Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 276-279 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 276-279 (2555)

อิทธิพลของชนิดใบมีด จำนวนใบมีด และความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับที่มีผลต่อสมรรถนะของชุดสับใบอ้อย

Effect of Blade Type, Blade Number and Blade Cutting Velocity on the Performance of Cane Leaf Chopping Unit

นิรัติศักดิ์ คงทน[1] สมโภชน์ สุดาจันทร์[1] และ สมนึก ชูศิลป์[1]

Nirattisak Khongthon[1], Somposh Sudajan[1] and Somnuk Chusilp[1]

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of blade type, blade number and blade cutting velocity on the performance of a chopping unit for producing fuel pellet. The chopping unit consisted of a feeder, cutter-head, outlet port, power drive unit and main frame. Two blade types of smooth edge and serrated edge, two levels of blade number of 2 and 3 blades and four levels of blade cutting velocity of 7.33 8.37 9.42 and 10.47 m/s were studied. The K92 variety of sugarcane leaf with an average moisture content of 8.34 % (wet basis) 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 chopping unit with the two smooth edge blades and blade cutting velocity in the range of 0.93 to 1.33 m/s should be recommended. The working capacity, percentage weight of chopped leaves and length of chopped leaves were in the range of 1576.97 to 2092.82 kg/h, 77.98 to 89.77 % and 3.22 to 4.90 cm respectively.

Keyword: sugarcane, biomass, chopping, fuel, pellet

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดใบมีด จำนวนใบมีดและความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับ ที่มีผลต่อสมรรถณะในการสับใบอ้อย เพื่อนำไปทำเชื้อเพลิงอัดเม็ด ชุดทดสอบสับใบอ้อยมีส่วนประกอบหลักคือ ชุดหัวสับ ช่องป้อนวัสดุ ช่องทางออก ชุดถ่ายทอดกำลังและชุดโครงสับ ปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ ชนิดใบมีด 2 แบบ คือ แบบใบมีดฟันตรง และใบมีดฟันเฟือง จำนวนใบมีด 2 ระดับคือ 2 และ 3 ใบมีด และความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับ 4 ระดับ คือ 7.33 8.37 9.42 และ 10.47 เมตร/วินาที ใบอ้อยพันธุ์ K92 ที่ทดสอบมีความชื้น 8.34 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) โดยมีค่าชี้ผลคือ ความสามารถในการสับ เปอร์เซ็นต์ใบอ้อยที่สับได้และขนาดใบอ้อยหลังสับ ผลการทดสอบพบว่า การสับใบอ้อยด้วยใบมีดแบบฟันตรง 2 ใบมีด ที่ความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับในช่วง 0.93 ถึง 1.33 เมตร/วินาที มีความเหมาะสมในการสับใบอ้อย โดยมีความสามารถในการสับอยู่ในช่วง 1576.97 – 2092.82 กิโลกรัม/ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สับได้อยู่ในช่วง 77.98 – 89.77% และความยาวใบอ้อยที่สับได้ 3.22 – 4.90 เซนติเมตร

คำสำคัญ: ใบอ้อย ชีวมวล การสับ เชื้อเพลิง เม็ดวัสดุ

คำนำ

อ้อยเป็นพืชที่มีความสำคัญอันดับต้นๆ ของโลก ทั่วโลกมีพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อยกว่า 28,174,000 เฮกเตอร์ มีผลผลิตอ้อยกว่า 1,912,973,000 ตันในปี 2009 (FAO, 2010) ประเทศที่มีพื้นที่เก็บเกี่ยวและผลผลิตมากที่สุดคือประเทศบราซิล รองลงมาคือประเทศอินเดียและประเทศไทย ตามลำดับ สำหรับประเทศไทย อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลเป็นอุตสาหกรรมเกษตรอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ สามารถส่งออกน้ำตาลเป็นอันดับ 2 ของโลกรองจากบราซิล นำรายได้เข้าประเทศปีละประมาณ 73,000 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย นอกจากจะได้น้ำตาลแล้ว ยังจะมีผลพลอยได้คือ ชานอ้อยซึ่งสามารถนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตน้ำตาล และใช้ในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งผลผลิตอ้อย 60 ล้านตัน จะได้ชานอ้อยประมาณ 3 ล้านตัน สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 764 เมกะวัตต์ ปัจจุบันชานอ้อยถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานที่จำเป็นสำหรับกระบวนการผลิตน้ำตาลเกือบ

