องรวมถึงความสามารถในการลดขนาดทางกายภาพฟางข้าวและต่อซึ่งข้าวอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ควรมีการพิจารณาถึงความซับซ้อนในการดูแลรักษาและบำรุงรักษาเครื่องตัดสับอาจต้องใช้เวลาและความพยายามมาก งานวิจัยทั้งสองมีข้อดีในการช่วยลดขนาด ลดระยะเวลาและแรงงานในการตัดสับฟางข้าว อย่างไรก็ตาม ควรมีการพิจารณาค่าใช้จ่ายในการสร้างและความซับซ้อนในการดูแลรักษาเครื่องตัดฟางข้าวหรือเครื่องตัดสับเพื่อให้เครื่องสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการใช้งาน

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องสับฟางข้าวที่เป็นเครื่องจักรกลการเกษตรที่สามารถนำไปใช้สับฟางข้าวให้มีขนาดเล็กลง โดยการออกแบบใบมีดเป็นตัวตัด ซึ่งใบมีดจะถูกออกแบบมาให้เหมาะสมกับการตัดฟางข้าว กำหนดความเร็วรอบของใบมีดที่พอดีกับความเร็วรอบของเครื่องและค่าใช้จ่ายเพื่อให้เกษตรกรสามารถเข้าถึง รวมถึงการดูแลรักษาเครื่องให้สามารถทำได้ง่าย เช่น การทำความสะอาด การบำรุงรักษา เป็นต้น โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษหรือความชำนาญเฉพาะในการทำทำความสะอาดและการบำรุงรักษา เหมาะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เช่น นำไปใช้เป็นวัสดุรองพื้นเล้าไก่ช่วยให้ไก่มีที่อยู่ที่เหมาะสม ลดปัญหาการเกิดโรค สามารถ

นำไปใช้เป็นวัสดุคลุมดินช่วยรักษาความชื้นในดิน ป้องกันการกัดเซาะของหน้าดินและช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีนำไปเป็นวัสดุผสมทำปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินเพิ่มธาตุอาหารในดินและให้พืชดูดซึมสารอาหารได้ดี โดยเครื่องสับฟางข้าวที่สร้างขึ้นจะเป็นเครื่องจักรที่มีประโยชน์ต่อเกษตรกรให้สามารถจัดการฟางข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ที่สามารถส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากฟางข้าวและช่วยลดปัญหามลพิษทางอากาศด้วย

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อสร้างเครื่องสับฟางข้าว
- 2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าว

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย

- 3.1.1 เครื่องสับฟางข้าว
- 3.1.2 ตารางทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว
- 3.1.3 แบบประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าว

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องสับฟางข้าว ผู้วิจัยได้นำกระบวนการเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการสร้างเครื่องสับฟางข้าว โดยมีขั้นตอนดังนี้ (สาขาการออกแบบและเทคโนโลยี, 2567)

1) กำหนดปัญหา (Identification the Problem) ผู้วิจัยได้ทราบปัญหาของเกษตรกรที่ปลูกข้าว โดยพบปัญหาการเผาฟางข้าวและตอซังข้าวหลังจากฤดูการเก็บเกี่ยว ซึ่งเกษตรกรจะเผชิญกับปัญหาฟางข้าวและตอซังข้าวจำนวนมาก เกษตรกรส่วนใหญ่เลือกที่จะเผาฟางข้าวเพื่อเตรียมดินสำหรับฤดูทำนาถัดไปแนวทางนี้ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ฝุ่นละออง PM 2.5 ส่งผลร้ายต่อสุขภาพของทั้งเกษตรกรและประชาชนทั่วไป การเผาฟางข้าวสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหลายประการ เช่น มลพิษทางอากาศ, การสูญเสียอินทรีย์วัตถุในดินและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น ดังนั้น การส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากฟางข้าว โดยให้เกษตรกรนำฟางข้าวไปใช้ประโยชน์อื่น เช่น ผลิตปุ๋ยหมักอาหารสัตว์ วัสดุเพาะเห็ด โดยการพัฒนาเทคโนโลยี หรือสร้างเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อนำไปใช้ในการจัดการฟางข้าวที่มีประสิทธิภาพอันจะช่วยลดมลพิษทางอากาศ ส่งเสริมการเกษตรอินทรีย์และสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร

2) การรวบรวมข้อมูล (Collection Data) การรวบรวมข้อมูลในการออกแบบและสร้างเครื่องสับฟางข้าว ผู้วิจัยได้รวบรวมปัญหาที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของเกษตรกรที่ปลูกข้าว โดยพบปัญหาการเผาฟางข้าวและ ตอซังข้าวหลังจากฤดูการเก็บเกี่ยว ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องสับ เครื่องตัด ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้งาน การใช้งาน เป็นต้น ดังนั้น การสร้างเครื่องสับฟางข้าวขึ้นมาจึงเป็นแนวทางแก้ไขปัญหที่ช่วยลดการเผาฟางข้าวเพื่อที่จะเปลี่ยนฟางข้าวที่เหลือทิ้งให้สามารถนำกลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อไป

