Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 478-480 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 478-480 (2554)

การศึกษาความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับอัดใบและยอดอ้อยเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ด

The study of optimum speed for compressing sugarcane leaves for the production of fuel pellets

ชนินทร์ อุปถัมภ์[1] **และ สมโภชน์ สุดาจันทร์**[2]
Chanin Oupathum[1] and Somposh Sudajan[2]

Abstract

This research was to study the optimum speed of screw press to produce fuel pellets from sugar cane leaves. Sugar cane leaves were reduced to size of 3.35 cm pieces. The density of chapped sugar cane leaves was 51 kg/m3. The mixture ratio between sugar cane leaves, cassava starch, water was 1:0.5:1. Speeds of screw press used in the study were 60, 80, 100 and 120 rpm with linear velocity of 0.16, 0.21, 0.27 and 0.32 m/s respectively. The results showed that the optimum speed was 80 rpm, have capacity of 40.5 kg/hr, at 40 %(w.b.) moisture content and 192.03 kg/m3 density of the fuel pellets. The average diameter of the pellets obtain was 10 mm. using 1.03 kw. of electric power.

Keywords: sugar cane leaves, fuel pellets

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้ เพื่อศึกษาความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับอัดใบและยอดอ้อย เพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดด้วยชุดเกลียวอัด โดยนำใบและยอดอ้อยมาผ่านกระบวนการลดขนาดความยาวไม่เกิน 3.35 เซนติเมตร ความหนาแน่นของใบและยอดอ้อยที่ผ่านการลดขนาด เท่ากับ 51 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยอัตราส่วนผสม ใบและยอดอ้อย แป้งมันสำปะหลัง น้ำ คือ 1 : 0.5 : 1 ระดับความเร็วรอบที่ใช้ทำการศึกษา 4 ระดับ คือ 60, 80, 100 และ 120 รอบต่อนาที ความเร็วเชิงเส้น เท่ากับ 0.16, 0.21, 0.27 และ 0.32 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่า ความเร็วรอบที่เหมาะสมคือ 80 รอบต่อนาที ความสามารถในการทำงาน เท่ากับ 40.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ค่าความชื้นของเชื้อเพลิงอัดเม็ด 40 % (w.b.)ค่าความหนาแน่น 192.03 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดเชื้อเพลิง 10 มิลลิเมตร กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 1.03 กิโลวัตต์

คำสำคัญ: ใบและยอดอ้อย, เชื้อเพลิงอัดเม็ด

คำนำ

ในปี พ.ศ. 2550 ประเทศไทยมีการจัดการหาพลังงานทั้งที่ผลิตได้จากแหล่งภายในประเทศ และนำเข้าจากต่างประเทศ เป็นปริมาณ 1,606 ล้านบาร์เรล เทียบเท่าน้ำมันดิบต่อวัน ซึ่งในจำนวนนี้ 98 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่รูปของเชื้อเพลิงแบ่งออกเป็นประเภทน้ำมันปิโตรเลียมสูงถึง 47.5 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซธรรมชาติ 25.9 เปอร์เซ็นต์ ชีวมวล 15 เปอร์เซ็นต์ ถ่านหิน 9.8 เปอร์เซ็นต์ (กระทรวงพลังงาน, 2551) ชีวมวลจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ชานอ้อย แกลบ ฟางข้าว ลำต้นมันสำปะหลัง ทะลายปาล์ม เส้นใยปาล์ม กะลามะพร้าว จำนวนทั้งสิ้น 59.5 ล้านตัน คิดเป็นพลังงาน 59.5×10^6 จิกะจูล หรือเทียบเท่าน้ำมันดิบ 8.5 ล้านตัน (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552) อย่างไรก็ตามจำนวนชีวมวลที่ผลิตได้ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2553-2554 มีพื้นที่เพาะปลูก 6.7 ล้านไร่ ปริมาณผลผลิตอ้อย 68.8 ล้านตัน (สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการอ้อยและน้ำตาลทราย 2553) จากการสำรวจชีวมวลใบและยอดอ้อยในประเทศไทย พบว่าปริมาณชีวมวลใบและยอดอ้อยที่ถูกทิ้งไว้ในไร่อ้อย ประมาณปีละ 16.8 ล้านต้น (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551) ใบและยอดอ้อยจะถูกทิ้งไว้ในไร่อ้อย บางส่วนจะถูก เผาก่อนเก็บเกี่ยวเพื่อความสะดวกในการตัดอ้อย โดยสัดส่วนการเผาอ้อยก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของอ้อยเข้าหีบ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2553) ทำให้สูญเสียเชื้อเพลิงโดยเปล่าประโยชน์ ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลใช้ใบและยอดอ้อยเป็นเชื้อเพลิงในขั้นตอนของกระบวนการผลิต แต่ยังประสบปัญหาด้านการจัดการ เช่น การจัดเก็บ การขนส่ง และการนำไปใช้

