

เครื่องตัดสับสำหรับลดขนาดทางกายภาพฟางและตอซังข้าวแบบลากจูง

Shredder for Physical Reduction of Straw and Stubble

ไพโรจน์ นะเที่ยง*¹ จันทร์เพ็ญ ชุมแสง*² กันต์ อินทวงศ์*³

*คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

¹Pairote.n@gmail.com

³inchgun@hotmail.com

*คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

²Chanphen_ch@hotmail.com

บทคัดย่อ

เครื่องตัดสับฟางและตอซังข้าวแบบลากจูงเป็นเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวสำหรับลดขนาดทางกายภาพของฟางและตอซังข้าวให้มีความยาวเฉลี่ย 50-100 มิลลิเมตร ซึ่งจะทำให้การคลุกเคล้าลงไปในดินนาเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอช่วยลดอุปสรรคในการไถเตรียมดินทำให้ย่อยสลายกลายเป็นอินทรีย์วัตถุได้เร็วขึ้นก่อนให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารในดินนา การออกแบบชุดใบมีดสำหรับตัดสับฟางและตอซังข้าวเป็นแบบหัวสับ (Cutter head) ชนิดทรงกระบอก (Cylinder Type) ทำงานในลักษณะสับและเหวี่ยง (Direct throw) โดยใช้ชุดเพลลาของใบมีดเป็นเหล็กเพลลา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 mm ยาว 600 mm ใบมีดที่ทำจากเหล็กกล้าขนาดความกว้าง 32 mm ความยาว 136 mmหนา 3 mm จำนวน 4 ใบ ทำหน้าที่เป็นตัวตัดสับฟางและตอซังข้าวด้วยความเร็วรอบสูงสุด 1,800 รอบ/นาที ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้ความเร็วรอบของชุดเกสลิวดูดฟางเข้าไปตัดสับที่ความเร็วรอบต่างกันที่ 68, 84 และ 102 รอบ/นาที ด้วยปริมาณฟางป้อนเข้าที่ต่างกันที่ 3, 5 และ 8 กิโลกรัม พบว่าสามารถตัดสับฟางได้ความยาวเฉลี่ย 2-5 เซนติเมตร ปริมาณเฉลี่ย 2.4 กิโลกรัม/นาที คิดเป็นร้อยละ 80 ของปริมาณฟางป้อนเข้า ได้ความยาวเฉลี่ย 5-6 เซนติเมตร ปริมาณเฉลี่ย 4.4 กิโลกรัม/นาที คิดเป็นร้อยละ 88 ของปริมาณฟางป้อนเข้า และได้ความยาวเฉลี่ย 8-10 เซนติเมตร ปริมาณเฉลี่ย 7.5 กิโลกรัม/นาที คิดเป็นร้อยละ 93 ของปริมาณฟางป้อนเข้า ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องตัดสับ, ฟางและตอซัง

ABSTRACT

Straw shredded rice straw and postharvest rice straw are postharvest technologies for reducing the physical size of straw and rice stubble to an average length of 50-100 millimeters. This helps to reduce the barriers to soil tillering, decomposing into organic matter faster, contributing to nutrient turnover in the soil. The cutter head design for cutting straw and rice stubble is a Cylinder Type work in the style of chop and direct throw. The axle of the blade is 38 mm long, 600 mm diameter steel blade. The blade is made of steel, 32 mm wide, 136 mm long, 3mm thick, 4 units. Serves as a cutter, straw and rice stubble with a maximum speed of 1,800 rpm. Performance tests were performed at different speeds at 68, 84 and 102 rpm with varying input straws at 3, 5 and 8 kg. The average length of cuttings was 2-5 cm, average 2.4 kg / min. 80% of the input straw The average length is 5-6 cm, average 4.4 kg / min.

88 percent of the input straw. The average length is 8-10 cm. The average volume is 7.5 kg / min. 93% of the input straw intake.

