



การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและระยะคืนทุนของเครื่องตัดสับสำหรับลดขนาดทางกายภาพฟางและตอซังแบบลากจูง Breakeven and Payback Period Analysis of a Shredder for Physical Reduction of Straw and Stubble

ไพโรจน์ นะเที่ยง^{1*}

Pairote Nathiang^{1*}

¹ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์, อุดรดิตถ์ 53000

¹Department of Industrial Technology, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000

*Corresponding author: Tel.: +66-098-804-9275, E-mail: Pairote.n@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนการใช้งาน จุดคุ้มทุน และระยะเวลาคืนทุนของเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูงสำหรับจัดการฟางและตอซังหลังการเก็บเกี่ยวให้มีความยาวเฉลี่ย 50-100 mm ซึ่งจะช่วยลดอุปสรรคในการไถเตรียมดินและทำให้คลุกเคล้าฟางและตอซังลงในดินได้อย่างสม่ำเสมอ โดยการใช้หลักการคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง ผลการวิจัย พบว่า จุดคุ้มทุนของการใช้งานมีค่าเท่ากับ 127 ไร่/ปี⁻¹ มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 10.84 month ซึ่งเมื่อเทียบกับช่วงระยะเวลาที่มีการใช้งานเพียง 2 month/year⁻¹ ตามช่วงฤดูการทำนาปีละ 2 ครั้ง จึงใช้ระยะเวลา 5 years 25 days จึงจะทำให้เกษตรกรสามารถถึงจุดคุ้มทุนเมื่อเทียบกับเงินลงทุนค่าเครื่องจักรที่มีราคา 120,000 baht

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์, เทคโนโลยีเครื่องตัดสับ, ฟางและตอซัง

Abstract

This research aims to analyze the operating cost, break-even point, and payback period of a tractor-drawn straw and stubble chopper used for post-harvest management of rice straw and stubble to achieve an average length of 50–100 mm. This helps reduce obstacles during soil preparation and allows for uniform incorporation of straw and stubble into the soil. The analysis uses the straight-line depreciation method. The results showed that the break-even point of the machine was 127 ไร่/ปี⁻¹, with a payback period of 10.84 months. However, given that the machine is used only 2 months/year⁻¹ during the biannual rice cultivation seasons, the actual time required to reach the break-even point is 5 years and 25 days, based on an initial investment cost of 120,000 baht.

Keywords: Economic analysis, Shredder technology, Straw

1 บทนำ

ปัจจุบันในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวเกษตรกรทำนานิยมใช้เครื่องเกี่ยวมัดข้าวเป็นหลัก โดยเครื่องเกี่ยวมัดข้าวจะทิ้งเศษฟางไว้ในแปลงนามีขนาดความยาวมากกว่า 100 mm (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) โดยจะรวมตัวและสะสมกันเป็นชั้นอยู่บนผิวดินทำให้ไม่สามารถเตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์ได้ตามปกติ (ชุติวัฒน์ และดิเรก, 2540) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Butt et al. (1986) และ ปณณวิชัย ทองคำ (2565) ที่พบว่าฟางที่ถูกสับให้มีความยาวเฉลี่ย 50-100 mm เป็นขนาดความยาวที่ทำให้การย่อยสลายได้อย่างเหมาะสม

รวมทั้งทำให้การคลุกเคล้าในดินเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอด้วย อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Gilbertson and Knight (1986) ที่ได้แบ่งความยาวของฟางออกเป็น 3 ช่วง ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดปัญหาในการคลุกเคล้าลงในดินว่า ฟางที่มีขนาดความยาว 0-50 mm โดยทั่วไปเป็นที่ยอมรับว่าไม่ก่อให้เกิดปัญหาในการคลุกเคล้าลงในดิน ส่วนฟางที่มีขนาดความยาว 50-120 mm อาจก่อให้เกิดปัญหาบ้างทำให้จำนวนของวิธีการเตรียมดินลดลง และฟางที่มีขนาดความยาวมากกว่า 120 mm ไม่เหมาะสมกับวิธีการเตรียมดินวิธีการใด ๆ นอกจากการไถด้วยต้นกำลังและอุปกรณ์เตรียมดินขนาดใหญ่เพียงวิธีการเดียวเท่านั้น ดังนั้นจึงทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องตัด

