

การออกแบบและประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดกิ่งยูคาลิปตัส

Design and Performance Evaluation of Eucalyptus Cutting Machine

วิรัตน์ หวังเขื่อนกลาง^{1*}, พลเทพ เวงสูงเนิน¹, วารี ศรีสอน¹, มงคลชัย คำปากดี¹

Virut Whangkuanklang^{1*}, Ponthap Vengsungne¹, Waree Srison¹, Mongkolchai Khompakdee¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, 30000

¹Department of Agricultural Machinery, Faculty of Engineering and Architecture Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, 30000, Thailand

*Corresponding author: Tel: +66-887110979, E-mail: virutw99@yahoo.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องตัดกิ่งยูคาลิปตัส เพื่อที่จะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน โดยทำการศึกษาความเร็วรอบของเพล่าใบมีดตัด 3 ระดับคือ 260 300 และ 340 รอบต่อนาที และทำการศึกษามุมของใบมีดตัด 3 ระดับคือ 25 35 และ 45 องศา พบว่า การทำงานของเครื่องตัดกิ่งยูคาลิปตัสที่ความเร็วรอบของใบมีดตัด 300 รอบต่อนาที และมุมของใบมีดตัด 25 องศา มีประสิทธิภาพการทำงานค่อนข้างสูง โดยมีค่าความสามารถในการตัด 378.36 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการตัด 82.72 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกิ่งที่มีขนาดตามต้องการ 71.20 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณกิ่งที่ไม่ได้ขนาดตามต้องการ 28.78 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: เครื่องตัด, มุมตัด, ยูคาลิปตัส, กิ่งไม้

Abstract

The objective of this research was to design and performance evaluation of Eucalyptus cutting machine. The factors comprised three levels of blade speed were 260 300 and 340 rpm, and three levels of cutting angle were 25 35 and 45 degrees. The results of this study have shown that the operation setting of factors was as follows: blade speed was 300 rpm and cutting angle was 25 degrees, which affecting to the material capacity of 378.36 kg/h, the cutting efficiency of 82.72% and the full-piece and broken-piece of 71.20%, 28.78% respectively.

Keywords: Cutter, Cutting angle, Eucalyptus, Branch

1. บทนำ

ยูคาลิปตัสเป็นไม้โตเร็วต่างถิ่นซึ่งเป็นวัตถุดิบอีกประเภทที่สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทน (นิคม, 2551) ในปี 2559 ประเทศไทยมีพื้นที่ในการเพาะปลูกยูคาลิปตัส 794,064 ไร่ มีผลผลิต 1.13 ล้านตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) ไม้ยูคาลิปตัสสามารถนำไปใช้ประโยชน์มากมาย ส่วนใหญ่ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมกระดาษ (อังคณา, 2560) การตัดไม้ยูคาลิปตัสทำให้เกิดปัญหาขยะจากเศษไม้ ใบไม้ และกิ่งไม้ถูกทิ้งขว้างอย่างไร้ราคา

ปัจจุบันสภาวะด้านพลังงานเป็นปัญหาที่วิกฤตต่อสภาวะเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเป็นอย่างมาก (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, 2556) เศษวัสดุเหลือใช้ทางการ เช่น ฟางข้าว ใบไม้ เศษไม้ กิ่งไม้สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันหรือแก๊สหุงต้มได้ (ธนาพล, 2558) ซึ่งปัจจุบันมีการศึกษาอุปกรณ์และกลไกที่จะแปรรูปเศษวัสดุเหล่านี้ไปใช้ทำเชื้อเพลิง เช่น เครื่องสับย่อย เครื่องอัดแข็ง เป็นต้น แต่เนื่องจากวัสดุเหล่านี้มี

ลักษณะและวิธีการแปรรูปก่อนนำไปใช้แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องศึกษาและออกแบบอุปกรณ์หรือกลไกในการจัดการเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรให้เหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อ โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้คือการออกแบบและประเมินประสิทธิภาพเครื่องตัดกิ่งยูคาลิปตัสเพื่อนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของกิ่งไม้ยูคาลิปตัส