3) เลือกวิธีการ (Selection to the Method) ในการเลือกวิธีการผู้วิจัยได้เลือกวิธีการสร้างเครื่องจักรกลการเกษตรขึ้นมาเพื่อใช้ทุนแรงและอำนวยความสะดวกให้กับเกษตรกรในการสับฟางข้าวให้มีขนาดเล็กลงตามที่ต้องการเพื่อนำฟางข้าวไปใช้ให้เกิดประโยชน์ทางการเกษตรต่อไป

4) ออกแบบและปฏิบัติการ (Design and Operation) ในการออกแบบและสร้างเครื่องสับฟางข้าวมีขั้นตอนในการดำเนินการโดยเริ่มจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตร เครื่องสับ เครื่องตัดต่างๆ โดยมีขั้นตอนออกแบบและสร้าง ดังต่อไปนี้

(1) การร่างแบบ (Sketch)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการร่างแบบโดยใช้ดินสอร่างแบบเครื่องต้นแบบที่ต้องการโดยกำหนดรายละเอียดคร่าวๆ ถึงโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องต้นแบบ

(2) การออกแบบ (Design)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบเครื่องสับฟางข้าว โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. โครงสร้าง : ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (St-37) มีความแข็งแรง ทนทาน สามารถนำไปสร้างเครื่องจักรหรือโครงสร้างต่างๆ สามารถรองรับน้ำหนักได้ 3,700 นิวตันต่อตารางเมตรเหมาะสมต่อการใช้งานในสภาวะที่ต้องรับแรงกดและแรงยืดอย่างต่อเนื่อง ใช้วิธีการเชื่อมโครงสร้างของเครื่องตามหลักการทางวิศวกรรม

ข. ชุดการป้องกันวัสดุ : ทำการออกแบบให้สามารถป้องกันฟางข้าวเข้าสู่เครื่องได้อย่างต่อเนื่องด้วยความปลอดภัย รวมถึงมีการควบคุมการป้องกันวัสดุที่มีความเสถียรของการป้องกันด้วยความเร็วที่พอเหมาะสมควรเพื่อป้องกันการติดขัดและอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น

ค. ระบบส่งกำลัง : ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 3 แรงม้า เนื่องจากมีกำลังแรงม้าที่เพียงพอในการขับเคลื่อนชุดใบมีดสับฟางข้าว ซึ่งจะช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องและชุดใบมีดสับฟางข้าวในระยะยาวและทำให้เครื่องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

ง. ชุดใบมีดสับ : ออกแบบชุดใบมีดสับเป็นเล่มตรงแบนขนาดกว้าง 2 ซม. X ยาว 10 ซม. X หนา 4 มม. จำนวน 3 ชุดๆ ละ 3 ใบ มีการติดตั้งให้แนบกับเพลากลมโดยมีมุมตั้งอยู่ที่ 120 องศา เพื่อให้ได้ขนาดของฟางข้าวที่ต้องการในช่วง 1.5-2.0 มม.

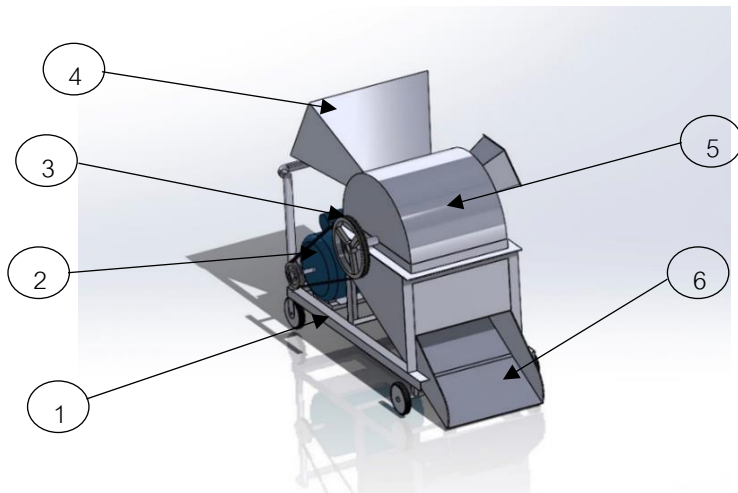
จ. พูลเลย์และสายพาน : คำนวณจากสูตรพื้นฐานคือ $n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$ ใช้สายพานร่องวี (V-Belt) คู่กับพูลเลย์ร่องวี ขนาด A - 40 เพื่อให้มีความยืดหยุ่นที่ดีและสามารถโอนกำลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในความเร็วรอบที่เหมาะสมในการสับฟางข้าวให้ละเอียดตามความต้องการที่ได้ออกแบบไว้คืออยู่ที่ 1,400 รอบ/นาที

ฉ. ตะแกรงร่อน : ออกแบบให้ได้ขนาดของฟางที่ต้องการ ในช่วง 1.5-2.0 มม. เพื่อช่วยให้ได้ฟางข้าวที่มีขนาดตรงตามความต้องการทำให้สามารถนำไปใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ หรืออาหารสัตว์หรืองานอื่นๆ ได้

ช. ฝาครอบเครื่อง : ออกแบบเพื่อป้องกันการกระเด็นหรือสะเก็ดของวัสดุภายในเครื่องมีการใส่ระบบปิด-เปิดที่สะดวกในการใช้งานและให้มีการระบายอากาศเพื่อป้องกันการสะสมความร้อนภายในเครื่อง