Received: April 02, 2024

Revised: June 05, 2024

Accepted: February 03, 2025

Available online: June 24, 2025

สับสำหรับลดขนาดทางกายภาพของฟางและตอซังแบบลากจูง สำหรับใช้เป็นเครื่องจักรกลการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวที่สามารถทำให้ฟางและตอซังมีขนาดสั้นลงโดยเฉลี่ย 50-100 mm ซึ่งเป็นความยาวที่ทำให้การคลุกเคล้าลงไปในดินทำได้ อย่างสม่ำเสมอและช่วยลดอุปสรรคในการไถเตรียมดิน อีกทั้งยังพบว่าการไถกลบฟางและตอซังลงที่มีการลดขนาดลงไปในดินในระยะความลึก 15 ถึง 20 cm ร่วมกับการหมักทางชีวภาพด้วยการใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง เชื้อราไตรโครโดมา และปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเป็นระยะเวลา 100 day มีผลทำให้ค่าอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย (0.1-0.29%) อีกทั้งยังทำให้ปฏิกิริยาทางเคมีของดินมีแนวโน้มเป็นกรดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ยังคงเป็นสภาวะที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นข้าว (ไพโรจน์, 2563)

โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาถึงต้นทุนในการใช้งาน รวมถึงวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุน เพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมสำหรับนำไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจสำหรับเกษตรกรเมื่อมีการนำเทคโนโลยีเครื่องตัดสับสำหรับลดขนาดทางกายภาพของฟางและตอซังแบบลากจูงไปใช้งานจริง โดยผู้วิจัยคาดหวังว่าเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรที่พัฒนาขึ้นร่วมกับสถานประกอบการนี้จะเป็นตัวอย่างหนึ่งของการนำสิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากงานวิจัยไปการใช้ประโยชน์และสามารถต่อยอดไปสู่เชิงพาณิชย์ได้ต่อไป

2 อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาด้านต้นทุนและวิเคราะห์จุดคุ้มทุนรวมทั้งระยะเวลาคืนทุนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีต้นแบบเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูงที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นโดย ไพโรจน์ และคณะ (2561) ตามภาพที่ Figure 1 โดยมีส่วนประกอบสำคัญคือ (1) เฟลาส่งกำลังจากเพืองท้าย PTO รถแทรกเตอร์ (2) ชุดลูกกวักสำหรับเก็บฟางลอยและตอซัง (3) ชุดใบมีดสำหรับตัดตอซัง (4) เครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำขนาด 10 hp (5) ชุดใบมีดสำหรับตัด-สับ (6) ถังรับน้ำหนัก (7) ชุดปากเก็บฟางข้าวและตอซัง (8) ชุดเกลียวดูดเศษฟางและตอซัง (9) มูเล่-สายพานส่งกำลังจากเพืองท้าย PTO ของรถแทรกเตอร์ (10) แกนเฟลาส่งกำลังต่อกับเพืองท้าย PTO รถแทรกเตอร์ (11) โครงสร้างเหล็กตัวไอขึ้นรูป และ (12) ชุดต่อพ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์

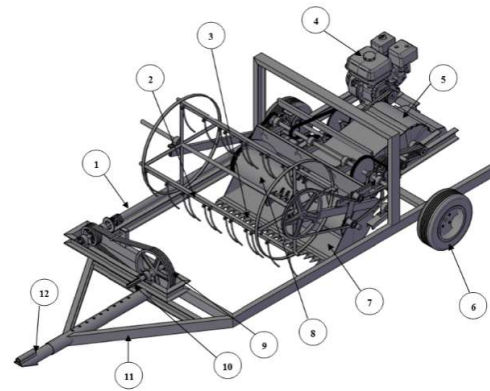


Figure 1 Schematic diagram of shredder for physical reduction of straw and stubble.