Keywords: Shredder, Straw

1) บทนำ

ฟางและตอซังคือส่วนลำต้นแห้งของข้าวซึ่งเป็นผลพลอยได้ในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการทำนา แต่เนื่องจากฟางและตอซังข้าวเป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้แต่ค่อนข้างช้าเพราะมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ย 99:1 [1] จึงทำให้เป็นปัญหาต่อการไถกลบเนื่องจากไถไถไม่สามารถตัดซังฟางให้ขาดและพลิกกลับไปในดินได้จึงเป็นเหตุให้ฟางสะสมบนใบไถจนไม่สามารถทำงานได้ ดังนั้นเกษตรกรจึงแก้ปัญหาโดยการเผาฟางและตอซังข้าวทิ้งหลังจากเก็บเกี่ยว เนื่องจากการเผาทำไถง่ายและต้นทุนต่ำ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกษตรกรทำนาเลือกวิธีการกำจัดฟางและตอซังด้วยการเผามากกว่าการกำจัดด้วยวิธีการอื่น ซึ่งการเผาตอซังและฟางข้าวหลังการเก็บเกี่ยวส่วนใหญ่พบในกรณีที่มีการทำนาปรังมากกว่าการปลูกข้าวนาปี สำหรับการเผาทำลายฟางข้าวที่ประเทศไทยผลิตออกมาแต่ละปีนั้นสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่โลกมากถึง 27 ล้านตันกิโลกรัมคาร์บอน ไนโตรเจนที่สูญเสียไปจากการเผาทำลาย 462 ล้านกิโลกรัม และ ไนโตรเจนฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น 100700 ล้านกิโลกรัม [2] แต่จากการศึกษาพบว่า ในฟางและตอซังข้าว 485 กิโลกรัม ที่ได้ในพื้นที่หนึ่งไร่จะมีธาตุไนโตรเจน 2.3 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส 0.3 กิโลกรัม และโพแทสเซียม 5.7 กิโลกรัม ซึ่งธาตุเหล่านี้มีความสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในด้านธาตุอาหารของพืช [5] อีกทั้งยังเป็นแหล่งของคาร์บอนอินทรีย์ที่สำคัญต่อการปรับปรุงดิน [8] ซึ่งโดยปกติสัดส่วนของฟางและตอซังข้าวที่เป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวในอัตราเฉลี่ย 700-800 กิโลกรัม/ไร่ แต่เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดจากการเผาฟางและตอซังข้าวจะทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจน 93 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูญเสียไป 20 เปอร์เซ็นต์ และยังต้องทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยเคมีมากขึ้น นอกจากนี้การเผาฟางและตอซังยังทำให้เกิดความร้อนขึ้นในดินซึ่งจะไปทำลายจุลินทรีย์ในดินเหนือผิวดินให้สูญเสียความสมดุลส่งผลให้คุณสมบัติทางกายภาพของดินเลวลง สำหรับในประเทศไทยพบว่ามีธาตุไนโตรเจนสะสมในฟางและตอซังข้าว 0.4-0.69 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส

0.08-0.28 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.38-0.69 เปอร์เซ็นต์ [2] ทั้งนี้เนื่องจากในประเทศไทยนิยมปลูกข้าวที่มีต้นสูง จึงทำให้มีโอกาสดันข้าวจะสะสมธาตุอาหารไว้ในฟางข้าวในปริมาณมาก หากประเมินปริมาณของธาตุอาหารพืชในฟางข้าวทั่วประเทศจะประกอบด้วยไนโตรเจน 212,220 ตัน ฟอสฟอรัส 159,165 ตัน และโพแทสเซียม 1,278,762 ตัน ประเมินเป็นมูลค่ารวมประมาณ 20,375 ล้านบาท ซึ่งนับว่าเป็นการทำลายทรัพยากรที่มีคุณค่าไปโดยเปล่าประโยชน์

