Agricultural Sci. J. 44 : 3 (Suppl.) : 518-521 (2013) ว. วิทย. กษ. 44 : 3 (พิเศษ) : 518-521 (2556)

การผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากฟางข้าว และใบอ้อย

Production of Biomass Fuel Pellets from Rice Straw and Sugarcane Leaves

วรกร ธิรินทอง[1] นิรมล ด้วงฟู[1] และ ภิญโญ ชุมมณี[1]
Varakron Tirinthong[1], Niramon Duangfoo[1] and Pinyo Chummanee[1]

Abstract

Many agricultural waste such as rice straw and sugarcane leaves, are available for alternative energy utilization, Pelletting the bulky materials would be a convenient from to use. In this study, the effect of additional vegetable oil on pellet properties, density, mechanical durability, and heating value, of rice straw and sugarcane leaves were investigated. Results showed that the densities of those two kinds of pellet were inversely varied to the amount of additional vegetable oil. At the same mixing ratio of vegetable oil 0.83 percent for rice straw pellet had density of 493 kg per cubic meter, mechanical durability of 99.30 percent and the sugarcane leaves pellet had density of 579 kg per cubic meter, mechanical durability of 99.47 percent. The heating value of rice straw pellet and sugarcane leaves pellet were 13.97 and 15.93 MJ per kg, respectively.

Keywords: rice straw, sugarcane leaves and pellet biomass fuel.

บทคัดย่อ

ชีวมวลเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ ฟางข้างและใบอ้อย ซึ่งสามารถใช้เป็นพลังงานทางเลือกได้ การผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากฟางข้าวและใบอ้อยนั้น จำเป็นต้องหาตัวแปรที่ต้องใช้ในกระบวนการผลิตก่อน งานวิจัยนี้จึงศึกษาอิทธิพลของการเติมน้ำและน้ำมันพืช ต่อคุณสมบัติ ความหนาแน่น ความทนทานทางกล และค่าความร้อน ของเชื้อเพลิงอัดเม็ดฟางข้าวและใบอ้อย ผลการศึกษาพบว่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทั้งสองชนิดแปรผกผันกับปริมาณน้ำมันพืชที่เติมเข้าไปในกระบวนการผลิต ปริมาณการเติมน้ำมันพืช 0.83 เปอร์เซ็นต์ เชื้อเพลิงอัดเม็ดจากฟางข้าว ความหนาแน่น 493 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความทนทานทางกล 99.30 เปอร์เซ็นต์ เชื้อเพลิงอัดเม็ดจากใบอ้อย ความหนาแน่น 579 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความทนทานทางกล 99.47 เปอร์เซ็นต์ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากฟางข้าวและใบอ้อยมีค่า 13.97 และ 15.93 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ: ฟางข้าว, ใบอ้อย และเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล

คำนำ

ชีวมวล คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติ และสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานได้ เช่น เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร ฟางข้าว ลักษณะทั่วไป ขนาดเล็กยาวแต่กลวงได้มาหลังการเกี่ยวข้าว เป็นชีวมวลที่มีค่าพลังงานความร้อนที่ไม่มาก และมีความยุ่งยากในการเก็บรวบรวมเมื่อเปรียบเทียบกับชีวมวลชนิดอื่นๆ ที่ได้มีการนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงบ้างแล้ว แต่ในอนาคตอันใกล้ฟางข้าวน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่ยังเหลืออยู่ ส่วนใบอ้อย ลักษณะทั่วไป มีลักษณะเรียวยาว จะถูกตัดออกจากลำต้นอ้อยก่อนส่งไปโรงงาน ช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายน ดังนั้นใบอ้อย จะกระจายไปทั่วไร่อ้อย แต่บางครั้งชาวไร่อ้อย จะใช้วิธีการเผาแทนการตัด ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเศษใบอ้อยยอดอ้อยที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและทำลายความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ละอองดาว และธวัชชัย,2548)

