

ผลของจำนวนใบมีด และความเร็วรอบใบมีดสับที่มีต่อสมรรถนะของชุดสับใบอ้อย  
Effect of Number of Blade and Cutting speed on the Performance of Cane Leaf Chopping Unit

นิรติศักดิ์ คงทน<sup>1,2,3,4</sup> สมโภชน์ สุดาจันทร์<sup>1,2,3,4</sup> กิตติพงษ์ ลาลูน<sup>1,2,3,4</sup> สมนึก ชูศิลป์<sup>1</sup> ณัฐพล โสภุดเลาะ<sup>1,3,4</sup>  
จักรพันธ์ ด้วงคำจันทร์<sup>1</sup> และศักดิ์ดา จำปานา<sup>3,4</sup>  
Nirattisak Khongthon<sup>1</sup>, Somposh Sudajan<sup>1,2,3,4</sup>, Kittipong Laloon<sup>1,2,3,4</sup>, Somnuk Chusil<sup>1</sup>, Nuttaphon Sogudlor<sup>1,3,4</sup>  
Duangkhamjan<sup>1</sup> and Sakda Champana<sup>3,4</sup>

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของจำนวนใบมีดและความเร็วรอบใบมีดสับ ที่มีต่อสมรรถนะในการสับใบอ้อย เพื่อนำไปทำเป็นเชื้อเพลิง ชุดทดสอบสับใบอ้อยมีส่วนประกอบหลักคือ ช่องป้อนวัสดุ ชุดหัวสับ ชุดลำเลียง ชุดถ่ายทอดกำลังและชุดโครงสับ ปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ จำนวนใบมีดสับ 3 ระดับ คือ 2 3 และ 4 ใบมีด และความเร็วรอบใบมีดสับ 4 ระดับ คือ 500 600 700 และ 800 รอบ/นาที ใช้ใบอ้อยพันธุ์ ขอนแก่น 3 ความชื้น 7.48 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) ในการทดสอบ และควบคุมอัตราป้อนที่ 260 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยมีค่าชี้ผลคือ ความสามารถในการสับ เปอร์เซ็นต์การสับและขนาดชิ้นใบอ้อยหลังสับ ผลการทดสอบ พบว่า การใช้ความเร็วรอบใบมีดสับในช่วง 500 ถึง 800 รอบ/นาที มีความเหมาะสมในการสับใบอ้อย ซึ่งความสามารถในการสับสูงสุด 232 กิโลกรัม/ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สับได้ขนาดที่เหมาะสมมากที่สุด 88.9 % เมื่อสับใบอ้อยด้วยใบมีด 3 ใบมีด ความเร็วรอบใบมีดสับ 800 รอบ/นาที และความยาวใบอ้อยที่สับได้มีค่าเฉลี่ย 2.1 เซนติเมตร

เมื่อเพิ่มจำนวนใบมีดสับ ขนาดชิ้นใบอ้อยเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง

คำสำคัญ : ใบอ้อย, เชื้อเพลิงชีวมวล, การสับ

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of number of blade and blade cutting speed on the performance of a sugarcane leaf chopping unit for fuel production. The chopping unit consisted of a feeder, cutter-head, outlet port, power drive unit and main frame. Three levels of number of blade; 2 3 and 4 blades and four levels of blade cutting speed; 500 600 700 and 800 rpm (5.23 6.28 7.33 และ 8.37 m/s) were studied. The Khon Kaen III variety of sugarcane leaf with an average moisture content of 7.48 % (wet basis) was used. The feed rate of 260 kg/h was used. The performance indicators used for the evaluation were working capacity, percentage weight of chopped leaves and length of chopped leaves. The results indicated that the cutting speed in the range of 500 to 800 rpm should be recommended. The highest working capacity, highest percentage weight of chopped leaves were 232 kg/h and 88.9 % with 3 blades and cutting speed of 800 rpm and average length of chopped leaves was 2.1 cm. The results affected of blade number indicated that length of chopped leaves was decreased with number of blade increased.

Keywords: Sugarcane leaf, biomass, chopping

คำนำ

อ้อยเป็นพืชที่มีความสำคัญอันดับต้นๆ ของโลก ทั่วโลกมีพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยมากกว่า 28.2 ล้านเฮกเตอร์ มีผลผลิตอ้อยกว่า 1,913 ล้านตันในปี 2009 (FAO, 2010) อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลในประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรมเกษตรอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ สามารถส่งออกน้ำตาลเป็นอันดับ 2 ของโลกรองจากบราซิล นำรายได้เข้าประเทศปีละประมาณ 73,000 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553)

<sup>1</sup> ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

<sup>2</sup> Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

<sup>3</sup> ศูนย์วิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

<sup>4</sup> Center for Alternative Energy Research and Development, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

<sup>5</sup> ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยี หลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