[1] นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์/ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
[1] Graduate students, Engineering Dept. Faculty of Engineering/ Postharvest Technology Innovation Center, Khon Kaen University 40002
[2] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
[2] Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon kaen University

สำหรับในต่างประเทศมีการใช้เชื้อเพลิงอัดเม็ดจากวัสดุชีวมวลกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในประเทศอเมริกา แคนาดา มีการใช้เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้จากเศษไม้ ในปี 1996 เพิ่ม 4.5 ล้านตัน จากเดิม 4 ล้านตันต่อปี และคาดว่าน่าจะเพิ่มอีก 1.5 ล้านตันในปี 2010 ขนาดมาตรฐานของเชื้อเพลิงอัดเม็ด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์ประมาณ 6 – 12 มิลลิเมตร ความยาวประมาณ 1-3 เซนติเมตร ความชื้นน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์(Tumuluru, และ Sokhansanj 2010.) ในประเทศไทยเองก็เริ่มมีการนำเข้าเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากต่างประเทศ แต่มีราคาค่อนข้างสูง

ดังนั้นในการศึกษาความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับอัดใบและยอดอ้อยเพื่อเชื้อเพลิงอัดเม็ด โดยใช้ชุดเกลียดอัดแบบง่ายๆ ซึ่งน่าจะเป็นอีกทางเลือกในการนำเอาเครื่องมือที่มีอยู่ภายในประเทศมาพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในขั้นตอนของการผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ในขั้นตอนของการศึกษาความเร็วที่เหมาะสมของชุดอัดสำหรับอัดใบและยอดอ้อยเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดมีอุปกรณ์และวิธีการดังนี้

1) รวบรวมใบและยอดอ้อยจากไร่ของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดขอนแก่นที่มีความชื้น 9.24 % (w.b.) จากนั้นนำมาสับลดขนาดด้วยชุดสับใบและยอดอ้อยเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง โดยชุดสับใบและยอดอ้อยมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ หัวสับแบบทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร ใบมีดสับ 3 ใบ หน้ากว้างของการสับ 650 มิลลิเมตร ความเร็วเชิงเส้นที่ใช้ในการสับ 8.37 เมตรต่อวินาที แล้วนำใบและยอดอ้อยที่ผ่านการสับมาคัดแยกด้วยตะแกรง 4 ชั้น โดยขนาดของช่องว่างของตะแกรง คือ 3.5x5 ตารางเซนติเมตร, 2x3.5 ตารางเซนติเมตร, 0.5x2 ตารางเซนติเมตร และ ถาดรองรับ (สิงห์รัญ ชารี และ สมโภชน์ สุดาจันทร์ 2554) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของขนาดใบและยอดอ้อยที่ค้างตะแกรงในแต่ละชั้น

2) นำใบและยอดอ้อยที่ผ่านการสับด้วยชุดสับใบและยอดอ้อยจากข้อที่1 มาบดด้วยเครื่องบดแบบ Hammer mill ที่มีตะแกรงรูกลมขนาดผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นโดยนำไปร่อนด้วยตะแกรงร่อน (sieves) เพื่อหาค่าคุณสมบัติ คือ ค่าโมดูลัสความละเอียด ค่าโมดูลัสความสม่ำเสมอ และ ขนาดเฉลี่ยของอนุภาค การหาค่าความหนาแน่นรวม โดยนำใบและยอดอ้อยที่ผ่านการบดใส่ในภาชนะทรงกระบอกที่มีปริมาตร 0.001 ลูกบาศก์เมตร จนเต็มภาชนะแล้วใช้ไม้ปาดให้เรียบ นำมาคำนวณค่าความหนาแน่น