ด้วยคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงของใบอ้อย และฟางข้าว จึงมีแนวคิดนำใบอ้อย และฟางข้าว มาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับใช้ในครัวเรือนหรือภาคอุตสาหกรรมโดยเฉพาะโรงงานน้ำตาล ซึ่งใช้ชีวมวล (ชานอ้อย) เป็นแหล่งพลังงานอยู่แล้ว อย่างไรก็ตาม ใบอ้อย และฟางข้าว มีน้ำหนักเบา ต้องใช้พื้นที่ในการจัดเก็บมาก รวมถึงการรวบรวมจากในไร่ ทำได้ด้วยความยากลำบาก ดังนั้นคณะวิจัยจึงพัฒนาโครงการนี้ขึ้นเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับ ใบอ้อย และฟางข้าว ด้วยการอัดเป็นเชื้อเพลิงส่งขาย ซึ่งจะสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรเลิกเผาใบอ้อย และฟางข้าว ที่เหลือทิ้ง สร้างมูลค่าทางการตลาดให้กับภาคเกษตรกรรม

[1] บริษัท ไทยรุ่งเรืองวิจัยและพัฒนาจำกัด ศูนย์วิจัยพิษณุโลก 8/8 ม.8 ต.ไผ่ล้อม อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก 65100
[1]Thai Roong Ruang Research & Development Co., Ltd. Research Centers Phitsanulok. 8/8 M.8 Phailom , Bangkrathum , Phitsanulok 65110

อุปกรณ์และวิธีการ

นำฟางข้าว และใบอ้อย หลังการเก็บเกี่ยว ไปการลดขนาดกับเครื่อง Hammer mill (Figure 1A) โดยผ่านชุดใบมีดย่อยชีวมวล (Figure 1B) ผ่านรูตะแกรงเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร (Figure 1C) จนได้ขนาดของชีวมวลที่ต้องการ นำวัตถุดิบไปเตรียมที่อัตราส่วนผสม ใบอ้อย:น้ำ:น้ำมันพืช ที่ 100:20:0.5, 100:20:1, 100:20:2 และ100:20:3 (โดยน้ำหนัก) ฟางข้าว:น้ำ:น้ำมันพืช ที่ 100:20:0.5, 100:20:1, 100:20:2 และ100:20:3 (โดยน้ำหนัก)

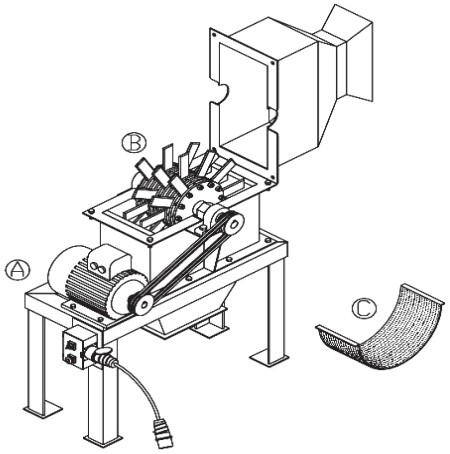

Figure 1 Hammer mill

นำวัตถุดิบชีวมวล ที่ได้ทำการเตรียม ไปผลิตเป็นเม็ดเชื้อเพลิง กับเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิง (Figure 2A) แบบ Flat die pellet press (Alakangas and Paju, 2002) การทำงานของเครื่องเป็นแบบกลิ้งอัดเม็ด (Disk matrix press) ลูกกลิ้งจะหมุนอัดวัตถุดิบชีวมวล ลงไปในแผ่นเหล็กกล้าเจาะรู (Figure 2B) ซึ่งเมื่อวัตถุดิบชีวมวลเคลื่อนที่ลงในรูอัดอย่างต่อเนื่องนั้นจะ ทำให้เกิดแรงเสียดทานขึ้น ระหว่างผนังรูอัดกับวัตถุดิบชีวมวล (Holm *et al.,* 2006) การเสียดทานนี้ทำให้เกิดความร้อนในกระบวนการอัดเม็ดเชื้อเพลิง (Serrano *et al.,* 2011) ความชื้นของเม็ดเชื้อเพลิงจะลดลง จากสภาวะที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน และความร้อนในกระบวนการอัดเม็ดเชื้อเพลิง ยังส่งผลให้ ลิกนิน (Norkrans,1967) ที่มีอยู่ในวัตถุดิบชีวมวล เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะไปเป็นตัวประสาน ให้วัตถุดิบชีวมวลจับตัวเป็นเม็ดเชื้อเพลิง