นำกิ่งไม้ยูคาลิปตัสจำนวน 50 กิ่ง มาวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดและน้ำหนัก แล้วหาขนาดของกิ่งไม้ยูคาลิปตัสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดและต่ำสุด

2.2 การศึกษาวิธีการนำกิ่งยูคาลิปตัสไปใช้เชื้อเพลิงของเกษตรกร

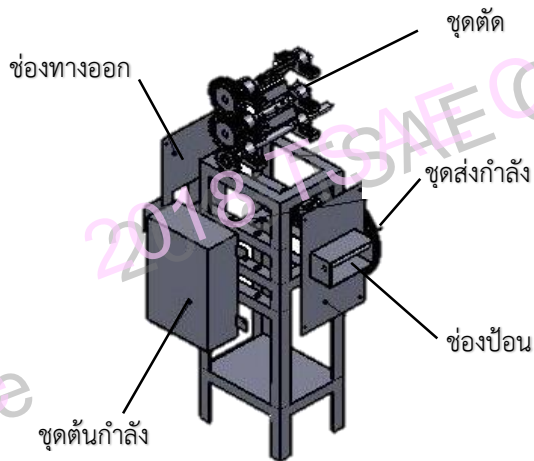
ให้เกษตรกรทำการตัดกิ่งไม้ยูคาลิปตัสเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงตามปกติ จากนั้นวัดขนาดความยาวและชั่งน้ำหนักต่อท่อน และทำการวัดขนาดของเตาโดยวัดความสูงจากแผ่นรังผึ้งขึ้นมาสุด

ขอบของเตา วัดความกว้างของเตาจากขอบในฝั่งซ้ายถึงขอบในฝั่งขวา สุ่มวัดขนาดจำนวน 10 เตา

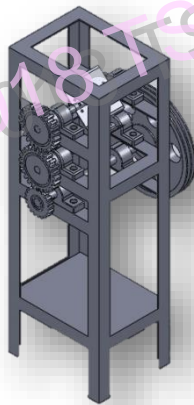
2.3 การออกแบบและการสร้างเครื่องตัดกิ่งยูคาลิปตัส

การออกแบบเครื่องตัดกิ่งยูคาลิปตัสมีส่วนประกอบหลัก (ภาพที่ 1) ดังนี้

- 1) ชุดต้นกำลัง มีชุดพู่เล่ย์สำหรับต่อเข้ากับมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า ใช้ไฟฟ้า 220 โวลล์ (ภาพที่ 2)
- 2) ชุดตัด มีลักษณะเป็นเพลลาหมุนขบกับใบมีดติดกับเพลลาทั้ง 2 แต่ละเพลลาติดใบมีด 2 ชั้น สามารถปรับมุมใบมีดได้ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ชั้น ใบมีดมีความหนา 1.5 มิลลิเมตร ความสูง 50 มิลลิเมตร และความกว้าง 170 มิลลิเมตร



ภาพที่ 1 เครื่องตัดกิ่งยูคาลิปตัส



ภาพที่ 2 การติดตั้งชุดส่งกำลังและชุดตัด

2.4 วิธีการทดสอบเครื่องตัดกิ่งยูคาลิปตัส

การทดสอบครั้งนี้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

- 1) การศึกษาหาความเร็วใบมีดที่เหมาะสม ปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบ คือ ความเร็วรอบของเพลลาขับใบมีด 3 ระดับ ได้แก่ 260 300 340 rpm จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ท่อน (น้ำหนัก 6-7 kg) กำหนดมุมใบมีด 25 องศา (จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)
- 2) การศึกษาหามุมใบมีดที่เหมาะสม ปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบ คือ มุมใบมีด 3 ระดับ ได้แก่ 25 35 45 องศา จำนวน 3

ซ้ำ ซ้ำละ 10 ท่อน (น้ำหนัก 6-7 kg) กำหนดความเร็วใบมีด 300 rpm (เลือกจากการทดสอบในข้อที่ 1))