---

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

[1] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

100% จึงทำให้ชีวมวลชนิดนี้ถูกใช้หมด ส่วนใบและยอดอ้อยนั้นเป็นเศษวัสดุที่เกิดบนพื้นที่เพาะปลูกเมื่อมีการเก็บเกี่ยว บางส่วนใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ ปุ๋ยและคลุมดิน คิดเป็นสัดส่วน 10-30% ส่วนอีก 70-90% จะเป็นชีวมวลที่เหลือทิ้งไว้ในไร่ ซึ่งใบและยอดอ้อยปริมาณ 17 ล้านตัน สามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 4,105 เมกะวัตต์ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551) การนำใบและยอดอ้อยไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานต้องผ่านการสับย่อย และเพิ่มความหนาแน่นด้วยการอัดเม็ดเพื่อให้ได้เชื้อเพลิงต่อปริมาตรมากขึ้น การสับลดขนาดวัสดุเหลือทิ้งในไร่อ้อยให้มีขนาดเหมาะสมต่อการนำไปอัดเม็ดเป็นเชื้อเพลิงนั้นยังไม่พบเครื่องจักรที่ใช้งานโดยเฉพาะ ในการออกแบบสร้างเครื่องต้องอาศัยข้อมูลจากการปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเครื่อง ซึ่งมีหลายๆ ปัจจัยที่ยังไม่ได้ศึกษา ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสับลดขนาดใบอ้อยเพื่อนำไปอัดเม็ดเชื้อเพลิง เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการออกแบบสร้างเครื่องสับลดขนาดใบอ้อยที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้อัดเม็ดเชื้อเพลิง เพื่อให้แหล่งวัตถุดิบที่เพียงพอต่อความต้องการใช้เชื้อเพลิงในโรงงานน้ำตาล เป็นการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกทางหนึ่งด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบนี้ใช้ชุดสับใบอ้อย ซึ่งมีส่วนประกอบ คือ ชุดป้อนวัสดุ ชุดหัวสับ ช่องทางออกวัสดุ ระบบถ่ายทอดกำลังด้วยเฟืองโซ่ และโครงชุดสับ ใช้หลักการสับแบบหัวสับชนิดทรงกระบอกที่สามารถปรับเปลี่ยนจำนวนใบมีดได้ โดยชุดหัวสับมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร กว้าง 50 เซนติเมตร (Figure 1) และใบอ้อยที่นำมาทดสอบเป็นพันธุ์ K92 จากกลุ่มเกษตรกร อ. ท่าพระ จ. ขอนแก่น นำมาตากแดดให้แห้งซึ่งมีความชื้นเฉลี่ย 8.34 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก)