การจัดการฟางและตอซังข้าวที่ถูกตอวิธีการหนึ่งก็คือการไถกลบ (Crop Residue Incorporation) คือการนำเอาเศษพืชหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ได้หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตไถกลบลงดินระหว่างการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกและปล่อยทิ้งไว้เพื่อให้เกิดการย่อยสลายในช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้วจึงดำเนินการเพาะปลูกต่อไป การไถกลบมีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและหมุนเวียนธาตุอาหารคืนสู่ดินเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินและรักษาระดับความเป็นกรด-ด่างให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ช่วยระบายอากาศและช่วยให้ดินดูดซับและกักเก็บน้ำมากขึ้น รวมทั้งทดแทนธาตุอาหารบางส่วนที่พืชนำไปใช้และติดไปกับผลผลิต นอกจากนี้ การไถกลบฟางและตอซังข้าวลงไปไถในดินนาจะช่วยเติมธาตุอาหารลงไปในดินโดยตรง [2] แม้ว่าฟางและตอซังจะมีปริมาณธาตุอาหารน้อยแต่จะมีธาตุอาหารครบถ้วนตามที่พืชต้องการทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองและจุลธาตุต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยฟางและตอซังข้าวที่ถูกฝังกลบลงไปไถในดินนาจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอย่างช้าๆ ฟางและตอซังข้าวจึงเป็นวัสดุอินทรีย์ที่สำคัญต่อการอนุรักษ์และปรับปรุงดินนาได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะการไถกลบตอซังหลังการเก็บเกี่ยวติดต่อกันทำให้อินทรีย์วัตถุในดินนาเพิ่มขึ้น และยังช่วยลดความเป็นพิษของเหล็กและแมงกานีส และดินเค็มได้อีกด้วย ซึ่งการไถกลบวัสดุอินทรีย์ในนาข้าวติดต่อกันเป็นระยะเวลา 10 ปี มีผลในการที่ช่วยลดค่าความแข็งของดิน (Soil Hardness) จาก 29.27 mm. เป็น 24.90 mm. [9] , [10] ส่วนการไถกลบฟางและตอซังหลังการเก็บเกี่ยวในอัตราส่วน 2,000 กิโลกรัม/ไร่ ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 4 ปี ยังมีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้นเฉลี่ย 580 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อเทียบกับการเผาฟางและตอซังทั้งทำให้ผลผลิตข้าวต่ำลงมาเฉลี่ย 461 กิโลกรัม/ไร่ [4] แต่เนื่องจากปัจจุบันในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวนั้นเกษตรกรทำนานิยมเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนาดข้าวเป็นหลัก โดยเครื่องเกี่ยวนาดข้าวจะฟันฟางที่ผ่านการนวดเพื่อปลิดเมล็ดข้าวออก แล้วพ่นลงพื้นทีที่เป็นแถวอยู่ด้านหลังของเครื่องเกี่ยวนาดข้าว ฟางที่ถูกทิ้งไว้ในแปลงนาจะมีขนาดความยาวตามขนาดที่ถูกเครื่องเกี่ยวนาดข้าวตัดซึ่งโดยปกติจะมีขนาดความยาวมากกว่า 100 มิลลิเมตร โดยจะรวมตัวและสะสมกันเป็นชั้นอยู่บนผิวดินทำให้ไม่สามารถเตรียมดินโดยใช้รถไถได้ตามปกติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ [6] ที่พบว่าฟางที่ถูกสับให้มีความยาวเฉลี่ย 50-100 มิลลิเมตร เป็นขนาดความยาวที่ทำให้การย่อยสลายได้อย่างเหมาะสมรวมทั้งทำให้การคลุกเคล้าในดินเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอด้วย อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Gilbertson และ Knight, 1986 ที่ได้แบ่งความยาวของฟางออกเป็น 3 ช่วง ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดปัญหาในการคลุกเคล้าลงในดินว่า ฟางที่มีขนาดความยาว 0-50

มิลลิเมตร โดยทั่วไปเป็นที่ยอมรับว่าไม่ก่อให้เกิดปัญหาในการคลุกเคล้าลงดิน ส่วนฟางที่มีขนาดความยาว 50-120 มิลลิเมตร อาจก่อให้เกิดปัญหาบ้างทำให้จำนวนของวิธีการเตรียมดินลดลง และฟางที่มีขนาดความยาวมากกว่า 120 มิลลิเมตร ไม่เหมาะสมกับวิธีการเตรียมดินวิธีการใดๆ นอกจากการไถด้วยต้นกำลังและอุปกรณ์เตรียมดินขนาดใหญ่เพียงวิธีการเดียวเท่านั้น

ดังนั้น การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องตัดสับสำหรับลดขนาดทางกายภาพของฟางและตอซังข้าวแบบลากจูง จึงเป็นเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวที่สามารถทำให้ฟางและตอซังข้าวมีขนาดสั้นลงโดยมีความยาวเฉลี่ย 50-100 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นขนาดความยาวที่ทำให้การคลุกเคล้าลงไปในดินนาเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ช่วยลดอุปสรรคในการไถเตรียมดินและสามารถลดการเผาฟางและตอซังข้าวหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรทำนาลงได้ต่อไป นอกจากนี้ยังทำให้ฟางและตอซังข้าวย่อยสลายกลายเป็นอินทรีย์วัตถุได้เร็วมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการสนับสนุนและเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการทำนาแบบไถกลบฟางและตอซังหลังการเก็บเกี่ยวให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อลดปัญหาการเผาทำลายฟางและตัดตอซังหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการหมุนเวียนธาตุอาหารในดินนาและยังก่อให้เกิดการพัฒนาความอุดมสมบูรณ์ของดินนาด้วยการใช้เศษวัสดุที่เหลือทิ้งหลังจากการเก็บเกี่ยวมาใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

2) วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดสับฟางและตัดตอซังข้าวแบบลากจูงที่มีประสิทธิภาพในการลดขนาดทางกายภาพให้มีความยาวที่เหมาะสมกับการคลุกเคล้าลงไปในดินนา
2. เพื่อศึกษาความเหมาะสมของค่าความเร็วรอบที่มีความสัมพันธ์กับค่าความเร็วตัดของใบมีดที่ใช้สำหรับการตัดสับฟางและตอซังข้าว

3) วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานเพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดสับฟางและตอซังข้าวแบบลากจูงที่มีประสิทธิภาพในการลดขนาดทางกายภาพให้มีความยาวที่เหมาะสมกับการคลุกเคล้าลงไปในดินนามีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

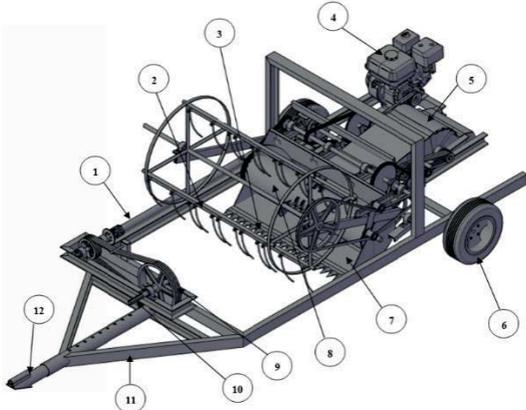
3.1) ศึกษารวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้ในการออกแบบ

ในการออกแบบเครื่องตัดสับฟางและตอซังข้าวแบบลากจูง ผู้วิจัยได้ทำการลงพื้นที่เพื่อสัมภาษณ์เกษตรกรที่ทำนา ซึ่งเป็นผู้ใช้งานเครื่องเก็บ-สับย่อยฟางและตอซังข้าวหลังการเก็บเกี่ยวแบบลากจูง โดยได้ศึกษารายละเอียดลักษณะการตัดสับฟางและตอซังข้าวหลังการเก็บเกี่ยวและนำมาสังเคราะห์ความคิดเพื่อออกแบบเครื่องเก็บ-สับย่อยฟางและตอซังข้าวหลังการเก็บเกี่ยวแบบลากจูง

3.2) การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดสับฟางและตอซังข้าวแบบลากจูง

ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดสับฟางและตอซังข้าวแบบชักจูง ที่ทำหน้าที่ตัดตอซังข้าว และลำเลียงฟางเพื่อสับย่อยละเอียด มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

3.2.1) ชุดโครงสร้างและส่วนประกอบของเทคโนโลยีเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง ดังรูปที่ 1 ประกอบด้วยเพลาส่งกำลังจากเฟืองท้าย PTO รถแทรกเตอร์(1) ชุดลูกกัทสำหรับเก็บฟางลอยและตอซัง(2) ชุดใบมีดสำหรับตัดตอซัง(3) เครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำขนาด 10 แรงม้า(4) ชุดใบมีดสำหรับตัด-สับ(5) ล้อยางรับน้ำหนัก(6) ชุดปากเก็บฟางข้าวและตอซังข้าว(7) ชุดเกลิยวสำหรับดูดเศษฟางและตอซังข้าว(8) มูเล่-สายพานส่งกำลังจากเฟืองท้ายเพอร์รี่โอโรรถแทรกเตอร์(9) แกนเพลาส่งกำลังต่อกับเฟืองท้ายเพอร์รี่โอโรรถแทรกเตอร์(10) โครงสร้างเหล็กตัวไอซ์นรูป(11) และชุดตอพวงติดกับรถแทรกเตอร์(12)



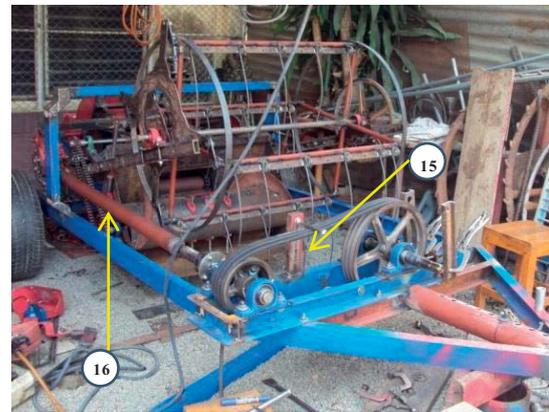
รูปที่ 1: โครงสร้างและส่วนประกอบของเทคโนโลยีเครื่องตัดสับฟางและตัดตอซังแบบลากจูง