<sup>6</sup> Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400

<sup>7</sup> ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

<sup>8</sup> Agricultural Machinery and Postharvest Technology Center, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายปัจจุบันชาวอ้อยถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานที่จำเป็นสำหรับกระบวนการผลิตน้ำตาลเกือบ 100% ส่วนใบและยอดอ้อยเป็นเศษวัสดุที่เกิดบนพื้นที่เพาะปลูกเมื่อมีการเก็บเกี่ยวอ้อย ใบและยอดอ้อยปริมาณ 17 ล้านตัน สามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 4,105 เมกะวัตต์ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551) การนำใบและยอดอ้อยไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานต้องผ่านการสับลดขนาดและเพิ่มความหนาแน่นให้เหมาะสมต่อการนำไปเป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากขนาดและความหนาแน่นของเชื้อเพลิงมีผลต่อประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ (วรายุทธ, 2538) การนำใบและยอดอ้อยมาใช้เป็นแหล่งพลังงานจำเป็นต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ รวบรวมและขนส่ง อย่างไรก็ตามหากมีการกระจายแหล่งเครื่องมือเครื่องจักรในการแปรรูปชีวมวลจากไร่อ้อยเพื่อเพิ่มค่าพลังงานต่อปริมาตรของของใบและยอดอ้อยซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงให้ดียิ่งขึ้น จะสามารถช่วยลดต้นทุนค่าขนส่ง เพิ่มรายได้ให้เกษตรกรและโรงงานยังมีวัตถุดิบเพียงพอต่อความต้องการใช้เป็นเชื้อเพลิง ในการออกแบบสร้างเครื่องจักรสำหรับแปรสภาพชีวมวลจากไร่อ้อยต้องอาศัยข้อมูลจากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องซึ่งมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการลดขนาดใบและยอดอ้อย ได้แก่ สิงห์รัชฎ และคณะ (2555) ได้ศึกษาผลของความชื้นใบอ้อย และความเร็วเชิงเส้นปลายใบมีด ที่มีต่อสมรรถนะของชุดสับใบอ้อย นอกจากนี้ยังมีหลายๆ ปัจจัยที่มีความสำคัญยังไม่ได้ศึกษา ได้แก่ จำนวนใบมีด ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยด้านจำนวนและความเร็วรอบใบมีดสับที่มีผลต่อการสับลดขนาดใบอ้อยเพื่อนำไปเป็นเชื้อเพลิง และใช้เป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบสร้างเครื่องสับลดขนาดใบอ้อยที่เหมาะสมต่อการนำไปเป็นเชื้อเพลิง

### อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบนี้ใช้ชุดสับใบอ้อย ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของเครื่องสับย่อยพร้อมอัดเม็ดใบอ้อยต้นแบบ ซึ่งมี ส่วนประกอบ คือ ถาดป้อนวัสดุ ชุดหัวสับโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร กว้าง 25 เซนติเมตร ชุดโซ่ลำเลียง ชุด ถาดรองรับวัสดุ ระบบถ่ายทอดกำลังด้วยเฟืองโซ่ โดยใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 30 แรงม้าที่สามารถปรับความเร็ว รอบได้ (Figure 1) ใบอ้อยที่นำมาทดสอบเป็นพันธุ์ ขอนแก่น 3 จากไร่อ้อย อ. กระนวน จ. ขอนแก่น นำมาตากแดดให้แห้งซึ่งมีความชื้นเฉลี่ย 7.48 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก)



Figure 1 Cane leaf chopping unit

การศึกษานี้มีผลต่อการทำงานโดยการทดสอบที่ความเร็วรอบใบมีดสับ 4 ระดับ คือ 500 600 700 และ 800 รอบ/นาที และจำนวนใบมีดสับ 3 ระดับ คือ 2 3 และ 4 ใบมีด โดยพิจารณาความสามารถในการสับ เปอร์เซ็นต์การสับและขนาดชิ้นวัสดุที่ผ่านการสับ การทดสอบใช้คนป้อน 2 คน ทำการทดสอบสับใบอ้อยด้วยอัตราป้อนใบอ้อย 260 กิโลกรัม/ชั่วโมง สุ่มเก็บตัวอย่างโดยใช้ภาชนะรองรับที่ช่องทางออกของชุดสับแล้วจับเวลา จำนวน 4 ซ้ำ และชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่สุ่มเพื่อ คำนวณหาความสามารถในการสับ จากนั้นนำตัวอย่างที่สุ่มได้ในแต่ละซ้ำ ไปคัดแยกขนาดของใบอ้อยที่ถูกสับด้วยตะแกรงคัด แยกที่มีรูตะแกรงสี่เหลี่ยมตามลักษณะของใบอ้อยที่ผ่านการสับ โดยทำการคัดแยกใบอ้อยที่ไม่ถูกสับหรือที่มีความยาวเกิน ความต้องการออกและชั่งน้ำหนักใบที่มีความยาวเกิน จากนั้นนำไปคัดแยกด้วยชุดตะแกรง 3 ชั้น โดยเรียงลำดับชั้นตะแกรง จากชั้นบนสุดคือ ตะแกรงชั้นที่ 1 ขนาดช่องตะแกรง 5x5 เซนติเมตร ตะแกรงชั้นที่ 2 ขนาดช่องตะแกรง 0.95x0.95 เซนติเมตร และตะแกรงชั้นที่ 3 ขนาดช่องตะแกรง 0.5x0.5 เซนติเมตร ตามลำดับ แล้วชั่งน้ำหนักใบอ้อยที่ค้างบนตะแกรงชั้นต่างๆ และ ถาดรองเพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักชิ้นใบอ้อยที่ค้างบนตะแกรงชั้นต่างๆ จากนั้นนำตัวอย่างใบอ้อยสับมาวัดขนาด เพื่อ หาขนาดความยาว ในการวัดขนาดและชั่งน้ำหนักชิ้นใบอ้อยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ และเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล

**ผล**

ความสามารถในการสับ พบว่า จำนวนใบมีด ความเร็วรอบใบมีดสับ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างจำนวนใบมีดสับกับความเร็วยรอบใบมีดสับ ต่างก็ส่งผลทำให้ความสามารถในการสับใบอ้อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ความสามารถในการสับใบอ้อย 203 ถึง 232 กิโลกรัม/ชั่วโมง (Table 1)

จาก Figure 2 เมื่อความเร็วรอบใบมีดสับเพิ่มขึ้นจาก 500 เป็น 800 รอบ/นาที ความสามารถในการสับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในทุกๆ ระดับของจำนวนใบมีดสับ เมื่อสับใบอ้อยด้วยใบมีดสับ 4 ใบมีด ความสามารถในการสับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 210 ถึง 227 กิโลกรัม/ชั่วโมง เมื่อความเร็วรอบใบมีดสับเพิ่มขึ้นจาก 500 ถึง 700 รอบ/นาทีและความสามารถในการสับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อความเร็วรอบใบมีดสับเพิ่มขึ้นจาก 700 ถึง 800 รอบ/นาที

เปอร์เซ็นต์ในการสับใบอ้อยโดยพิจารณาขนาดชิ้นใบอ้อยที่เหมาะสม (ค้ำบนตะแกรงชั้นที่ 3 2 และ 1) พบว่าจำนวนใบมีด ความเร็วรอบใบมีดสับ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างจำนวนใบมีดสับกับความเร็วยรอบใบมีดสับ ต่างก็ส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสับใบอ้อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % การสับใบอ้อยด้วยใบมีดสับ 2 3 และ 4 ใบมีด ความเร็วรอบใบมีดสับ 500 ถึง 800 รอบ/นาที มีค่าเปอร์เซ็นต์การสับ 71.9 ถึง 88.9 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

จาก Figure 3 เมื่อสับใบอ้อยด้วยใบมีดสับ 2 และ 3 ใบมีด ความเร็วรอบใบมีดสับเพิ่มขึ้นจาก 500 เป็น 700 รอบ/นาที เปอร์เซ็นต์การสับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นจาก 700 ถึง 800 รอบ/นาที เปอร์เซ็นต์การสับมีแนวโน้มลดลง การสับใบอ้อยด้วยใบมีดสับ 4 ใบมีด เปอร์เซ็นต์การสับมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเร็วรอบใบมีดสับเพิ่มขึ้นจาก 600 ถึง 800 รอบ/นาที

เมื่อพิจารณาที่ขนาดความยาวชิ้นใบอ้อยหลังสับ พบว่า จำนวนใบมีด ความเร็วรอบใบมีดสับ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างจำนวนใบมีดสับกับความเร็วยรอบใบมีดสับ ต่างก็ส่งผลทำให้ขนาดชิ้นใบอ้อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ขนาดชิ้นใบอ้อยมีค่าเฉลี่ย 1.5 ถึง 3.7 เซนติเมตร เมื่อสับใบอ้อยด้วยใบมีดสับ 2 ใบ ความเร็วรอบใบมีดสับ 500 รอบ/นาที มีค่าขนาดชิ้นใบอ้อยเฉลี่ยมากที่สุด 3.7 เซนติเมตร และเมื่อสับใบอ้อยด้วยใบมีดสับ 4 ใบมีด ความเร็วรอบใบมีดสับ 800 รอบ/นาที ขนาดชิ้นใบอ้อยเฉลี่ยมีค่าน้อยที่สุด 1.5 เซนติเมตร (Table 1)

**Table 1** Working capacity, percentage weight of chopped leaf and size of chopped leaf at each number of blade and cutting speed