2.1 สมรรถนะการทำงานของเทคโนโลยีเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง

ผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูงไปทดสอบในพื้นที่แปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว 2 day โดยใช้รถแทรกเตอร์คูโบต้ารุ่น L3608 สำหรับลากจูงเครื่องตัดสับฟางและตอซัง ความเร็วในการขับเคลื่อนรถแทรกเตอร์ลากจูงใช้ความเร็วคงที่ 20 km hr⁻¹ (เกียร์ Low) ส่วนเครื่องยนต์ต้นกำลังที่ใช้สำหรับหมุนชุดโครงใบมีดที่ใช้ตัดสับฟางและตอซังทำงานในรอบคงที่ 2,000 r min⁻¹ ความเร็วรอบของชุดโครงใบมีด 1,800 r min⁻¹ ซึ่งเป็นความเร็วรอบสูงสุดของชุดโครงใบมีด ตามภาพที่ Figure 2 โดยทำการวัดกำลังการผลิตและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วรอบการหมุนของชุดเกลียวดูดสำหรับลำเลียงฟางและตอซังเข้าไปตัดสับ 3 ระดับ ในอัตราความเร็วรอบที่ 68, 84 และ 102 r min⁻¹ ตามภาพที่ Figure 3 โดยทำการทดสอบซ้ำจำนวน 5 ครั้งต่อการทดลอง ซึ่งผลการทดสอบ แสดงไว้ในตารางที่ Table 1 และ Table 2 จากวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนปริมาณฟางและตอซังข้าวที่ความเร็วรอบชุดเกลียวดูดลำเลียงระดับต่าง ๆ พบว่าที่ความเร็วรอบของชุดเกลียวดูดลำเลียงที่แตกต่างกันส่งผลต่อปริมาณฟางและตอซังข้าวที่ตัดสับได้และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยที่ความเร็วรอบการหมุนของชุดเกลียวดูดลำเลียงในอัตราความเร็วรอบที่ 68 r min⁻¹ สามารถสับย่อยฟางและตอซังได้ในปริมาณเฉลี่ย 145.20 kg hr⁻¹ ปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ต้นกำลังเท่ากับ 780 ml hr⁻¹ หรือ 13.00 ml min⁻¹ ขนาดความยาวเฉลี่ย 20-50 mm ตามภาพที่ Figure 4 (1) ส่วนความเร็วรอบการหมุนของชุดเกลียวดูดลำเลียงในอัตราความเร็วรอบที่ 84 r min⁻¹ สามารถสับย่อยฟางและตอซังได้ในปริมาณเฉลี่ย 265.20 kg hr⁻¹ การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ต้นกำลังเท่ากับ 888 ml hr⁻¹ หรือ 14.80 ml min⁻¹ ขนาดความยาวเฉลี่ย 50-60 mm ตามภาพที่ Figure 4 (2) และที่ความเร็วรอบการหมุนของชุดเกลียวดูดลำเลียงในอัตราความเร็วรอบที่

102 r min⁻¹ สามารถสับย่อยฟางและตอซังได้ในปริมาณเฉลี่ย 450.00 kg hr⁻¹ การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ต้นกำลังเท่ากับ 972 ml hr⁻¹ หรือ 16.20 ml min⁻¹ ขนาดความยาวเฉลี่ย 80-100 mm ตามภาพที่ Figure 4 (3) ซึ่งเป็น

2.2 สมรรถนะการทำงานสูงสุดของเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง

ผลจากการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าสมรรถนะการทำงานของเทคโนโลยีเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง ที่ใช้การลากจูงด้วยรถแทรกเตอร์คูโบต้ารุ่น L3608 ด้วยความเร็วคงที่ 20 km hr⁻¹ (เกียร์ Low) โดยเครื่องยนต์ต้นกำลังที่ใช้สำหรับหมุนชุดโครงใบมีดที่ใช้ตัดสับฟางและตอซังทำงานในรอบคงที่ 2,000 r min⁻¹ ความเร็วรอบของชุดโครงใบมีด 1,800 r min⁻¹ ซึ่งเป็นความเร็วรอบสูงสุด และใช้ความเร็วรอบสูงสุดของชุดเกียร์ชุดล่างในอัตรา 102 r min⁻¹ ปฏิบัติงานตัดสับฟางและตอซังในพื้นที่ขนาด 1 rai (1,600 m²) ในระยะเวลา 1 hr พบว่าสามารถตัดสับฟางและตอซังได้เป็นพื้นที่ 840 m² หรือเทียบได้เท่ากับ 0.5 rai ซึ่งเท่ากับว่าเครื่องตัดสับฟางและตอซังต้องใช้เวลาในการปฏิบัติงานเป็นระยะเวลา 2 hr จึงจะสามารถตัดสับฟางและตอซังในพื้นที่ 1 rai ได้ทั้งหมด ดังนั้นจึงทำให้สามารถสรุปได้ว่าสมรรถนะการทำงานสูงสุดของเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูงมีค่าเท่ากับ 0.5 rai hr⁻¹ คิดเป็น 4 rai day⁻¹ (เวลาปฏิบัติงาน 8 hr day⁻¹)



Figure 2 Measurement of the amount of straw and stubble cutting at different rotational speeds of the suction screw unit.