3.2.2) ชุดต้นกำลังมีแกนเพลาราวทำหน้าที่รับกำลังจากเครื่องยนต์ต้นกำลังดีเซลรอบต่ำ 4 จังหวะขนาด 14 แรงม้าใช้ชุดสายพานวี รหัส B-92(13) ส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังชุดพูลเลย์ โดยใช้อัตราทดของล้อยางขนาด 3.5 นิ้ว และล้อยางตาม 10 นิ้ว ใช้สายพานวี รหัส B- 52(14) เพื่อส่งกำลังต่อไปยังชุดลูกกัทใบมีดตัดตอซัง เกลิยวดูดฟางและตอซังข้าว ชุดลำเลียงและกตริตฟางและตอซัง และชุดใบมีดสำหรับสับย่อยฟางและตอซังข้าว ส่วนล้อยางทำหน้าที่ส่งกำลังระหว่างเพลานี้ไปยังอีกเพลานี้ สายพานใช้สำหรับส่งกำลังจากล้อยางหนึ่งไปยังอีกล้อยางหนึ่งชุดส่งกำลังจะรับกำลังมาจากเครื่องยนต์ โดยส่งกำลังผ่านเพลาราวโดยที่เพลาราวมีล้อยางยึดติดอยู่ที่ปลายเพลาทั้งสองข้าง และส่งกำลังไปยังชุดใบมีดตัดสับโดยใช้สายพานร่อง B ขนาด B 91 เป็นตัวส่งกำลัง โดยมีอัตราทด 1:4 ใช้ล้อยางขนาด 304.5 mm จากเพลาราวเป็นตัวขับ และล้อยางที่ชุดใบมีดใช้ล้อยางขนาด 406.4 mm จากนั้นที่ปลายเพลาคูชุดใบมีดอีกด้านใช้ล้อยางขนาด 76.2 mm เป็นตัวขับไปยังล้อยางที่ติดกับชุดลูกกัท โดยใช้ล้อยางร่อง B ขนาด B51 เป็นตัวส่งกำลัง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2: ชุดต้นกำลังขับเคลื่อนเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง

3.2.3) ชุดส่งถ่ายกำลังจากเฟืองท้าย PTO ของรถแทรกเตอร์ขนาด 30 แรงม้า ใช้ชุดสายพานวี รหัส B-92 (15) และเพลาชับ(16) ทำหน้าที่ในการส่งกำลังจากชุดเฟืองท้าย PTO ของรถแทรกเตอร์ไปยังชุดพูลเลย์ โดยใช้อัตราทดของล้อยางขนาดเท่ากับ 3.5 นิ้ว และล้อยางตามเท่ากับ 10 นิ้ว ใช้สายพานวี รหัส B- 52 ดังรูปที่ 3



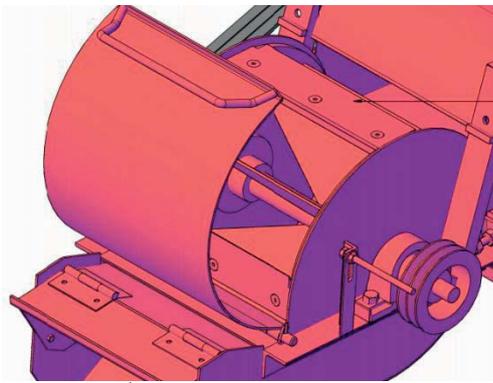
รูปที่ 3: ระบบส่งกำลังจากเฟืองท้าย PTO ของเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง

3.2.4) ชุดลำเลียงและกตริตฟางและตอซังทำจากเหล็กฉากกว้าง 1 นิ้ว เชื่อมติดกับชุดโซ่ลำเลียงสำหรับนำเศษฟางและตอซังเข้าไปสู่ชุดสับย่อยความเร็วรอบของชุดลำเลียงและกตริตฟางและตอซังเท่ากับ 72 รอบต่อนาทีดังรูปที่ 4