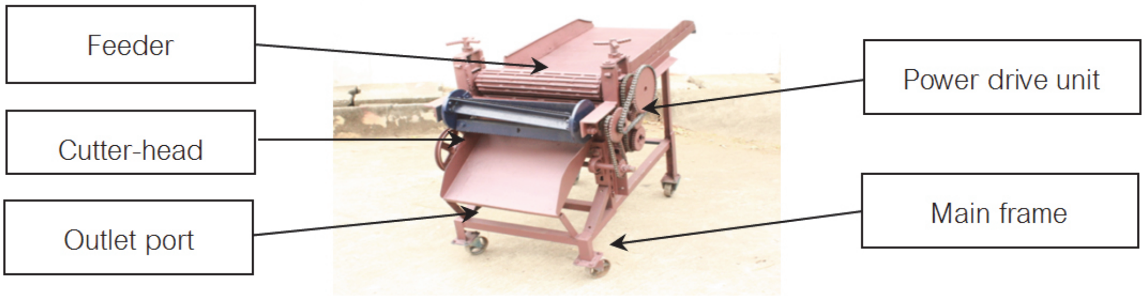

Figure 1 Cane leaf chopping unit

หลังจากสร้างชุดทดสอบและทำการทดสอบการทำงานเบื้องต้น จากนั้น ได้ทำการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการทำงาน โดยทำการศึกษาปัจจัยด้านชนิดใบมีดสับ 2 แบบ คือ ใบมีดฟันตรง และใบมีดฟันเฟือง (Figure 2) ปัจจัยด้านจำนวนใบมีด 2 ระดับคือ 2 และ 3 ใบมีด และปัจจัยด้านความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับ 4 ระดับ คือ 7.33 8.37 9.42 และ 10.47 เมตร/วินาที ในการทดสอบนี้ได้พิจารณาที่ความสามารถในการสับเปอร์เซ็นต์การสับและขนาดชิ้นวัสดุที่ผ่านการสับ

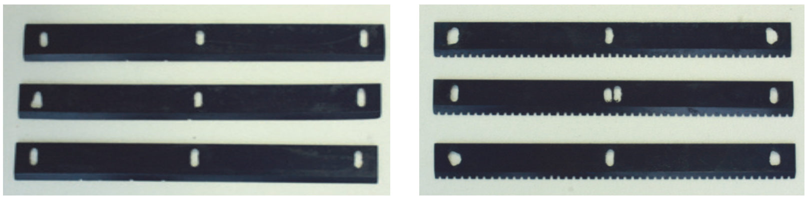

Figure 2 Blade types; Smooth edge (left), Serrated edge (right)

การทดสอบเริ่มจากเตรียมใบอ้อยโดยแบ่งเป็น 8 ตัวอย่างๆ ละ 2 กิโลกรัม ใช้คนป้อนจำนวน 1 คน ทำการทดสอบที่ชนิดใบมีด 2 แบบคือ ใบมีดฟันตรง และใบมีดฟันเฟือง จำนวนใบมีด 2 ระดับ คือ 2 และ 3 ใบมีด และความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับ 4 ระดับ คือ 7.33 8.37 9.42 และ 10.47 เมตร/วินาที สุ่มเก็บตัวอย่างโดยใช้ภาชนะรองรับที่ช่องทางออกของชุดสับแล้วจับเวลา จำนวน 3 ซ้ำ และชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่สุ่มเพื่อคำนวณหาความสามารถในการสับ จากนั้นนำตัวอย่างที่สุ่มได้ในแต่ละซ้ำไปคัดแยกขนาดของใบอ้อยที่ถูกสับด้วยตะแกรงคัดแยกที่มีรูตะแกรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามลักษณะของใบอ้อยที่ผ่านการสับ โดยชุดตะแกรงคัดแยกมี 3 ชั้น โดยเรียงลำดับชั้นตะแกรงจากชั้นบนสุดคือ ตะแกรงชั้นที่ 1 มีขนาดช่องตะแกรง 3.5×5 เซนติเมตร ตะแกรงชั้นที่ 2 มีขนาดช่องตะแกรง 2×3.5 เซนติเมตร และตะแกรงชั้นที่ 3 มีขนาดช่องตะแกรง 0.5×2 เซนติเมตร ตามลำดับ

แล้วชั่งน้ำหนักใบอ้อยที่ค้างบนตะแกรงชั้นต่างๆ และถาดรองและวัดความยาว เพื่อหาขนาดความยาว และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักชิ้นใบอ้อยที่ค้างบนตะแกรงชั้นต่างๆ และถาดรอง ใช้เครื่องมือวัด ได้แก่ เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ และเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล

ผล

ผลการทดสอบสับใบอ้อยด้วยชนิดใบมีดแบบฟันตรงและแบบฟันเฟือง จำนวนใบมีด 2 และ 3 ใบมีด และความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับ 4 ระดับ เมื่อพิจารณาที่ความสามารถในการสับใบอ้อย พบว่า ชนิดใบมีด จำนวนใบมีดและความเร็วความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับ มีผลทำให้ความสามารถในการสับแตกต่างกัน เมื่อทำการสับใบอ้อยด้วยใบมีดแบบฟันตรง 2 ใบมีด ที่ความเร็วความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับในช่วง 7.33 ถึง 10.47 เมตร/วินาที มีความสามารถในการสับอยู่ในช่วง 1576.97 ถึง 2092.82 กิโลกรัม/ชั่วโมง เมื่อสับด้วยใบมีดฟันตรง 2 ใบที่ความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับ 1.33 เมตร/วินาที ให้ความสามารถในการสับมากที่สุด 2092.82 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาที่เปอร์เซ็นต์ในการสับใบอ้อยให้ได้ขนาดเล็ก (ค้างบนตะแกงชั้นที่ 3 และถาด) พบว่า เมื่อทำการสับใบอ้อยด้วยใบมีดแบบฟันตรง 2 ใบมีด ที่ความเร็วความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับในช่วง 7.33 ถึง 10.47 เมตร/วินาที ได้ค่าเปอร์เซ็นต์การสับอยู่ในช่วง 77.98 - 89.77% เมื่อสับด้วยใบมีดฟันตรง 2 ใบที่ความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับ 10.47 เมตร/วินาที ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การสับมากที่สุด 89.91 เปอร์เซ็นต์

Table 1 working capacity and percentage weight of chopped leaves at each blade types, number of blade and blade cutting velocity

Blade types	Number of blade	Blade cutting velocity (m/s)	Working capacity (kg/h)	Percentage weight of chopped leaves
Smooth edge	2	7.33	1583.18	78.04
		8.37	1576.97	83.95
		9.42	1707.01	86.29
		10.47	2092.82	89.81
	3	7.33	752.67	65.45
		8.37	742.01	75.30
		9.42	980.25	75.49
		10.47	1040.45	76.97
Serrated edge	2	7.33	923.69	66.01
		8.37	1276.48	69.02
		9.42	1510.69	67.90
		10.47	1627.62	72.79
	3	7.33	861.90	51.84
		8.37	907.07	55.34
		9.42	1197.44	57.28
		10.47	1488.52	64.99

จาก Figure 3 เห็นได้ว่า เมื่อความเร็วใบมีดสับเพิ่มขึ้นจาก 7.33 เป็น 10.47 เมตร/วินาที ความสามารถในการสับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อสับใบอ้อยด้วยใบชนิดฟันตรง 2 ใบ ให้ความสามารถในการสับมากกว่าใบสับชนิดใบฟันเฟือง ในทุกๆ ระดับความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับ รองลงมาคือใบสับแบบฟันเฟือง 2 ใบ และ 3 ใบ ตามลำดับ ส่วนการสับด้วยใบฟันตรง 3 ใบให้ค่าความสามารถในการสับน้อยที่สุดในทุกๆ ระดับความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับ

จาก Figure 4 เห็นได้ว่า ที่ใบมีดฟันตรง 2 ใบมีด เมื่อความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับเพิ่มขึ้นจาก 7.33 ถึง 10.47 เมตร/วินาที ค่าเปอร์เซ็นต์การสับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อสับใบอ้อยด้วยใบชนิดฟันตรง 2 ใบ ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การสับมากกว่าใบสับชนิดใบฟันเฟือง ในทุกๆ ระดับความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับ รองลงมาคือใบสับแบบตรง 2 ใบ และใบสับแบบฟันเฟือง 3 ใบ ตามลำดับ ส่วนการสับด้วยใบฟันเฟือง 2 ใบให้ค่าเปอร์เซ็นต์การสับน้อยที่สุดในทุกๆ ระดับความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับ และหลังจากได้ค่าเปอร์เซ็นต์การสับแล้วสุ่มตัวอย่างใบอ้อยที่สับได้ไปวัดขนาด พบว่า ใบอ้อยที่สับได้มีขนาดความยาวอยู่ในช่วง 3.22 - 4.90 เซนติเมตร