Figure 3 Suction screw set for transporting straw and stubble to be cut and chopped.



(1) Rotational speed 68 r min⁻¹ (2) Rotational speed 84 r min⁻¹



(3) Rotational speed 102 r min⁻¹

Figure 4 Lengths of straw and stubble cut by rotating the suction screw unit at different speeds.

Table 1 Production capacity and fuel consumption at different conditions.

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

Table 2 Analysis of variances of production capacity and fuel consumption.

Revolution	Capacity (kg hr ⁻¹)	Oil (ml min ⁻¹)
68 rpm	145.20 ± 5.02 ^a	13.00 ± 0.71 ^a
84 rpm	265.20 ± 5.02 ^b	14.80 ± 0.83 ^b
102 rpm	450.00 ± 4.24 ^c	16.20 ± 0.83 ^c
F-test	**	**
%cv	45.27	10.52

Note: a,b,c = significant (p < 0.05) by independent sample t-test, ns = not significant

3 ผลและวิจารณ์

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยีเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง ใช้หลักการของ Hunt (1976) เมื่อคิดค่าเสื่อมราคาเป็นแบบเส้นตรง (Straight-Line Method) โดยคำนวณหาต้นทุนการใช้งาน จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนเมื่อมีการนำไปใช้เพื่อการจัดการฟางและตอซังหลังการเก็บเกี่ยว จากสมการคำนวณต้นทุน ดังนี้

$$Ac = (Fc/A) + (1/Ct) [R\&M+F+O+Lo+L1] \quad (1)$$

$$Fc = D + I \quad (2)$$

$$D = (P-S)/N \quad (3)$$

$$I = [(P+S)/2] (r/100) \quad (4)$$

เมื่อกำหนดให้

Ac = ต้นทุนการใช้งานเครื่องจักร Baht rai⁻¹

Fc = ต้นทุนคงที่ Baht year⁻¹

A = พื้นที่การใช้งานใน 1 ปี Rai

Ct = ประสิทธิภาพของเครื่องจักร Rai hr⁻¹

D = ค่าเสื่อมราคา Baht year⁻¹

I = ดอกเบี้ย Baht year⁻¹

สมการคำนวณระยะเวลาคืนทุนในการใช้งานเทคโนโลยีเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง โดยให้ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period, PBP) คือ ช่วงระยะเวลาจากการเริ่มลงทุนถึงเวลาที่ผลประโยชน์สุทธิ (Net Benefits) ของการดำเนินงานมีค่าเท่ากับการลงทุน

$$PBP = \frac{\text{จำนวนเงินลงทุน}}{\text{ผลประโยชน์สุทธิ - ต้นทุนแปรผัน}} \quad (5)$$

3.1 การคำนวณหาต้นทุนการใช้งานเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง

ราคาเครื่อง (P) = 120,000 Baht

อายุการใช้งาน (N) = 10 Year

มูลค่าซาก (S) = 0 Baht

อัตราดอกเบี้ย (r) = 4.5% year⁻¹

(อ้างอิงจากธนาคาร SME Bank ประเภทสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม: 2567)

ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (R&M) = 1.2% ของราคาเครื่อง/100 hr = 0.012x120,000/100 = 14.40 Baht hr⁻¹

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงรถแทรกเตอร์ (F₁) = ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 2 l rai⁻¹ ราคาเฉลี่ย 30 Baht เท่ากับ 60 Baht rai⁻¹ (ทำงาน 4 rai day⁻¹) เท่ากับ 8 l day⁻¹ หรือ 1.0 l hr⁻¹ คิดเป็น 30 Baht hr⁻¹ หรือ 240 Baht day⁻¹