Number of blade	Cutting speed (rpm)	Working capacity (kg/h)	Percentage weight of chopped leaf (%)	Size of chopped leaf (cm)
2	500	203	86.3	3.7
	600	216	87.6	3.6
	700	226	88.6	3.2
	800	232	85.4	2.6
3	500	218	85.7	3.4
	600	224	87.2	3.2
	700	230	88.9	3.1
	800	232	84.6	2.1
4	500	210	86.4	3.2
	600	219	86.2	2.8
	700	227	77.5	2.0
	800	227	71.9	1.5

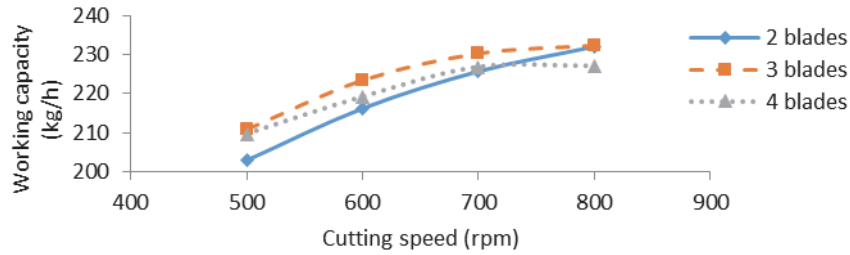


Figure 2 Relationship between cutting speed and working capacity with different number of blade

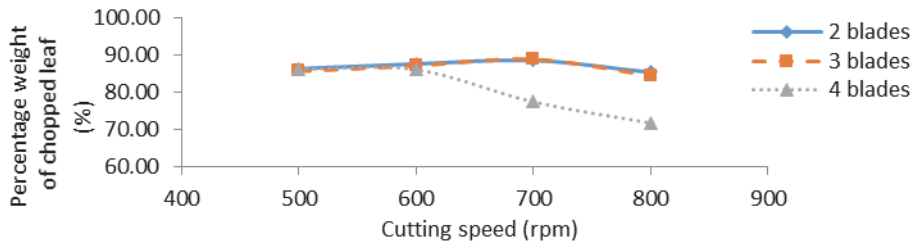


Figure 3 Relationship between cutting speed and percentage weight of chopped leaves with different number of blade

**วิจารณ์ผล**

จากการศึกษาปัจจัยด้านจำนวนใบมีดและความเร็วรอบใบมีด พบว่า จำนวนใบมีดและความเร็วรอบใบมีด มีผลทำให้ความสามารถ เปอร์เซ็นต์การสับและขนาดชิ้นใบอ้อยมีความแตกต่างกัน เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น ความสามารถในการสับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อจำนวนใบมีดและความเร็วรอบใบมีดเพิ่มขึ้น ทำให้ความถี่ในการสับเพิ่มขึ้น ทำให้ขนาดชิ้นใบอ้อยลดลง ได้ใบอ้อยที่มีขนาดเล็กมากขึ้น ส่งผลให้ได้เปอร์เซ็นต์การสับได้ขนาดที่ต้องการมีค่าลดลง

**สรุป**

การสับใบอ้อยโดยใช้ใบมีดสับ 2 ถึง 4 ใบมีด ความเร็วรอบใบมีดสับในช่วง 500 ถึง 800 รอบ/นาที มีความเหมาะสมในการสับใบอ้อย โดยมีความสามารถในการสับในช่วง 203 ถึง 232 กิโลกรัม/ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สับได้ขนาดที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 71.9 ถึง 88.9 % และความยาวใบอ้อยที่สับได้ อยู่ในช่วง 1.5 – 3.7 เซนติเมตร

**คำขอขอบคุณ**

ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาสำหรับทุนสนับสนุนและอุปกรณ์ในการทำวิจัย

**เอกสารอ้างอิง**

FAO statistics division. 2010. Area harvested and production of sugar crops. FAO statistical yearbook 2010. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.2553. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2553.[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://www.oae.go.th/download/download\\_journal/fundamation-2553.pdf](http://www.oae.go.th/download/download_journal/fundamation-2553.pdf). (14 มี.ค.2554).

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551. ศักยภาพพลังงานชีวมวลในประเทศไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=437>. (16 ก.ย. 2552).

วรายุทธ สุขสวัสดิ์. 2538. ความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการใช้ใบและยอดอ้อยเป็นเชื้อเพลิงเสริมในโรงงานน้ำตาล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน, บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สิงห์รัฐ ขาวี, สมโภชน์ สุดาจันทร์ และนริศศักดิ์ คงทน. 2555. ผลของความชื้นใบอ้อยและความเร็วเชิงเส้นปลายใบมีดที่มีต่อสมรรถนะของชุดสับใบอ้อย. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13. เชียงใหม่: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.