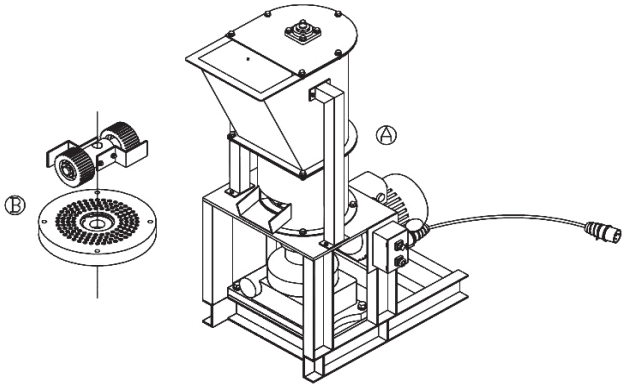

Figure 2 Wood Pellet Machine

ศึกษาอิทธิพลของการเติมน้ำมันพืช ของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากฟางข้าว และใบอ้อย ที่ปริมาณน้ำมันพืชร้อยละ 0.41, 0.83, 1.62 และ2.44 (โดยน้ำหนัก) ต่อคุณสมบัติ ความหนาแน่น (Bulk density) โดยทดสอบตามมาตรฐาน Bulk density according to EN 15103 ความทนทานทางกล (Mechanical durability) โดยทดสอบตามมาตรฐาน Tumbling can tester for pellet durability test according to EN 15210-1 และค่าความร้อน (Heating Value) ซึ่งจะทดสอบ ฟางข้าว ใบอ้อย ทั้งก่อน และหลัง ผลิตเม็ดเชื้อเพลิง โดยจะดำเนินการภายใต้มาตรฐาน ASTM D 3173-03 (2008), ASTM D 3174-04,

ASTM D 3175-07, ASTM D 3172-07a, ASTM D 3177-02 (2007) และ ASTM D 5865-07a (ค่าความร้อน, ความชื้น, เถ้า, สารที่ระเหยได้, คาร์บอนคงตัว และกำมะถัน)

ผล

อิทธิผลของปริมาณน้ำมันพืชต่อคุณสมบัติด้านความหนาแน่น และความทนทานทางกล ของเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากฟางข้าว แสดงดัง Figure 3 จากรูปจะพบว่า ปริมาณการเติมน้ำมันพืชร้อยละ 0.41 - 0.83 ส่งผลทำให้ เชื้อเพลิงอัดเม็ดจากฟางข้าวมี ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น 500 - 579 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความทนทานทางกลเพิ่มขึ้นเป็น 99.38 - 99.47 เปอร์เซ็นต์ หากเพิ่มปริมาณการเติมน้ำมันพืชเป็นร้อยละ 0.83 - 2.44 คุณสมบัติด้านความหนาแน่น จะลดลงจาก 579 เป็น 389 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความทนทานทางกล ลดลงจาก 99.47 เป็น 96.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อิทธิผลของปริมาณน้ำมันพืชต่อคุณสมบัติด้านความหนาแน่น และความทนทานทางกล ของเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากใบอ้อย แสดงดัง Figure 3 จากรูปจะพบว่า ปริมาณการเติมน้ำมันพืชร้อยละ 0.41 - 0.83 ส่งผลทำให้ เชื้อเพลิงอัดเม็ดจากใบอ้อยมี ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น 486 - 493 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความทนทานทางกลเพิ่มขึ้นเป็น 99.21 - 99.30 เปอร์เซ็นต์ หากเพิ่มปริมาณการเติมน้ำมันพืชเป็นร้อยละ 0.83 - 2.44 คุณสมบัติด้านความหนาแน่น จะลดลงจาก 493 เป็น 408 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความทนทานทางกล ลดลงจาก 99.30 เป็น 97.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

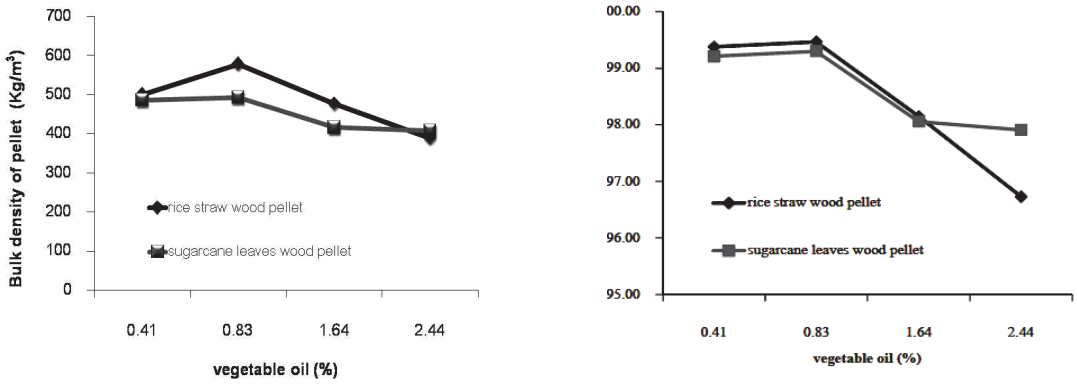

Figure 3 The influence of additional vegetable oil on properties the density and mechanical durability