3) นำใบและยอดอ้อยที่ผ่านการบดมาผสมกับตัวประสานโดยมีสัดส่วนผสมคงที่ ใบและยอดอ้อย : แป้ง: น้ำ คือ 1: 0.5:1 จากนั้นทำการอัดเม็ดด้วยชุดอัดแบบเกลียวอัด โดยชุดอัดมีส่วนประกอบหลัก คือ เกลียวอัด แม่พิมพ์ (die) รูแม่พิมพ์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแม่พิมพ์ 160 มิลลิเมตร ทดสอบอัดที่ความเร็วเกลียวอัด 60, 80, 100 และ 120 รอบต่อนาที (0.16, 0.21, 0.27 และ 0.32 เมตรต่อวินาที) ค่าชี้วัดในการทดสอบคือความสามารถในการทำงานของชุดอัด ค่าความหนาแน่น และ กำลังไฟฟ้า

ผล

1) ผลการศึกษาทดสอบชุดสับใบและยอดอ้อยเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงนั้น พบว่าเปอร์เซ็นต์ที่ค้างตะแกรงในแต่ละชั้นดังแสดง (Table 1)

Table 1. Percent size of sugar cane leaves after being chopped

Sieve layer	Length of chopped leaves (cm.)	Percentage retained are sieve
1	25.77	2.21
2	4.02	4.10
3	3.36	84.47
4	2.20	9.22

2) จากขั้นตอนของการนำใบและยอดที่ผ่านการสับด้วยชุดสับแบบหัวสับทรงกระบอก ได้เลือกขนาดของใบและยอดอ้อยที่มีความยาวไม่เกิน 3.36 เซนติเมตร (Table. 1) ต่อจากนั้นนำมาทำการบดละเอียดเพื่อหาขนาดที่เหมาะสมสำหรับพร้อมทำการอัดเม็ดเชื้อเพลิง ผลจากการศึกษาคุณสมบัติของขนาดใบและยอดอ้อยที่ผ่านการบดละเอียด พบว่าโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 4.70 ค่าโมดูลัสความสม่ำเสมอ เท่ากับ 7:2:1 และอนุภาคเฉลี่ยเท่ากับ 0.107 นิ้ว และค่าความหนาแน่นรวมของใบและยอดอ้อยมีค่าเฉลี่ย 51 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3) ผลการศึกษาความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับอัดเม็ดใบและยอดอ้อยที่ความชื้นเฉลี่ย 40 % (w.b.) โดยใช้ความเร็วเชิงเส้น 4 ระดับ คือ 0.16, 0.21, 0.27 และ 0.32 เมตรต่อวินาที พบว่าความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 43.6, 39.5, 50.6 และ 50.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ค่าความหนาแน่นรวมของใบและยอดอ้อยอัดเม็ด 173.13, 192.03, 158.2 และ137.2 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการอัด 0.99 1.03 1.07 และ 1.18 กิโลวัตต์ ตามลำดับ