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำ (F₂) = ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 972 ml hr⁻¹ หรือ 0.972 l hr⁻¹ ราคาเฉลี่ย 30 Baht (ทำงาน 8 hr day⁻¹) ใช้น้ำมันเท่ากับ 7.77 l day⁻¹ หรือ 0.972x30 = 29.16 Baht hr⁻¹ หรือ 233 Baht day⁻¹

ค่าน้ำมันหล่อลื่น (O) = 10% ของราคาน้ำมันเชื้อเพลิง

$$= 0.1 \times 59.1$$

$$= 5.91 \text{ Baht hr}^{-1}$$

ค่าแรงงานคนขับ(Lo) = 300 Baht day⁻¹ หรือชั่วโมงละ 37.5 Baht hr⁻¹ (เวลาทำงาน 8 hr day⁻¹)

ค่าแรงงานผู้ช่วย(L1) = 0 Baht day⁻¹ (ไม่ใช้ผู้ช่วย)

ประสิทธิภาพการทำงาน (Ct) = 4 Rai day⁻¹ หรือ 0.5 Rai hr⁻¹

จากสมการที่ 3 D = (P-S)/N

$$= (120,000-0)/10$$

$$= 12,000 \text{ Baht year}^{-1}$$

จากสมการที่ 4 I = [(P+S)/2](r/100)

$$= [(120,000+0)/2](4.5/100)$$

$$= 2,700 \text{ Baht year}^{-1}$$

แทนค่า D และ I ในสมการที่ 2 Fc = D + I

$$= 12,000+2,700$$

$$= 14,700 \text{ Baht year}^{-1}$$

เมื่อแทนค่าต่าง ๆ ในสมการที่ 1

$$Ac = (Fc/A) + (1/Ct) [R\&M + F + O + Lo + L1]$$

$$= (14,700/A) + (1/0.5)[14.40+59.1+5.91+37.5+0]$$

$$= (14,700/A) + 2[116.91]$$

$$= (14,700/A) + 233.82$$

การคำนวณหาค่าต้นทุนของการใช้งานเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง (Ac) ทำได้โดยการแทนค่าพื้นที่การใช้งานเครื่องต่อปี (A) โดยผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบกับกรไถกลบฟางและตอซังหลังการเก็บเกี่ยวด้วยรถแทรกเตอร์ที่มีอัตราค่าจ้างในราคา 350 Baht rai⁻¹

3.2 การคำนวณหาจุดคุ้มทุนการใช้งานเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง

การคำนวณหาจุดคุ้มทุนการใช้งานเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง สามารถคำนวณด้วยการแทนค่าต้นทุนการไถกลบฟางและตอซังหลังการเก็บเกี่ยวด้วยการใช้รถแทรกเตอร์ที่มีอัตราค่าจ้างในราคา 350 Baht rai⁻¹ แล้วจึงคำนวณค่า (A) ออกมาได้ดังนี้

$$Ac = (14,700/A) + 233.82$$

$$350 = (14,700/A) + 233.82$$

$$A = 14,700/(350-233.82)$$

$$= 14,700/116.18$$

$$= 126.52 \text{ Rai year}^{-1} \text{ หรือ } 127 \text{ Rai year}^{-1}$$

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าจุดคุ้มทุนของการใช้งานเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูงมีค่าเท่ากับ 127 Rai year⁻¹ เมื่อเปรียบเทียบกับกรไถกลบฟางและตอซังหลังการเก็บเกี่ยวด้วยรถแทรกเตอร์

3.3 การคำนวณระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period, PBP)

การใช้งานเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง

สามารถคำนวณด้วยการแทนค่าจากจำนวนเงินลงทุนในส่วนของค่าเครื่องจักรที่มีราคา 120,000 Baht จากนั้นจึงทำการคำนวณตามสมการเพื่อหาระยะเวลาคืนทุน ดังนี้

1. เงินลงทุน (ค่าเครื่องฯ) = 120,000 Baht

2. ผลตอบแทนจากการใช้งานเฉลี่ยต่อปี โดยกำหนดให้มีการใช้งานในช่วงระยะเวลาในการทำงาน 2 month year⁻¹ (กำหนดตามช่วงฤดูการทำงานปีละ 2 ครั้ง)

3. อัตราการทำงานเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูงมีสมรรถนะการทำงานเฉลี่ย 4 Rai day⁻¹ หรือคิดเป็น 0.5 Rai hr⁻¹ (ทำงานวันละ 8 hr day⁻¹, เดือนละ 20 day, ปีละ 2 month)