- 3) การทดสอบทั้ง 2 ส่วนทำการเก็บข้อมูลโดยการวัดขนาดท่อนกิ่งยูคาลิปตัสที่ผ่านเครื่องตัด ซึ่งจะคัดแยกท่อนที่ได้ขนาดตามที่กำหนดคือ 10-20 cm (ท่อนดี) และท่อนที่สั้นหรือยาวกว่าที่กำหนด (สูญเสีย) ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การคัดแยกท่อนยูคาลิปตัส

- 4) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสามารถในการทำงาน เปอร์เซ็นต์ท่อนดี และเปอร์เซ็นต์สูญเสีย ดังสมการต่อไปนี้

$$C = (W_c/T) \quad (1)$$

$$G = (W_c/W_d) \times 100 \quad (2)$$

$$L = (W_w/W_t) \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ

C คือ ความสามารถในการทำงาน (kg h^{-1})

G คือ เปอร์เซ็นต์ท่อนดี (%)

L คือ เปอร์เซ็นต์สูญเสีย (%)

W_c คือ น้ำหนักท่อนที่ได้ตามขนาดที่กำหนด (kg)

W_d คือ น้ำหนักท่อนสั้นหรือยาวกว่าที่กำหนด (kg)

W_t คือ น้ำหนักของกิ่งยูคาลิปตัสที่ป้อนเข้าไปทั้งหมด (kg)

T คือ เวลาที่ใช้ในการกะเทาะ (h)

3. ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกิ่งยูคาลิปตัส

กิ่งยูคาลิปตัสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.96 cm ความยาวเฉลี่ย 169.60 cm และมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อท่อน 0.78 kg

3.2 การศึกษาวิธีการตัดกิ่งยูคาลิปตัสเพื่อเลือกเพลิงของเกษตรกร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเตาเฉลี่ย 20.10 cm และความสูงเฉลี่ย 10.57 cm เกษตรกรทำการตัดกิ่งยูคาลิปตัสความยาวท่อนละ 10-20 cm (เพื่อสามารถใส่เข้าไปในเตาได้พอดี)

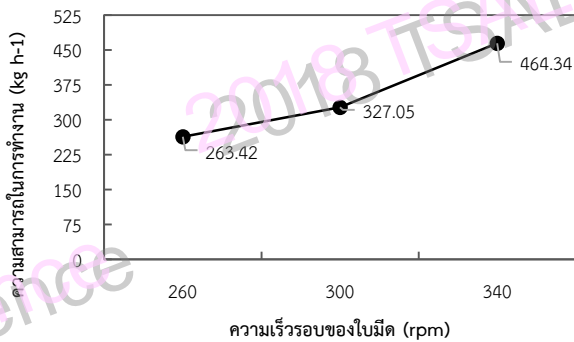
3.3 ผลการทดสอบเครื่องตัดกิ่งยูคาลิปตัส

1) ผลการศึกษาหาความเร็วใบมีดที่มีผลต่อความสามารถในการทำงาน และประสิทธิภาพในการตัด แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความเร็วใบมีดที่มีต่อสมรรถนะการตัด

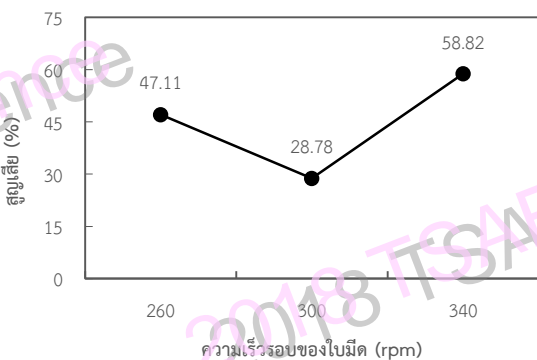
ความเร็วใบมีด (rpm)	C (kg h ⁻¹)	G (%)	L (%)
260	263.42	53.71	47.11
300	327.05	71.20	28.78
340	464.34	58.82	38.62