ซ. ถาดคายวัตถุดิบ : ออกแบบให้มีความสัมพันธ์กับระบบป้องกันวัสดุให้มีความง่ายต่อการทำความสะอาดและบำรุงรักษา

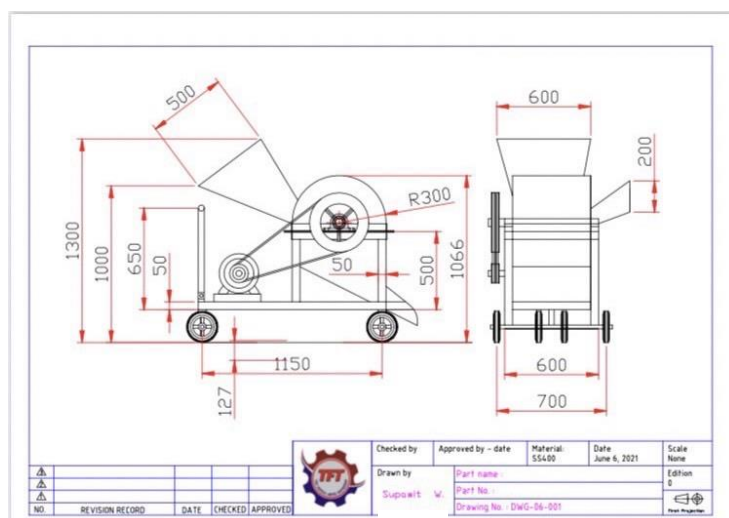
และผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียนแบบและกำหนดสัดส่วนโครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องต้นแบบโดยใช้โปรแกรม Solid work ในการเขียนแบบทางด้านวิศวกรรม



รูปที่ 1 การออกแบบเครื่องสับฟางข้าว โดยการใช้โปรแกรม Solid work

รายละเอียดส่วนประกอบของเครื่องสับฟางข้าว

1. โครงสร้างเครื่อง (Machine Frame)
2. มอเตอร์ (Motor)
3. พูลเลย์ และสายพาน (Pulley and Belt)
4. กรวยป้อนวัตถุดิบ (Feed Hopper)
5. ฝาครอบเครื่อง (Cover)
6. ถาดคายวัตถุดิบ (Discharge Tray)



รูปที่ 2 การกำหนดสัดส่วนโครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องต้นแบบ

(3) การสร้างและประกอบ (Making and Assembly)

ผู้วิจัยได้นำแบบที่ได้จากการออกแบบมาทำการกำหนดวัสดุประมาณการจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์เพื่อทำการประกอบชิ้นส่วนตามแบบที่ได้ออกแบบไว้จากนั้นดำเนินการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกันตามที่ได้ออกแบบไว้

5) ทดสอบ (Test)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบเครื่องสับฟางข้าวโดยการทดสอบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) ทดสอบเครื่องแบบไม่มีภาระโหลดเพื่อตรวจสอบเครื่องสับฟางข้าวว่ามีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุงแก้ไข โดยการทดสอบเดินเครื่องใช้เวลา 8-12 ชั่วโมง/วัน ระยะเวลา 7 วัน

(2) ทดสอบเครื่องแบบมีภาระโหลดตามที่กำหนด (รายละเอียดแสดงในขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย)

6) ปรับปรุงแก้ไข (Improvement)

ในส่วนของการปรับปรุงแก้ไขเครื่องสับฟางข้าว ผู้วิจัยได้นำผลของการทดสอบในกรณีที่มีข้อผิดพลาดมาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้เครื่องสับฟางข้าวสามารถทำงานได้ โดยเปลี่ยนระบบไฟฟ้าแบบ 1 เฟสเป็นระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส เพื่อให้เครื่องทำการทดสอบได้ต่อเนื่องไม่เกิดการทริปและทำให้มอเตอร์มีอายุการใช้งานที่ดีขึ้น, เปลี่ยนเบรกเกอร์ที่มีค่ากระแสที่มีความเหมาะสมกับการทำงานร่วมกับมอเตอร์ระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส จะทำให้เครื่องสับฟางข้าวสามารถควบคุมความเร็วในการสับฟางข้าวจากเครื่องสับได้อย่างเหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

7) ประเมินผล (Evaluate)

ในส่วนของการประเมินผลของเครื่องสับฟางข้าวที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้นำเครื่องสับฟางข้าวที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานมาดำเนินการประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าวจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดความมั่นใจในประสิทธิภาพและความเชื่อถือในการใช้งานของเครื่องสับฟางข้าว

3.2.2 การสร้างตารางทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลองการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อนำมาเป็นกรอบในการกำหนดการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว

2) สร้างตารางการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าวฉบับร่างให้ครอบคลุมประสิทธิภาพการทำงานของ เครื่อง ได้แก่ ปริมาณฟางข้าวก่อน-หลัง, ความยาวของฟางข้าว, เวลาที่ใช้ และน้ำหนักที่สูญเสีย รวมถึงประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว

3) นำตารางการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าวฉบับร่างเสนอต่อที่ปรึกษางานวิจัยพิจารณาความเหมาะสมในการทดสอบและรับฟังข้อเสนอแนะจากที่ปรึกษางานวิจัยเพื่อนำกลับมาปรับปรุงแก้ไข

4) นำตารางการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าวฉบับร่างกลับมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของที่ปรึกษางานวิจัย

5) นำตารางการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าวฉบับร่างไปจัดพิมพ์เป็นตารางการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าวฉบับสมบูรณ์ต่อไป

3.2.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าว

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินเครื่องมือ เครื่องจักรกลเกษตร หลักการสร้างแบบสอบถาม การประเมินคุณภาพเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มากำหนดประเด็นข้อคำถามให้ครอบคลุมการประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าว

2) ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าวฉบับร่างให้ครอบคลุมประเด็นต่างๆ เช่น การออกแบบ, การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์, การใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่อง เป็นต้น

3) นำแบบประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าวฉบับร่างเสนอต่อที่ปรึกษางานวิจัยพิจารณาประเด็น ข้อคำถามและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำกลับมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปจัดพิมพ์เป็นแบบประเมินคุณภาพฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในวิจัยต่อไป

3.3 วิธีการดำเนินวิจัย

3.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว มีวิธีการดำเนินการดังนี้

1) เตรียมอุปกรณ์ในการทดสอบร่วมกับเครื่องสับฟางข้าว ประกอบด้วย ฟางข้าว, ตาซัง, นาฬิกาจับเวลา, เครื่องมือวัด (เวอร์เนียร์คาลิเปอร์), กาละมัง, เหล็กตักฟาง และกระสอบ

2) ตรวจสอบความเรียบร้อยและความพร้อมของเครื่องสับฟางข้าว และอุปกรณ์ต่างๆ

3) ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าวในการสับฟางข้าวที่น้ำหนักฟางข้าว 5, 10 และ 15 กิโลกรัม (ทดสอบจำนวน 5 ครั้ง) โดยจากการออกแบบจะประเมินประสิทธิภาพของเครื่องสับฟางข้าวที่ร้อยละ 80 - 100

4) ชั่งน้ำหนักฟางข้าว ก่อนการทดสอบที่ 5, 10 และ 15 กิโลกรัม วัดความยาวฟางข้าวก่อนสับเฉลี่ย 30 เซนติเมตร เดินเครื่องสับฟางข้าว ฟ่อนฟางข้าวเข้าที่กรวยป้อนวัตถุดิบ ทำการจับเวลา การทดสอบในแต่ละครั้งนำฟางข้าวใส่ลงในปากกรวยป้อนวัตถุดิบจนหมด นำกะละมังมารองรับเศษฟางข้าว โดยเมื่อฟางข้าวถูกสับจะออกมาทางด้านลาดคายวัตถุดิบลงในกะละมัง จากนั้นจดบันทึกเวลาในการทดสอบนำเศษฟางข้าวที่ได้จากการสับมาบรรจุกระสอบแล้วนำไปชั่งน้ำหนักที่ตาซัง จดบันทึกค่าน้ำหนัก และทำการวัดความยาวฟางข้าวหลังสับด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์



รูปที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว

5) บันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพลงในตารางการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว

6) คำนวณหาประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว

3.3.2 การประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าว มีวิธีการดำเนินการดังนี้

1) ดำเนินการติดต่อประสานงานผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านทางด้านเครื่องจักรกลเกษตร ด้านระบบไฟฟ้า ด้านการเลี้ยงสัตว์หรือปศุสัตว์ และด้านเทคโนโลยีการเกษตร โดยพิจารณาที่มีประสบการณ์ ในการทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปี เพื่อประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าว

2) ผู้วิจัยนัดวัน เวลา และสถานที่ในการประเมินคุณภาพ

3) การประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าวโดยเริ่มจากการแนะนำตนเองชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ แนะนำเครื่อง การใช้งานเครื่องสับฟางข้าวและทดสอบการใช้งานเครื่องสับฟางข้าว

4) ผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญทดลองการใช้งานเครื่องสับฟางข้าว

5) ผู้วิจัยแจกแบบประเมินคุณภาพให้ผู้เชี่ยวชาญ

6) ผู้เชี่ยวชาญดำเนินการประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าว

3.3.3 ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพและการประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าวมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

การวิเคราะห์และเกณฑ์การประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าวเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (สุมาลี จันทรชลอ. 2542 : 217-218)

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 ค่าร้อยละ

3.5.2 ค่าเฉลี่ย (ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2549: 153)

3.5.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2549: 167-168)

4. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการสร้างเครื่องสับฟางข้าว ได้เครื่องจักรกลการเกษตรที่มีความสามารถในการทนแรงและเพิ่มความเสถียรสบายให้กับเกษตรกรโดยสามารถดำเนินการสับฟางข้าวให้มีขนาดเล็กลงเพื่อนำไปใช้ใน ประโยชน์ทางการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การผลิตปุ๋ยอินทรีย์หรือการเลี้ยงสัตว์ เครื่องสับฟางข้าวมีขนาดกว้าง 70 ซม. X ยาว 130 ซม. X สูง 150 ซม. ประกอบไปด้วยโครงสร้างเครื่อง, ชุดการป้อนวัสดุ, ระบบส่งกำลังด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 3 แรงม้า, ชุดควบคุมการทำงานเพื่อความปลอดภัย, ชุดใบมีดสับ มีคมตัดเป็นเล่มตรงแบนขนาดกว้าง 2 ซม. X ยาว 10 ซม. X หนา 4 มม. จำนวน 3 ชุด ๆ ละ 3 ใบ มีลักษณะติดอยู่กับเพลากลมทำมุม 120 องศาสามารถหมุนตัดด้วยความเร็ว 1,400 รอบต่อนาที (เนื่องจากใช้ความเร็วรอบ อัตราทด 1:1 ใช้เครื่องวัดรอบเป็นเครื่องมือในการวัดตรวจสอบรอบการหมุนของมอเตอร์) ตะแกรงร่อนมีความละเอียดขนาด 2.0 มม. สามารถทำงานได้ใน ช่วงเวลา 8-12 ชั่วโมงต่อวันและสามารถทำให้ขนาดของฟางข้าวที่สับเล็กลงได้ในช่วง 1.5-2.0 มม.

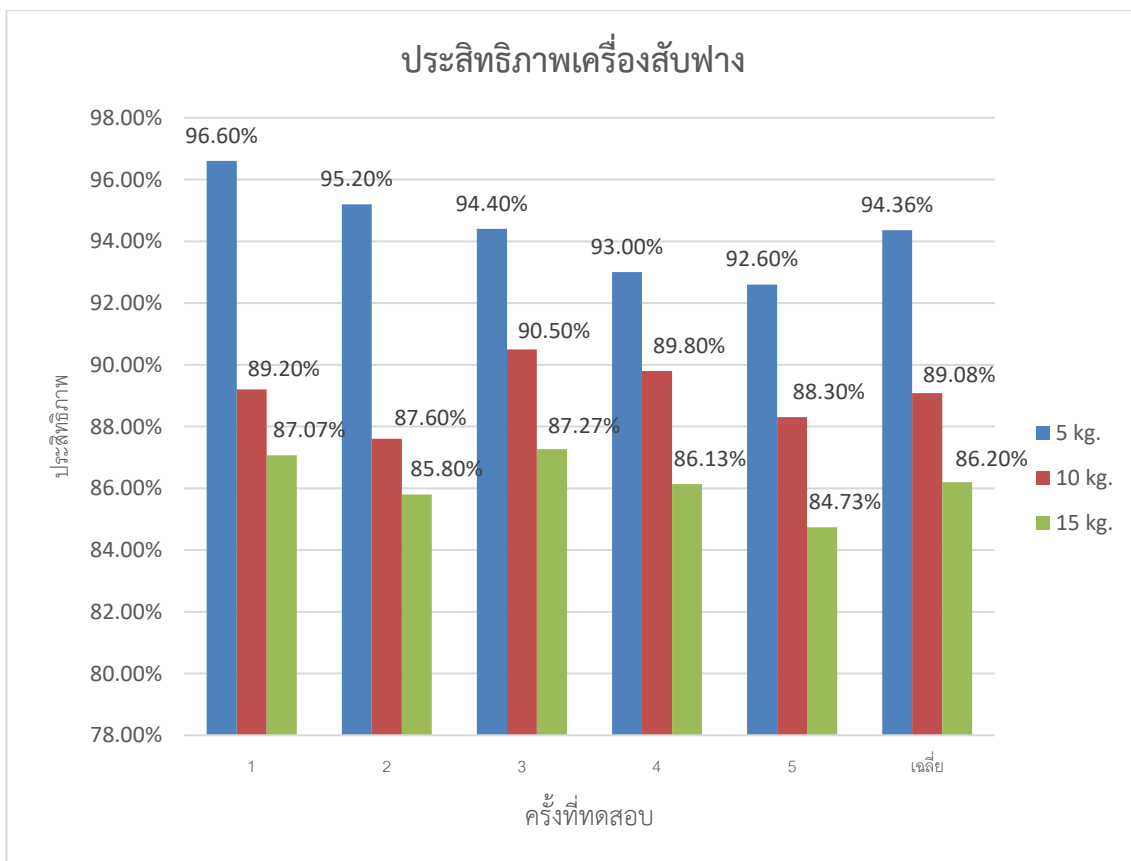
4.2 ผลทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว

ตารางที่ 1 ผลทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว

ที่	น้ำหนักทดสอบ (กิโลกรัม)		น้ำหนักฟางสับ ไม่ละเอียด (กิโลกรัม)	เวลาที่ใช้ (นาท)	ความยาวฟาง ข้าวหลังสับ (เซนติเมตร)	ประสิทธิภาพเครื่องสับ ฟาง (ร้อยละ)
	ก่อน	หลัง				
1	5.00	4.83	0.17	19.50	1.85	96.60
2	5.00	4.76	0.24	20.09	1.75	95.20
3	5.00	4.72	0.28	20.17	1.95	94.40
4	5.00	4.65	0.35	19.46	1.90	93.00
5	5.00	4.63	0.37	20.53	1.80	92.60
ค่าเฉลี่ย	5.00	4.72	0.28	19.95	1.85	94.36
1	10.00	8.92	1.08	38.96	2.05	89.20
2	10.00	8.76	1.24	39.01	1.90	87.60
3	10.00	9.05	0.95	40.21	2.10	90.50
4	10.00	8.98	1.02	39.23	1.90	89.80
5	10.00	8.83	1.17	40.36	1.95	88.30
ค่าเฉลี่ย	10.00	8.91	1.09	39.55	1.98	89.08
1	15.00	13.06	1.94	58.07	1.95	87.07
2	15.00	12.87	2.13	57.85	2.15	85.80
3	15.00	13.09	1.91	60.94	2.10	87.27
4	15.00	12.92	2.08	59.08	1.85	86.13
5	15.00	12.71	2.29	60.12	1.90	84.73
ค่าเฉลี่ย	15.00	12.93	2.07	59.21	1.99	86.20

สมการหาประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว หาได้ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว} = \frac{\text{น้ำหนักฟางข้าวหลังสับ (เลือกเฉพาะความละเอียดที่ผ่านตะแกรง)}}{\text{น้ำหนักฟางข้าวก่อนสับ}} \times 100$$



รูปที่ 4 กราฟการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว

จากตารางที่ 1 และภาพที่ 4 สามารถอธิบายได้ดังนี้ ผลทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าวที่ความเร็วรอบ 1,400 รอบ/นาที ในภาพรวมน้ำหนักฟางข้าวก่อนการทดสอบ ที่ 5 กิโลกรัม, 10 กิโลกรัม และ 15 กิโลกรัม ประสิทธิภาพเครื่องสับฟางที่มีค่ามากที่สุด มีค่าหลังทดสอบที่ 4.83 กิโลกรัม เวลาสับที่ 19.50 นาที หลังการทดสอบเฉลี่ย เท่ากับ 4.72 กิโลกรัม น้ำหนักที่สูญเสียในการสับฟางข้าว เฉลี่ยเท่ากับ 0.28 กิโลกรัม (เนื่องจากในช่วงการรันสับฟางในกำหนดเวลามีส่วนที่ติดและหลงเหลือภายในตัวเครื่อง) เวลาที่ใช้สับฟางข้าวเฉลี่ยเท่ากับ 19.95 นาที และประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 94.36

เมื่อพิจารณาเป็นรายครั้ง พบว่า ทดสอบเครื่องสับฟางข้าว จำนวน 5 ครั้ง น้ำหนักฟางข้าวที่ใช้ในการทดสอบครั้งละ 5, 10 และ 15 กิโลกรัม ทดสอบครั้งที่ 1-5 ที่ 5 กิโลกรัม น้ำหนักฟางข้าวหลังการทดสอบ เฉลี่ยเท่ากับ 4.72 กิโลกรัม น้ำหนักที่สูญเสีย เฉลี่ยเท่ากับ 0.28 กิโลกรัม ใช้เวลาในการสับฟางข้าว เฉลี่ยเท่ากับ 19.95 นาที ประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าวเฉลี่ย เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 94.36 ทดสอบครั้งที่ 1-5 ที่ 10 กิโลกรัม น้ำหนักฟางข้าวหลังการทดสอบ เฉลี่ยเท่ากับ 8.91 กิโลกรัม น้ำหนักที่สูญเสีย เฉลี่ยเท่ากับ 1.09 กิโลกรัม ใช้เวลาในการสับฟางข้าวเฉลี่ยเท่ากับ 39.55 นาที ประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 89.08 ทดสอบครั้งที่ 1-5 ที่ 15 กิโลกรัม น้ำหนักฟางข้าวหลังการทดสอบ เฉลี่ยเท่ากับ 12.93 กิโลกรัม น้ำหนักที่สูญเสีย เฉลี่ยเท่ากับ 2.07 กิโลกรัม ใช้เวลาในการสับฟางข้าว เฉลี่ยเท่ากับ 59.21 นาที ประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 86.20

4.3 ผลการประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าว การประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าว ผู้วิจัยได้เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญของทั้ง 5 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพ โดยมีผลของการประเมินคุณภาพ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าว

ลำดับ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD.	ระดับความคิดเห็น
1	การออกแบบเครื่องมีความเหมาะสม	4.80	0.45	ดีมาก
2	การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ มีความเหมาะสม	4.60	0.55	ดีมาก
3	การจัดวางวัสดุและอุปกรณ์ มีความเหมาะสม	4.60	0.55	ดีมาก
4	การควบคุมการทำงานและการใช้งานของเครื่อง	4.80	0.45	ดีมาก
5	ระยะเวลาในการทำงานของเครื่อง	4.60	0.55	ดีมาก
6	ความปลอดภัยในการทำงานของเครื่อง	4.80	0.45	ดีมาก
7	การบำรุงรักษาเครื่อง	4.60	0.55	ดีมาก
8	ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่อง	4.80	0.45	ดีมาก
เฉลี่ยรวม		4.70	0.45	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าว ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.70 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.45

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า อยู่ในระดับที่ดีมากทั้งหมด 8 ข้อ ได้แก่ การออกแบบเครื่องมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45, การควบคุมการทำงานและการใช้งานเครื่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45, ความปลอดภัยในการทำงานของเครื่องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45, ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45, การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.55 การจัดวางวัสดุและอุปกรณ์มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.55, ระยะเวลาในการทำงานของเครื่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.55 และการบำรุงรักษาเครื่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.55 ตามลำดับ

5. อภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัย เรื่อง การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับฟางข้าว ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังต่อไปนี้

ผลการสร้างเครื่องสับฟางข้าวทำให้ได้เครื่องจักรกลการเกษตรที่สามารถนำมาช่วยทุ่นแรงและอำนวยความสะดวกในการทำการเกษตร โดยสามารถใช้สับฟางข้าวให้มีขนาดเล็กลงเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เช่น การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ การเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น มีประสิทธิภาพสามารถสับฟางข้าวที่ร้อยละ 94.36 และจากการประเมินคุณภาพเครื่องสับฟางข้าวจากผู้เชี่ยวชาญ ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.45) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปณณวิชญ์ ทองคำ จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และสุนัน ปานสาคร (2565) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องตัดฟางข้าว ผลการวิจัยพบว่า เครื่องตัดฟางข้าวสามารถทำงานได้รวดเร็วสามารถในการตัดฟางข้าวให้เป็นเส้นสั้น ๆ และต่อเนื่องช่วยประหยัดเวลาและแรงงานคนในการตัดฟางข้าว รวมทั้งสามารถพัฒนาให้ใช้ทดแทนแรงงานคนได้ต่อไปในอนาคต สอดคล้องกับงานวิจัยของ พชรพลก เทวาประสาธ

พร เมธาวิ ลอยหา และสัจจพัฒน์ ผิวอ่อนดี (2564) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดสับฟางสำหรับติดรถเกี่ยวนาข้าว (ระยะที่ 2) ผลการวิจัย พบว่า ชุดสับฟางสำหรับติดรถเกี่ยวนาข้าว (ระยะที่ 2) มีประสิทธิภาพในการสับย่อยฟางสูงสุดสามารถสับย่อยฟางข้าวให้เหลือความยาวเฉลี่ย 11.4 เซนติเมตร สอดคล้องกับที่ Yu et al. (2014) ได้รายงานว่าการลดขนาดของฟางข้าวให้มีขนาดเล็กจะสามารถเพิ่มคุณสมบัติทั้งกายภาพเคมีและชีวภาพที่มีผลต่อกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพโดยชักนำให้ระยะเวลาการย่อยสลาย ลดลงเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยเซลลูโลสและเอมิเซลลูโลส สอดคล้องกับที่ วรารัตน์ เสนาสิงห์ (2562) ได้กล่าวว่า เครื่องมือทุ่นแรงและเครื่องจักรกลเกษตรเป็นเครื่องมือที่เกษตรกรใช้ในการทำงานเกษตรเพื่อช่วยลดความยากลำบากในการทำงานหรือลดการออกแรงให้น้อยลงเกษตรกรจะทำงานได้นานขึ้นจะได้ผลงานมากขึ้น และได้ผลิตผลเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อธิรัช ลิ้ ตระกูล จีระศักดิ์ พิศเพ็ง วิชัย แหวนเพชร และอัษฎา วรรณกายนต์ (2566) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค ได้กล่าวว่า การพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโคนั้นเป็นการใช้กระบวนการวิจัยในการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรขึ้นมาใช้ทุ่นแรงและอำนวยความสะดวกให้กับเกษตรกรในการจัดการของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่เป็นของเสียจากฟาร์มโคเนื้อ-โคนม

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรมีการพัฒนาเครื่องสับฟางข้าวให้เกษตรกรสามารถใช้เครื่องทำงานได้ในระยะเวลาอันสั้นสามารถใช้งานได้ง่ายปรับเปลี่ยนได้หลากหลายตามความต้องการของเกษตรกร เช่น สามารถปรับเปลี่ยนขนาดของฟางที่ต้องการสับได้หรือมีความยืดหยุ่นในการใช้งานตามพื้นที่ของฟาร์มแต่ละแห่ง ออกแบบให้ง่ายต่อการบำรุงรักษาและซ่อมแซม เพื่อลดการหยุดชะงักในการใช้งานและเพิ่มประสิทธิภาพในการเกษตรและพัฒนาให้มีราคาที่เหมาะสมกับความสามารถในการใช้งานและการผลิตของเกษตรกร

6.2 ควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรนำฟางข้าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อทั้งเกษตรกรเองและสังคมโดยรวม เช่น ลดการใช้สารเคมีในการเกษตรและลดปริมาณขยะที่สร้างขึ้นจากการทำลายฟางข้าวในธรรมชาติและเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรผ่านการนำฟางข้าวมาใช้ให้เกิดคุณค่ามากขึ้นในระยะยาวและสร้างโอกาสให้แก่อุตสาหกรรมสร้างสรรค์ในประเทศด้วย

7. เอกสารอ้างอิง

กองศึกษาและขยายผลการพัฒนาตามแนวพระราชดำริ. (2562). องค์ความรู้ข้าว : ข้าวของคนพอเพียง.

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ : กรุงเทพฯ.

กรมฝนหลวงและการบินเกษตร. (2562). “ข้าวไทย”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

<https://www.royalrain.go.th/royalrain/ShowDetail.aspx?DetailId=11891>.

สืบค้น 9 กุมภาพันธ์ 2567.