4. อัตราค่าจ้างเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง ราคา 400 Baht rai⁻¹ สามารถทำงานได้ $4 \times 20 = 80$ Rai month⁻¹

5. อัตราผลตอบแทน (รายได้) $80 \times 400 = 32,000$ Baht month⁻¹ เมื่อครบระยะเวลา 2 month จะทำให้มีรายได้ $32,000 \times 2 = 64,000$ Baht year⁻¹

6. การคำนวณหาต้นทุนการใช้งานเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง (ต้นทุนแปรผัน month⁻¹) ประกอบด้วย

6.1 ค่าดอกเบี้ย 4.5% year⁻¹ = 225 Baht

6.2 ค่าบำรุงรักษา 1.2% = 2,304 Baht

6.3 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง = 9,460 Baht

6.4 ค่าน้ำมันหล่อลื่น 10% = 946 Baht

6.5 ค่าแรงงานคนขับ = 6,000 Baht

6.6 ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด (100 Baht day⁻¹) = 2,000 Baht

ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายในการใช้งานเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูงจึงคิดเป็น 20,935 Baht month⁻¹

$$\begin{aligned} \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= \frac{120,000}{32,000 - 20,935} \\ &= 10.84 \text{ month} \end{aligned}$$

จากผลของการศึกษาถึงต้นทุนในการใช้งาน รวมถึงการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมสำหรับนำไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจสำหรับเกษตรกรเมื่อมีการนำเทคโนโลยีเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูงไปใช้งานจริงจึงพบว่ามียุทธศาสตร์การคืนทุนเท่ากับ 10.84 month หรือเทียบเท่าเป็นระยะเวลา 5 years 25 days จะทำให้เกษตรกรสามารถถึงจุดคุ้มทุนเมื่อเทียบกับเงินลงทุนค่าเครื่องจักรที่มีราคา 120,000 Baht (โดยเทียบกับช่วงระยะเวลาที่มีการใช้งานเพียง 2 month year⁻¹ ตามช่วงฤดูกาลทำงานปีละ 2 ครั้ง) ทั้งนี้ปัจจัยหลักที่อาจจะมีผลต่อระยะเวลาคืนทุนของการใช้งานเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง คือ ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง อัตราค่าจ้างค่าเดินทาง และประสิทธิภาพในการทำงานที่ต้องใช้เวลาในการเก็บฟางและตัดตอซังเพื่อนำไปสับย่อยเป็นระยะเวลาประมาณ 2 hr ถึงจะสามารถตัดสับฟางและตอซังได้ในพื้นที่ 1 Rai (กรณีฟางลอยหนาและตอซังสูง) ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อระยะเวลาคืนทุนในการใช้งานเครื่องจักร ดังนั้นหากมีการผันแปรของต้นทุนค่าใช้จ่ายในการใช้งานเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูงจากปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากปัจจัยหลักไม่

มากนักก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของระยะเวลาคืนทุนในการใช้งานตามที่ได้คำนวณเอาไว้

