Agricultural Sci. J. 44 : 3 (Suppl.) : 522-525 (2013) ว. วิทย. กษ. 44 : 3 (พิเศษ) : 522-525 (2556)

การผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

Pelletized the Male Flower of Oil Palm for Fuel Production

วรรษชล วัฒนะ[1] กฤษณ์ ทันประเสริฐ[1] ทศเนศ ประชุมทอง[1] และ นพดล นวลชาวนา[1]

Wassachol Wattana[1], Krit Thanprasert[1], Todsanate Prachumthong[1] and Noppadol Nuanchuana[1]

Abstract

Male flower of palm oil is an agricultural waste that may be used as source of fuel. In this experiment an preliminary study on pelletized the male flower of palm oil for fuel production was conducted. The male flower clusters were crushed in the pellet mill to separate out the flowers. The flowers were then mixed with molasses and water at several mixtures to obtain the optimum mixture. Two mixture ratios, 1) 1 kg flower: 1 liter molasses: 0.5 liter water and 2) 1 kg flower: 0.5 liter molasses: 1 liter water, were feasible for forming pellet. The mixtures were then pelletized in the pellet mill operated at 412} 475 and 512 rpm of the rotors. The products obtained were the dried to about 3% $_{w.b.}$ and determined their properties; the product density, bulk density, diameter and length of the pellet and heating value. Results showed that the pellet obtained from the first mixture was superior to the second mixture in all aspects. Comparing with DIN 51731 standard, the first mixture had a closer performance but still need to be improved. Properties of pellet obtained from the first mixture pelletized at 412 rpm rotor speed were; 7.95 mm. diameter, 19.93 length, 0.91 kg/dm^3 bulk density and 16.72 MJ/kg. heating value.

Keywords: fuel pellet, agricultural waste, male flower

บทคัดย่อ

ช่อดอกปาล์มตัวผู้เป็นเศษวัสดุทางการเกษตรที่ถูกทิ้งเป็นจำนวนมากในสวนปาล์มน้ำมัน ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้ศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการเตรียมและผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากดอกปาล์มตัวผู้ โดยนำช่อดอกปาล์มตัวผู้มาบดแล้วแยกเอาดอกปาล์มผสมกับกากน้ำตาลและน้ำ และนำไปอัดเป็นเม็ดจากเครื่องอัดเชื้อเพลิงเม็ด จากนั้นจึงศึกษาผลกระทบจากเงื่อนไขในการผลิต ได้แก่ สองอัตราส่วนผสมระหว่างดอกปาล์มตัวผู้ กากน้ำตาล และน้ำ และความเร็วในการบดอัดเชื้อเพลิงเม็ดที่ 412 475 และ 527 รอบต่อนาที ที่มีต่อคุณภาพเชิงกายภาพของเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้ โดยวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นของเม็ดเชื้อเพลิงและความหนาแน่นรวม ปริมาณความชื้น ขนาดและค่าความร้อนของเม็ดเชื้อเพลิงที่ได้ จากนั้นจึงนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับมาตรฐาน DIN 51731 จากผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้อัตราส่วนผสมสูตรที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย ดอกปาล์มตัวผู้ 1 กิโลกรัม ผสมกับกากน้ำตาล 1 ลิตรกับน้ำ 1 ลิตร บดอัดที่ความเร็วรอบ 412 รอบต่อนาที เป็นเงื่อนไขในการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ดีที่สุด นอกจากนั้นคุณสมบัติเชิงกายภาพที่วัดได้จากการทดลองอยู่ภายใต้ความต้องการตามมาตรฐาน DIN 51731