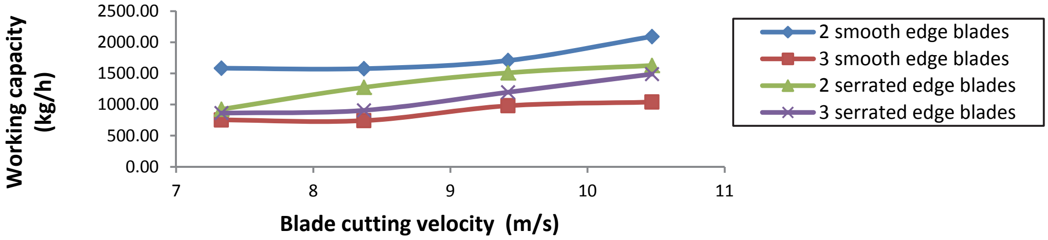

Figure 3 Relationship between blade cutting velocity and working capacity with different blade types and number of blades

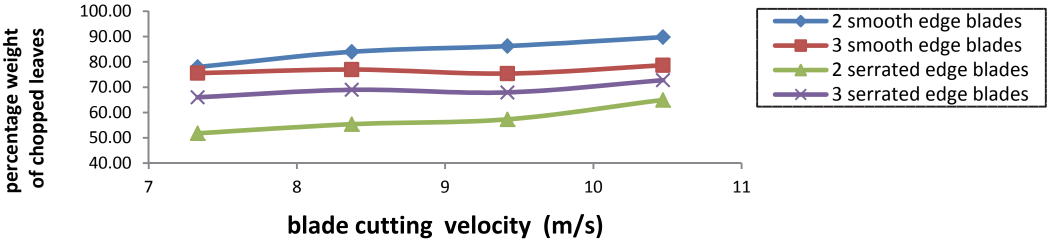

Figure 4 Relationship between blade cutting velocity and percentage weight of chopped leaves with different blade types and number of blades

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาปัจจัยด้านชนิดใบมีด จำนวนใบมีดและความเร็วเชิงเส้นปลายใบมีด พบว่า ชนิดใบมีด จำนวนใบมีดและความเร็วความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับ มีผลทำให้ความสามารถในการสับแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากชนิดใบมีดที่ต่างกันทำให้การตัดผ่านเนื้อวัสดุต่างกัน ผลจำนวนใบมีดและความเร็วเชิงเส้นปลายใบมีดทำให้จำนวนครั้งในการตัดชิ้นวัสดุไม่เท่ากัน ส่งผลให้ความสามารถในการสับแตกต่างกันด้วย เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การสับ พบว่า ชนิดใบมีด มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสับมีค่าต่างกัน เนื่องจากชนิดใบมีดต่างกัน การทำให้ใบอ้อยขาดจึงต่างกัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสับที่ได้ต่างกัน จำนวนใบมีดที่เพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์การสับมีค่าลดลง เนื่องจากจำนวนใบมีดที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความถี่ในการสับเพิ่มขึ้นมากจนใบอ้อยเคลื่อนผ่านใบมีดได้ยาก เปอร์เซ็นต์การสับจึงลดลง และเมื่อความเร็วเชิงเส้นปลายใบมีดเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การสับมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากความถี่ในการสับที่เพิ่มขึ้นความถี่ในการสับก็เพิ่มขึ้นด้วย ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสับเพิ่มขึ้น

สรุป

การสับใบอ้อยด้วยใบมีดแบบฟันตรง 2 ใบมีด ที่ความเร็วเชิงเส้นใบมีดสับในช่วง 0.93 ถึง 1.33 เมตร/วินาที มีความเหมาะสมในการสับใบอ้อย โดยมีความสามารถในการสับอยู่ในช่วง 1576.97 - 2092.82 กิโลกรัม/ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สับได้อยู่ในช่วง 77.98 - 89.77% และความยาวใบอ้อยที่สับได้ 3.22 - 4.90 เซนติเมตร

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

FAO statistics division. 2010. Area harvested and production of sugar crops. FAO statistical yearbook 2010.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2553. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/download/download_journal/fundamation-2553.pdf (14 มีนาคม 2554).

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551. ศักยภาพพลังงานชีวมวลในประเทศไทย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=437 (16 กันยายน 2554).