4 สรุป

เทคโนโลยีเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูง ที่ได้ทำการออกแบบและพัฒนาขึ้นจัดอยู่ในกลุ่มของเครื่องจักรกลการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรทำนาที่ต้องการลดการเผาทำลายหรือเก็บฟางและตอซังออกจากแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อนำฟางและตอซังในแปลงนามาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารพืชเพื่อช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและลดต้นทุนการทำงานได้ในอนาคต ผลจากการทดสอบสมรรถนะการทำงาน พบว่าเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูงมีสมรรถนะการทำงานสูงสุดเท่ากับ 0.5 rai hr⁻¹ หรือเท่ากับ 4 rai day⁻¹ (ปฏิบัติงาน 8 hr day⁻¹) โดยใช้เงื่อนไขการใช้งานที่เหมาะสมด้วยการลากจูงโดยรถแทรกเตอร์คูโบต้ารุ่น L3608 ความเร็วคงที่ 20 km hr⁻¹ (เกียร์ Low) ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต้นกำลังที่ใช้สำหรับหมุนชุดโครงใบมีดทำงานในรอบคงที่ 2,000 r min⁻¹ ความเร็วรอบของชุดโครงใบมีดที่ใช้ตัดสับฟางและตอซัง 1,800 r min⁻¹ การหมุนของชุดเกลียวดูดฟางและตอซังเข้าไปหาชุดโครงใบมีดในอัตราความเร็ว 102 r min⁻¹ สามารถสับย่อยฟางและตอซังได้ในปริมาณเฉลี่ย 450.00 kg hr⁻¹ มีปริมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ต้นกำลังเท่ากับ 972 ml hr⁻¹ หรือ 16.20 ml min⁻¹ ขนาดความยาวของฟางและตอซังที่ตัดสับได้เฉลี่ย 80-100 mm ซึ่งเป็นขนาดความยาวที่ทำให้การย่อยสลายได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งทำให้การคลุกเคล้าในดินเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เมื่อคำนวณต้นทุนการใช้งานพบว่าจุดคุ้มทุนของการใช้งานมีค่าเท่ากับ 127 Rai year⁻¹ เมื่อเปรียบเทียบกับกลไกการเก็บฟางและตอซังหลังการเก็บเกี่ยวด้วยรถแทรกเตอร์ ซึ่งเมื่อเกษตรกรนำเครื่องตัดสับฟางและตอซังแบบลากจูงไปใช้งานจะมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 10.84 month ซึ่งเมื่อเทียบกับช่วงระยะเวลาที่มีการใช้งานเพียง 2 month year⁻¹ ตามช่วงฤดูกาลทำงานปีละ 2 ครั้ง ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลารวมถึง 5 years 25 days จึงจะทำให้เกษตรกรสามารถถึงจุดคุ้มทุนเมื่อเทียบกับเงินลงทุนค่าเครื่องจักรที่มีราคา 120,000 Baht

5 กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินการวิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่สนับสนุนงบประมาณที่ใช้เป็นทุนวิจัย และขอขอบคุณนายบัณฑิต มีรอด ประธานกลุ่มเกษตรกรทำนาอินทรีย์ ตำบลไผ่ล้อม อำเภอลับแล จังหวัดอุดรดิตถ์ ที่ให้ใช้พื้นที่สำหรับเก็บข้อมูลซึ่งมีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

6 เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. คู่มือจัดการตอซัง สร้างดินยั่งยืน พื้นที่
สิ่งแวดล้อม. กรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ชุดวิวัฒน์ วรรณสาย, ดิเรก อินตาพรม. 2540. ผลของการ
จัดการฟางข้าวต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิต
ข้าว. วารสารเกษตรนเรศวร 3(1), 30-35
- ปณณวิทย์ ทองคำ. 2565. การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัด
ฟางข้าว. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต.
ปทุมธานี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ไพโรจน์ นะเที่ยง, จันเพ็ญ ชุมแสง, กันต์ อินทวงศ์. 2561.
เครื่องตัดสับสำหรับลดขนาดทางกายภาพของฟางและตอ
ซังข้าวแบบลากจูง. วารสารเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น 3(1),
43-48.
- ไพโรจน์ นะเที่ยง. 2563. ประสิทธิภาพการไถกลบฟางและตอ
ซังแบบตัดสับร่วมกับการหมักทางชีวภาพต่อสมบัติทาง
เคมีของดินนาบางประการ. สักทองวารสารวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี 8(1), 31-44.
- ศิริเชษฐ์ กองแก้ว, สิงห์รัฐ ชารี, ประไพพรรณ สิริกุล,
บัณฑิต ทองสร้อย, ฤกษ์ชัย ผลโพธิ์. 2564. การพัฒนาและ
ประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกำจัดวัชพืชในแปลง
ข้าวโพดหวาน. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 27(2), 12-18.
- สำนักพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม. 2559. รายงานผล
การศึกษาการใช้ชีวมวลฟางข้าว ใบและยอดอ้อย ลำต้น
ข้าวโพด เพื่อผลิตพลังงานทดแทน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- Butt, S., Quick, G. 1986. Handling straw and chaff
residue at harvest. The reader's digest, Kondinin
and districts farm improvement group. 384-388.
- Gilbertson, G. H., A.C. Knight. 1986. Straw chopping.
Agricultural Eng. 41(4), 120-125.
- Hunt D. 1976. Farm Power and Machine Management.
7th Edition. Iowa State University Press Ames,
Iowa.