ณรมล เลาห์รอดพันธ์ และคณะ. (2562, มกราคม-มิถุนายน). “การเปรียบเทียบวิธีการปรับสภาพฟางข้าวปรุงแต่งด้วยยูเรียที่แตกต่างกันต่อองค์ประกอบทางเคมีและการย่อยสลายในหลอดทดลอง”. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์. 2562(1) : 83-92.

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2555). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS. พิมพ์ครั้งที่ 13.

บิสชินเนสอาร์แอนด์ดี : กรุงเทพฯ.

ปณณิษฐ์ ทองคำ, จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และสุนัน ปานสาคร. (2565, พฤษภาคม – กันยายน).

“การออกแบบและสร้างเครื่องตัดฟางข้าว”. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

17(2) : 31-41.

- พชรพลก เทวประสาทร, เมธวี ลอยหา และลักขณ์ ฝิวอ่อนดี. (2564). **การพัฒนาชุดสับฟางสำหรับติดรถเกี่ยวนาข้าว (ระยะที่ 2)**. ปรินญาณพนธ์ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. ไพโรจน์ นะเที่ยง, จันทรเพ็ญ ชุมแสง และ กันต์ อินทวงศ์. (2561). “เครื่องตัดสับสำหรับลดขนาดทางกายภาพฟาง และต่อซังข้าวแบบลากจูง”. **วารสารสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น : วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี**. 6(1) : 43-48.
- มูลนิธิเกษตรกรรมสิ่งแวดล้อม (ประเทศไทย). (2561). “ฟางข้าว(RICE STRAW) และประโยชน์จากฟางข้าว”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.aecth.org/Article/Detail/116351>. สืบค้น 9 กุมภาพันธ์ 2567.
- วรารัตน์ เสนาสิงห์. (2562). “วัฒนธรรมการใช้เครื่องทุ่นแรงทางการเกษตร”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.scimath.org/article-science/item/10613-2019-09-02-01-27-39> สืบค้น 9 กุมภาพันธ์ 2567.
- สาขาการออกแบบและเทคโนโลยี. (2567). “กระบวนการเทคโนโลยี”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://designtechnology.ipst.ac.th/?page_id=165. สืบค้น 9 กุมภาพันธ์ 2567.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. (2560). “วัตถุดิบอาหารสัตว์ : ฟางข้าว”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://nutrition.dld.go.th/nutrition/index.php/the-joomla-project/972-rice-straw>. สืบค้น 9 กุมภาพันธ์ 2567.
- สุมาลี จันทรชะลอ. (2542). “การวัดและประเมินผล”. ศูนย์สื่อส่งเสริมกรุงเทพ. : กรุงเทพฯ.
- อิริช ลิ้ตระกูล, จิระศักดิ์ พิเศษ, วิชัย แหวนเพชร และอัษฎา วรณกายนต์. (2566, กรกฎาคม-ธันวาคม). “การพัฒนาเครื่องแยกของเหลวออกจากมูลโค”. **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์**. 8(2) : 49-62.
- Yu, L., Bule, M., Ma, J., Zhao, Q., Frear, C., and Chen, S. (2014). “Enhancing volatile fatty Acid (VFA) and bio-methand production from lawn grass with pretreatment”. **Bioresoource Technology**. Vol.162 p.243-249.

8. คุณค่าทางวิชาการ

การสร้างเครื่องสับฟางข้าวเป็นการออกแบบและสร้างเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อให้เกษตรกรได้ใช้ทรัพยากร ที่มีอยู่ในการจัดการฟางข้าวหลังการเก็บเกี่ยวอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นในการใช้ฟางข้าวที่เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรไม่เพียงทำให้ลดปัญหาการเผาทำลายฟางข้าวที่ส่งผลให้เกิดมลพิษทางอากาศเท่านั้นแต่ยังช่วยลดขนาดของฟางข้าวให้เล็กลงให้เหมาะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ในการแปรรูปฟางข้าวให้เป็นวัสดุที่มีมูลค่าเพิ่ม เช่น การนำไปใช้เป็นวัสดุรองพื้นเล้าไก่ การผสมอาหารสัตว์หรือใช้เป็นวัสดุคลุมดินเพื่อรักษาความชื้น นอกจากนี้ยังสามารถนำฟางข้าวที่ได้ไปใช้เป็นส่วนผสมของปุ๋ยอินทรีย์ได้ด้วยการสับฟางข้าวสามารถช่วยเร่งกระบวนการสร้างปุ๋ยอินทรีย์ได้เนื่องจากการสับทำให้ฟางข้าวถูกย่อยสลายและสลายตัวได้รวดเร็วขึ้นเมื่อฟางข้าวถูกสับแล้วเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำปุ๋ยสามารถเข้าถึงวัสดุเหล่านี้ได้ง่ายขึ้น ดังนั้น การทำปุ๋ยอินทรีย์จะเกิดขึ้นได้เร็วกว่าถ้าเทียบกับฟางข้าวที่ไม่ได้รับการสับ ดังนั้น การนำฟางข้าวมาใช้ประโยชน์ ยังเป็นการลดปัญหาการเผาฟางข้าวจึงเป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งมีผลต่อการลดมลพิษเอื้อประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพที่ยั่งยืน