รูปที่ 4: ชุดลำเลียงและกตริตฟางและตอซัง

3.2.5) ชุดโม่สำหรับตัดสับฟางและตอซังข้าว การออกแบบหัวสับ(Cutter head) เป็นลักษณะของหัวสับชนิดทรงกระบอก (Cylinder Type) ทำงานในลักษณะสับและเหวี่ยง (Direct throw) โดยใช้ชุดเพลลาของโม่เป็นเหล็กเพลลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 mm ยาว 600 mm ทำหน้าที่รองรับโม่ตัดทำจากเหล็กแผ่นหนา 6 mm ตัดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 250 mm จำนวน 2 แผ่น ใช้เป็นที่ยึดโม่ตัดเหล็กยึดโม่ตัดใช้เหล็กมีขนาดความกว้าง 25 mm ความยาว 300 mm หนา 6 mm เจาะรู 8 รู ขนาด 6 mm 2 อัน ใช้ยึดโม่ตัดที่ทำจากเหล็กขนาดความกว้าง 32 mm ความยาว 136 mm หนา 3mm เจาะรู 6 mm จำนวน 4 รู จำนวน 4 โม่ เพื่อยึดกับเหล็กยึดโม่ตัด ทำหน้าที่เป็นตัวตัดสับฟางและตอซังข้าว โดยชุดแบริ่งขนาด 38.1 mm 2 ตัว ทำหน้าที่รองรับเพลลาชุดโม่ตัด ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5: ชุดโม่ของโม่สำหรับตัดสับฟางและตอซังข้าว

4) ผลการวิจัย

4.1) คุณลักษณะฟางและตอซังข้าวจากการสับย่อย

ในการหาคุณลักษณะฟางและตอซังข้าวที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายเป็นอินทรีย์วัตถุ ผู้วิจัยได้กำหนดค่าความเร็วของเครื่องยนต์ต้นกำลังที่ขับเคลื่อนชุดโม่ตัด 3 ระดับ คือ ที่ความเร็ว 1400 1600 และ 1800 รอบต่อนาที ตามรูปที่ 6 พบว่าค่าความเร็วรอบของชุดโม่ตัดที่ใช้สำหรับการสับย่อยฟางและตอซังข้าวมีความเหมาะสมอยู่ที่ 1800 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่สูงสุดของชุดโม่ตัดจะทำให้ได้ลักษณะของรอยตัดที่มีความสมบูรณ์มากที่สุดเนื่องจากมีรอยตัดที่เรียบและขาดออกจากกันเมื่อเทียบกับความเร็วรอบของโม่ตัดที่ต่ำกว่า ดังรูปที่ 6



หมายเหตุ :

- (ก) ความเร็วในการตัด 1400 rpm
- (ข) ความเร็วในการตัด 1600 rpm
- (ค) ความเร็วในการตัด 1800 rpm

รูปที่ 6: ลักษณะการตัดสับฟางและตอซังข้าวที่ความเร็วต่าง ๆ

4.2) ผลการวัดความยาวฟางและตอซังข้าวจากการสับย่อย

การวิเคราะห์คุณลักษณะฟางข้าวและตอซังข้าวจากการสับย่อยพบว่าความเร็วรอบของชุดโม่ตัดที่เหมาะสม คือที่ 1800 รอบต่อนาที สามารถตัดได้อย่างสมบูรณ์ และมีแนวตัดที่เรียบ ผู้วิจัยจึงใช้ความเร็วรอบของชุดโม่ตัดที่ 1800 รอบต่อนาที ในการตัดฟางและตอซังข้าว และทำการปรับเปลี่ยนความเร็วของชุดเกลิวดูด ที่ทำหน้าที่ในการลำเลียงฟางและตอซังข้าวเข้าสู่ชุดโม่ตัดโดยกำหนดความเร็วรอบของชุดเกลิวดูดที่ 68, 84 และ 102 รอบต่อนาที ผลการทดสอบพบว่าที่ความเร็ว 68 รอบต่อนาที ฟางที่ถูกตัดมีขนาด 3-4 เซนติเมตร ความเร็ว 84 รอบต่อนาที ฟางที่ถูกตัดมีขนาด 4-6 เซนติเมตร และความเร็วที่ 102 รอบต่อนาที ฟางที่ถูกตัดมีขนาด 5-10 เซนติเมตร ดังรูปที่ 7



(ก)



(ข)



(ค)

หมายเหตุ :