Figure 4 Rice straw for biomass fuel pellet and sugarcane leaves pellet

ค่าทดสอบคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิง ฟางข้าว ใบอ้อย ก่อนผลิตเม็ดเชื้อเพลิง และหลังผลิตเม็ดเชื้อเพลิงที่ปริมาณการเติมน้ำมันพืชร้อยละ 0.83 ตามมาตรฐาน ASTM D 3173-03 (2008), ASTM D 3174-04, ASTM D 3175-07, ASTM D 3172-07a, ASTM D 3177-02 (2007) และ ASTM D 5865-07a (ค่าความร้อน, ความชื้น, เถ้า, สารที่ระเหยได้, คาร์บอนคงตัว และกำมะถัน) แสดงใน Table 1

Table 1 Heating value, moisture, ash, volatile, fixed carbon and sulphur contents of biomass fuel

Biomass Fuel	Heating Value (MJ/kg)	Moisture (%)	Ash (%)	Volatile (%)	Fixed Carbon (%)	Sulphur (%)
Rice straw	14.25	13.50	12.40	60.60	13.50	0.10
Sugarcane leaves	16.08	7.70	8.80	69.70	13.80	0.13
Rice straw pellet	13.97	11.00	15.10	60.40	13.50	0.12
Sugarcane leaves pellet	15.93	8.00	9.40	68.50	14.10	0.15

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลองพบว่า ความหนาแน่น ความทนทานทางกล (Figure 3,4) ของเชื้อเพลิง แปรผกผันกับปริมาณน้ำมันพืชที่เติมเข้าไปในกระบวนการผลิต สาเหตุเนื่องจากแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น ระหว่างผนังรูอัดกับวัตถุดิบชีวมวล (Holm Jens K, 2006) ที่ลดลง ซึ่งเหมาะสำหรับการปรับ ความหนาแน่น ความทนทานทางกล เพื่อคุณภาพของเม็ดเชื้อเพลิง และการนำไปใช้งานตามค่าที่ต้องการ ส่วนค่าความร้อน ของเม็ดเชื้อเพลิงที่ผลิตจากใบอ้อย จะให้ค่าความร้อนที่สูงกว่าเม็ดเชื้อเพลิงที่ผลิตจากฟางข้าว เนื่องจากสัดส่วนที่มีอยู่ของ Volatile กับ Fixed Carbon เม็ดเชื้อเพลิงใบอ้อยที่สูงกว่า (Table 1)

สรุป

ปริมาณการเติมน้ำมันพืชที่เหมาะสม 0.83 เปอร์เซ็นต์ เชื้อเพลิงอัดเม็ดจากฟางข้าว มีความหนาแน่นสูงสุด 493 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความทนทานทางกล 99.30 เปอร์เซ็นต์ เชื้อเพลิงอัดเม็ดจากใบอ้อย มีความหนาแน่นสูงสุด 579 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความทนทานทางกล 99.47 เปอร์เซ็นต์ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากฟางข้าวและใบอ้อยมีค่า 13.97 และ 15.93 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ บริษัทไทยรุ่งเรืองวิจัยและพัฒนา จำกัด ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ละอองดาว แสงหล้า และ ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2005. ผลกระทบจากการเผาอ้อยและแนวทางการแก้ไข. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม 2(1): 85-102.

Alakangas, E. and P. Paju. 2002. Wood pellets in Finland, Technology, economy and market. OPET 5 Report. Jyvaskyla, VTT Process, Research Centre of Finland.

Holm J.K., U.B. Henriksen, J.E. Hustad and L.H. Sorsensen. 2006. Toward an understand ding of controlling parameters in softwood and hardwood pellets production. Energy Fuels 20 (6): 2689-2694.

Norkrans, B. 1967. Cellulose and cellulolysis. Adv. Appl. Microbiosssl 9: 91-215.

Serrano, C., E. Monedero, M. Lapuerta and H. Portero. 2011. Effect of moisture content, particle size and pine addition on quality parameters of barley straw pellets. Fuel Process. Technol. 92(3): 699-706.