จากตารางที่ 1 พบว่า เครื่องตัดกิ่งยูคาลิปตัสมีความสามารถในการทำงาน 263.42 ถึง 464.24 kg h⁻¹ เปอร์เซ็นต์ท่อนดี 53.71% ถึง 71.20% และเปอร์เซ็นต์สูญเสีย 28.78% ถึง 47.11% นำข้อมูลผลการทดสอบเครื่องตัดกิ่งยูคาลิปตัสวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วใบมีด และสมรรถนะการตัด (ความสามารถในการทำงาน เปอร์เซ็นต์ท่อนดี และเปอร์เซ็นต์สูญเสีย) ดังภาพที่ 4 ภาพที่ 5 และภาพที่ 6



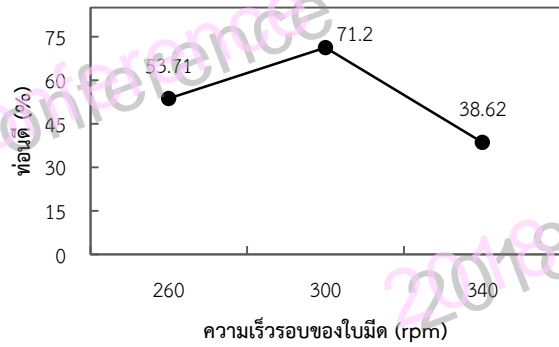
ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ความเร็วใบมีดที่มีต่อความสามารถในการทำงาน

ความสัมพันธ์ของความเร็วใบมีดที่มีต่อความสามารถในการทำงานดังภาพที่ 4 พบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วใบมีด มีผลทำให้ความสามารถในการทำงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ความเร็วใบมีดที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ท่อนดี

ภาพที่ 5 พบว่า ความเร็วใบมีด 260-300 rpm เปอร์เซ็นต์ท่อนดีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และที่ความเร็วใบมีด 300-340 rpm เปอร์เซ็นต์ท่อนดีมีแนวโน้มลดลง



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ความเร็วใบมีดที่มีต่อเปอร์เซ็นต์สูญเสีย

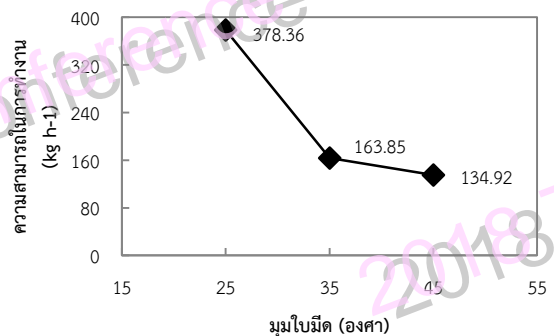
ความสัมพันธ์ของใบมีดที่มีต่อเปอร์เซ็นต์สูญเสีย ดังภาพที่ 4 พบว่า ความเร็วใบมีด 260-300 rpm เปอร์เซ็นต์สูญเสียมีแนวโน้มลดลง และที่ความเร็วใบมีด 300-340 rpm เปอร์เซ็นต์ท่อนดีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

2) ผลการศึกษาหามุมใบมีดที่มีผลต่อความสามารถในการทำงาน และประสิทธิภาพในการตัด แสดงดังตารางที่ 1

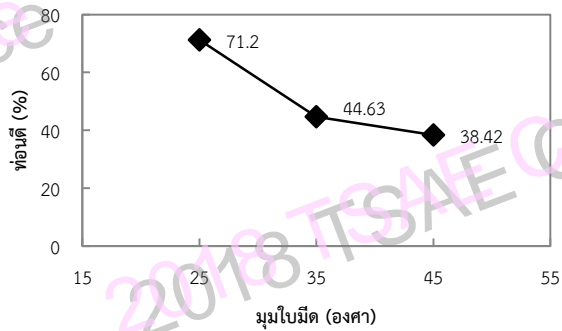
ตารางที่ 2 ผลการทดสอบมุมใบมีดที่มีต่อสมรรถนะการตัด

มุมใบมีด (องศา)	C (kg h ⁻¹)	G (%)	L (%)
25	378.36	71.20	28.78
35	163.85	44.63	49.29
45	134.92	38.42	58.56