- (ก) ความเร็วรอบ 68 rpm
- (ข) ความเร็วรอบ 84rpm
- (ค) ความเร็วรอบ 102rpm

รูปที่ 7: ขนาดฟางที่ถูกตัด ที่ความเร็วของชุดลำเลียงทั้ง 3 ระดับ

4.3) ผลการวัดประสิทธิภาพของเครื่องจักร

ในการวัดกำลังการผลิตและปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันของเครื่องเก็บ-สับย่อยฟางและตอซังข้าวที่ความเร็วรอบชุดลำเลียงทั้ง 3 ระดับ โดยทำการทดสอบซ้ำจำนวน 5 ครั้งต่อการทดลอง ซึ่งแสดงผลดังตารางที่ 1 และจากตารางที่ 2 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนปริมาณฟางและตอซังข้าวที่ความเร็วรอบชุดลำเลียงต่าง ๆ พบว่าที่ความเร็วรอบของชุดลำเลียงที่แตกต่างกันส่งผลต่อปริมาณฟางและตอซังข้าว อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยที่ความเร็วรอบ 102 รอบต่อนาที จะทำให้สามารถสับย่อยฟางและตอซังข้าวได้มากที่สุด คือ 450 กิโลกรัมต่อชั่วโมงและสิ้นเปลืองน้ำมัน 16.2 มิลลิลิตรต่อนาที และเมื่อใช้ความเร็วรอบของชุดดูดต่ำ คือ 68 รอบต่อนาที จะสับย่อยเศษฟางและตอซังข้าวได้น้อยที่สุด คือ 145.20 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสิ้นเปลืองน้ำมัน 13 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง

ตารางที่ 1 : ผลการวัดกำลังการผลิตและปริมาณการใช้น้ำมันของเครื่องเก็บ-สับย่อยฟางและต่อซังข้าว

Evolution		Replicate					Average
		1	2	3	4	5	
68 rpm	Capacity(kg/Hr.)	150	144	138	150	144	145.2
	Oil (ml/min)	12	13	14	13	13	13
84 rpm	Capacity(kg/Hr.)	270	258	264	270	264	265.2
	Oil (ml/min)	14	14	15	16	15	14.8
102 rpm	Capacity(kg/Hr.)	450	450	456	444	450	450.0
	Oil (ml/min)	17	16	15	17	16	16.2

ตารางที่ 2 : ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟางและต่อซังข้าวที่ความเร็วรอบชุดลำเลียงต่าง ๆ

Evolution	Capacity (kg/Hr.)	Oil (ml/min)
68 รอบ/นาที	145.20 ± 5.02 a	13.00 ± 0.71 c
84 รอบ/นาที	265.20 ± 5.02 b	14.80 ± 0.83 b
102 รอบ/นาที	450.00 ± 4.24 c	16.20 ± 0.83 a
F-test	**	**
%cv	45.27	10.52

หมายเหตุ

- ค่าที่แสดงในตาราง หมายถึง ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 5 ซ้ำ
- ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกัน จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

5) สรุปและอภิปรายผล

ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดสับฟางและต่อซังแบบลากจูง ทำให้เกิดข้อสรุปจากงานวิจัยที่นำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการผลิตหลังการเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพในด้านการจัดการเศษเหลือทิ้งจากการทำนาที่เหมาะสม และสามารถใช้ประโยชน์จากฟางข้าวสำหรับการบำรุงดิน พบว่าเครื่องตัดสับฟางและต่อซังแบบลากจูงที่ได้พัฒนาขึ้นจะมีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อใช้ความเร็วรอบในการตัด 1800 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่สูงที่สุด และทำให้รอยตัดเศษฟางและต่อซังข้าวมีรอยตัดที่สมบูรณ์มากที่สุด เนื่องจากลักษณะของรอยตัดมีแนวที่เรียบและสมบูรณ์กว่ารอยตัดที่ตัดด้วยความเร็วรอบของใบมีดที่ต่ำกว่าความเร็วรอบของใบมีดที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1800 รอบต่อนาที ต้องสัมพันธ์กับความเร็วรอบของชุดลำเลียงฟางและต่อซังข้าวที่ตัด ซึ่งจากการทดสอบพบว่าความเร็วของชุดลำเลียงที่เหมาะสม คือ 102 รอบต่อนาที โดยจะสามารถตัดฟางให้มีขนาดความยาว 5-10 เซนติเมตร ได้จำนวน 450 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสิ้นเปลืองน้ำมัน 16.2 มิลลิลิตรต่อนาที ขนาดความยาวของฟางที่ได้ 5-10 เซนติเมตร เป็นขนาดความยาวที่ทำให้การคลุกเคล้าลงไปในดินนาเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอช่วยลดอุปสรรคในการไถเตรียมดิน

6) ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ

1. เนื่องจากเครื่องต้นแบบนี้เป็นแบบลากจูงจึงต้องติดพวงเข้ากับรถแทรกเตอร์จึงมีข้อจำกัดด้านความคล่องตัวโดยเฉพาะเวลาเลี้ยวหักมุมที่อาจจะต้องใช้พื้นที่เลี้ยวเพื่อการกลับตัว