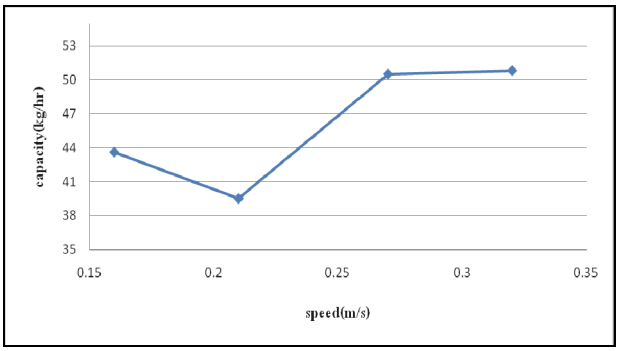

Figure 1 Relationship between speed and capacity density of screw press

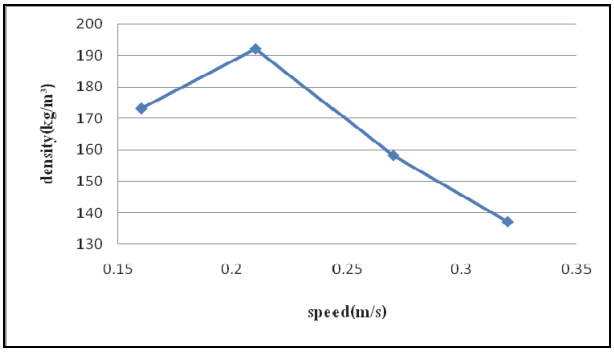

Figure 2 Relationship between screw speed and of pellet

วิจารณ์ผล

จากผลของการศึกษาความเร็วรอบที่เหมาะสมในการอัดเม็ดเชื้อเพลิงที่ได้จากใบและยอดอ้อยพบว่าที่ความเร็วที่เหมาะสมสำหรับทำการอัดเม็ดคือ 80 รอบต่อวินาที ที่ความเร็วเชิงเส้น 0.21 เมตรต่อวินาที เนื่องจากมีความความหนาแน่นรวมสูงสุด 192.03 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความสามารถในการอัดเม็ด 39.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จาก Fig.1 และ 2 พบว่าเมื่อความเร็วเชิงที่ 0.16 ถึง 0.21 เมตรต่อวินาที ค่าความสามารถลดลงสาเหตุเกิดจากเม็ดเชื้อเพลิงที่ผ่านการอัดยังค้างอยู่ในหัวแม่พิมพ์เนื่องจากในการทดสอบไม่ได้ติดตั้งใบมีดตัดเพื่อกำหนดขนาดของเม็ดเชื้อเพลิง จึงทำให้เม็ดเชื้อเพลิงมีลักษณะยาวและค้างที่หัวแม่พิมพ์ของชุดเกลียวอัด

สรุป

ระดับความเร็วรอบที่ใช้ทำการศึกษามีอยู่ 4 ระดับ คือ 60, 80, 100 และ 120 รอบต่อนาที ความเร็วเชิงเส้น เท่ากับ 0.16, 0.21, 0.27 และ 0.32 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่า ความเร็วรอบที่เหมาะสมคือ 80 รอบต่อนาที ความเร็วเชิงเส้น 0.21 เมตรต่อวินาที ความสามารถในการทำงาน เท่ากับ 39.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ค่าความชื้นของเชื้อเพลิงอัดเม็ด 40 เปอร์เซ็นต์ ค่าความหนาแน่น 192.03 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดเชื้อเพลิง เท่ากับ 10 มิลลิเมตร กำลังไฟฟ้าที่ใช้ 1.03 กิโลวัตต์

คำขอบคุณ

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือในการทดสอบ ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. 2550. สถานการณ์การใช้พลังงานปี 2550 และแนวโน้มปี 2551. http://www.energy.go.th/moen/ upload/press-energy2550. (2 กันยายน 2551).

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2552. ศักยภาพพลังงานชีวมวลในประเทศไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=437. (16 กันยายน 2553).

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กองอนุรักษ์พลังงาน. 2550. รายงานพลังงานของประเทศไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=447. (7 สิงหาคม 2553).

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. การปลูกพืชสลับย้อนหลัง 5 ปี. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.dip.go.th. (30 พฤศจิกายน 2550).

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2553. การสร้างมูลค่าเพิ่มในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.thaiwasteexchange.net/knowledge. (12 มกราคม 2554.).

สิงห์รัญ ชารี และ สมโภชน์ สุดาจันทร์. 2554. การศึกษาความเร็วเชิงเส้นปลายใบมีดสับที่มีผลต่อการสับใบและยอดอ้อย. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 12 ประจำปี 2554.

Tumuluru, S. 2010. Quality of wood pellets produced in British Columbia for export 2010. .American Society of Agricultural and Biological Engineers ISSN 0883-8542.