จากตารางที่ 2 พบว่า เครื่องตัดกิ่งยูคาลิปตัสมีความสามารถในการทำงาน 134.92 ถึง 378.36 kg h⁻¹ เปอร์เซ็นต์ท่อนดี 38.42% ถึง 71.20% และเปอร์เซ็นต์สูญเสีย 28.78% ถึง 58.56% นำข้อมูลผลการทดสอบเครื่องตัดกิ่งยูคาลิปตัสวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วใบมีด และสมรรถนะการตัด (ความสามารถในการทำงาน เปอร์เซ็นต์ท่อนดี และเปอร์เซ็นต์สูญเสีย) ดังภาพที่ 7 ภาพที่ 8 และภาพที่ 9

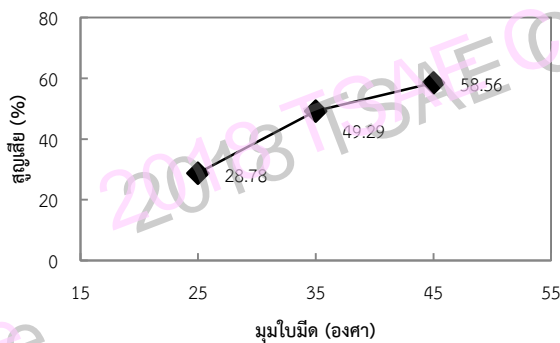


ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์มุมใบมีดที่มีต่อความสามารถในการทำงาน ความสัมพันธ์ของมุมใบมีดที่มีต่อความสามารถในการทำงาน ดังภาพที่ 7 พบว่า เมื่อเพิ่มมุมใบมีด มีผลทำให้ความสามารถในการทำงานมีแนวโน้มลดลง



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์มมไวมืดที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ทอนดี

ภาพที่ 8 พบว่า เมื่อมมไวมืดเพิ่มขึ้น มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ทอนดีมีแนวโน้มลดลง



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์มมไวมืดที่มีต่อเปอร์เซ็นต์สูญเสีย

ความสัมพันธ์ของมมไวมืดที่มีต่อเปอร์เซ็นต์สูญเสีย ดังภาพที่ 9 พบว่า เมื่อเพิ่มมมไวมืด มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์สูญเสียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

4. สรุป

เครื่องตัดกิ่งยูคาลิปตัสเพื่อที่จะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน ควรใช้ความเร็วรอบของใบมีดตัด 300 rpm และมุมของใบมีดตัด 25 องศา

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้การสนับสนุนการทำงานวิจัยและเผยแพร่ผลงานวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. ยูคาลิปตัส. แหล่งข้อมูล <http://www.agriinfo.doae.go.th/year60/plant/rortor/perennial/euca.pdf>. เข้าถึง เมื่อ 23 มกราคม 2561.

ธนาพล ตันติสัตยกุล, สุริยฉาย พงษ์เกษม, ปรีดิ์ปวีณ ภูหญา, ภาณุวัฒน์ ไถ่บ้านกวย. 2558. พลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากทางมะพร้าว. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 23(3), 418-431.

นิคม แหลมสัก, วิวัฒน์ หาญวงศ์จรีวัฒน์, จงรัก วัชรินทร์รัตน์, สคาร ที่จันทัก, สาทิศ ดิลกสัมพันธ์. 2551. การจัดการวัชตูปไม้โตเร็วเพื่อพลังงานทดแทนในการผลิตกระแสไฟฟ้าและแก๊สหุงต้ม. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 ประจำปี 2551, 467-473. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 29 มกราคม 2551- 1 กุมภาพันธ์ 2551.

อังคณา สุวรรณภูมิ. 2560. ยูคาลิปตัส-ไม้ค่าใจ. แหล่งข้อมูล: <http://www.doa.go.th/pibai/pibai/n11/v11-mar/ceaksong.html>. เข้าถึงเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2560.

สำนักนโยบายและแผนพลังงาน. 2556. รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2013. กระทรวง พลังงาน. กรุงเทพฯ.