2. ควรมีการพัฒนาระบบการยกขึ้น-ลงของปากเกี่ยว (ปากตัดต่อซัง) โดยใช้ระบบไฮดรอลิกส์ที่บังคับด้วยคนขับรถแทรกเตอร์ เพื่อให้การการยกขึ้น-ลงได้ง่ายขึ้นในขณะที่ทำการเก็บและตัดต่อซัง เนื่องจากเครื่องจักรต้นแบบใช้ระบบเกี่ยวหมุนสำหรับการยกขึ้น-ลง จึงไม่สะดวกในขณะที่มีการใช้งาน

3. ควรมีการติดตั้งระบบการฉีดพ่นสารอินทรีย์ชีวภาพร่วมเข้ากับเครื่องเก็บ-สับย่อยฟางและต่อซังข้าว หลังการเก็บเกี่ยวแบบลากจูงสำหรับช่วยในการย่อยสลายฟางและต่อซังข้าวหลังจากที่ถูกตัดสับ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณอธิการบดี และคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่สนับสนุนงานวิจัยอย่างจริงจังและต่อเนื่องมาโดยตลอด และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวชื่อนามที่มีส่วนช่วยในงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณกลุ่มเกษตรกรทำนาที่อยู่ในพื้นที่ อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ ที่ให้ความร่วมมือ เอื้อเฟื้อสถานที่และสละเวลาในการให้ข้อมูลต่างๆ ซึ่งมีความสำคัญในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเชื่อมั่นเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเอื้อประโยชน์ต่อกลุ่มเกษตรกรทำนาสำหรับการเพิ่มระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- [1] "คู่มืองดเผาตอซังสร้างดินยั่งยืนพื้นที่ลุ่มน้ำท่วม," กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2548. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: [HTTP://WWW.LDD.GO.TH/MANUAL_STUMP/STUMP.PDF](http://www.LDD.GO.TH/MANUAL_STUMP/STUMP.PDF). [เข้าถึงเมื่อ: 07-ธ.ค.-2016].
- [2] กรมพัฒนาที่ดิน, การผลิตเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดและการใช้ประโยชน์เพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน (เอกสารประกอบการส่งเสริมการเกษตร), กรุงเทพฯ: สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2556
- [3] "เกษตรกรไทยร่วมใจไม่เผาฟาง," กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2547. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: [HTTP://WWW.PCD.GO.TH/INFO_SERV/AIR_STRAW.HTM](http://www.PCD.GO.TH/INFO_SERV/AIR_STRAW.HTM). [เข้าถึงเมื่อ: 26-มี.ย.-2016].
- [4] ชุตติวัฒน์ วรณสาย และ ดิเรก อินตาพรหม, "ผลของการจัดฟางข้าวต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าว," วารสารเกษตรนเรศวร, ปีที่ 3, ฉบับที่ 1, หน้า 30-35, 2540.
- [5] บรูค ลินคิส และเพง แซงซื่อ, "การจัดการกับธาตุอาหารสำหรับข้าวนาพื้นที่ราบใน ส.ป.ป. ลาว," สถาบันวิจัยเกษตรกรรมและป่าไม้ กระทรวงเกษตรและป่าไม้ (ภาษาลาว): ม.ป.ท., 2548
- [6] W. A. Kondinin, "Kondinin & Districts Farm Improvement Group," *Reader's digest*, vol. 10, no. 2, pp. 384-388, 1982.
- [7] G.H. Gilbertson, and A.C. Knight, "Straw chopping," *Agricultural Engineering*, vol.41, no.4, pp. 120-125, 1986.
- [8] "Methane Emissions from Rice Cultivation: Flooded Rice Fields," *Intergovernmental Panel on Climate Change*, 1996. [Online]. Available: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/guidelin/ch4ref5.pdf>. [Accessed: 15-Jun-2017].
- [9] W. Kaewpradit et al., "Mixing groundnut residues and rice straw to improve rice yield and n use efficiency," *Field crops research*, vol. 110, no. 2, pp. 130-138, Feb. 2009.
- [10] K. Surekha, K. P. C. Reddy, A. P. P. Kumari, and P. C. S. Cruz, "Effect of Straw on Yield Components of Rice (*Oryza sativa* L.) Under Rice-Rice Cropping System," *Journal of Agronomy and Crop Science*, vol. 192, no. 2, pp. 92-101.