คำสำคัญ: เชื้อเพลิงอัดเม็ด, เศษเหลือทิ้งทางการเกษตร, ช่อดอกปาล์มตัวผู้

คำนำ

สำหรับประเทศที่มีศักยภาพทางด้านเกษตรกรรมอย่างประเทศไทยแล้ว พลังงานชีวมวลจึงเป็นพลังงานทางเลือกที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากมีชีวมวลที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเป็นมาก โดยเฉพาะชีวมวลในรูปของแข็ง เช่น อ้อย ข้าว ข้าวโพด ยางพารา ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น อย่างไรก็ตามชีวมวลในรูปของแข็งที่ได้จากเศษวัสดุทางการเกษตร โดยส่วนใหญ่แล้วมีรูปร่างที่ไม่สม่ำเสมอ ทำให้มีความหนาแน่นต่ำ นอกจากนั้นบางชนิดยังมีความชื้นสูง ทำให้ประสิทธิภาพของการให้พลังงานมีค่าต่ำ และยังมีความยุ่งยากในการจัดเก็บหรือขนส่งอีกด้วย ซึ่งข้อด้อยเหล่านี้สามารถกำจัดได้โดยเพิ่มความหนาแน่นให้แก่ชีวมวลโดยการนำไปอัดเม็ด (นคร, 2553) ชีวมวลในรูปของแข็งที่ขึ้นรูปให้อยู่ในรูปของเชื้อเพลิงอัดเม็ด ได้รับความสนใจในการศึกษาวิจัยอย่างกว้างขวาง โดยการนำเอาเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรหลายชนิดมาทดสอบ เช่น แกลบ ข้าวโพด ใบอ้อย ไม้ไผ่ เส้นใยและกะลาปาล์ม เป็นต้น (Liu *et al*., 2013) สำหรับภาคใต้ซึ่งมีปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจหลักนั้น พบว่ามีช่อดอกปาล์มตัวผู้ที่แห้งอยู่คาต้นเป็นจำนวนมาก โดยไม่ได้ใช้

[1] สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร, จ.ชุมพร

[1]Engineering Department King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chumphon Campus, Chumphon.

ประโยชน์ และลักษณะของช่อดอกปาล์มตัวผู้นั้นจะประกอบด้วยดอกปาล์มขนาดเล็กเกาะกลุ่มกันอยู่เมื่อเขย่าก็จะร่วงหล่นได้ง่าย และมีความชื้นต่ำ (Figure 1) ซึ่งหากนำมาอัดเม็ดก็สามารถอัดโดยเครื่องอัดเม็ดได้โดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนการลดขนาดเช่นเดียวกับชีวมวลแบบอื่นๆ อย่างไรก็ตามเนื่องจากดอกปาล์มมีลักษณะร่วนและแห้งจึงต้องใช้ตัวประสานช่วยในการขึ้นรูปให้เป็นเม็ด ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากช่อดอกปาล์มตัวผู้โดยใช้กากน้ำตาลผสมกับน้ำเป็นตัวประสาน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบสำหรับการทดสอบ

นำช่อดอกปาล์มตัวผู้มาบดให้ดอกปาล์มหลุดจากขั้วด้วยเครื่องอัดเม็ด จากนั้นแยกเอาเฉพาะดอกปาล์มที่ร่วงปริมาณ 1 กิโลกรัมมาคัดขนาดด้วยเครื่องแยกขนาด (Sieves) ก่อน จากนั้นจึงนำเอาทั้งหมดมาผสมกับกากน้ำตาลและน้ำเปล่า โดยได้ทำการทดลองเบื้องต้นในหลายอัตราส่วนผสมระหว่างกากน้ำตาลและน้ำเปล่า พบว่ามีสองส่วนผสมที่สามารถขึ้นรูปเป็นเม็ดได้ โดยสูตรที่ 1 ใช้กากน้ำตาล 1 ลิตรผสมกับน้ำเปล่า 0.5 ลิตร ส่วนสูตรที่ 2 ใช้กากน้ำตาล 0.5 ลิตรผสมกับน้ำ 1 ลิตร

2. ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้เป็นการทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพ ซึ่งประกอบด้วย การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของเม็ดเชื้อเพลิง ค่าความแข็งแรง (ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine) ความหนาแน่นเม็ด (Particle density) ความหนาแน่นรวม (Bulk density) ค่าความชื้น (wet basis) และนอกจากนั้นยังนำไปวัดค่าความร้อนด้วย Bomb Calorimeter เพิ่มเติม โดยทำการทดสอบเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้จากการผสมดอกปาล์มตัวผู้ กากน้ำตาล และน้ำเปล่า สองอัตราส่วนที่ได้กล่าวไปในข้อ 1 โดยแต่ละอัตราส่วนผสมได้นำมาอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดเม็ดที่ความเร็วของลูกกลิ้ง 412, 475 และ 512 รอบต่อนาที และนำเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้ตากแดดให้แห้ง จากนั้นจึงทดสอบค่าต่างๆ ด้วยการสุ่มตัวอย่างและวัดค่าทั้งหมด 3 ครั้ง

ผลและการวิจารณ์

1. ผลของการแยกขนาดดอกปาล์มตัวผู้

จากการนำเอาช่อดอกปาล์มตัวผู้มาบดด้วยเครื่องอัดเม็ดเพื่อให้ดอกปาล์มตัวผู้ร่วงจากฝักและขั้ว และนำมาร่อนผ่าน sieve เพื่อแยกขนาดพบว่า 82% โดยมวลดอกปาล์มตัวผู้มีขนาดเล็กกว่า 0.32 มิลลิเมตร (ดู Figure 2)

Figure 1 Male and female flower clusters of palm oil. (http://m.thairath.co.th/content/life/256327)

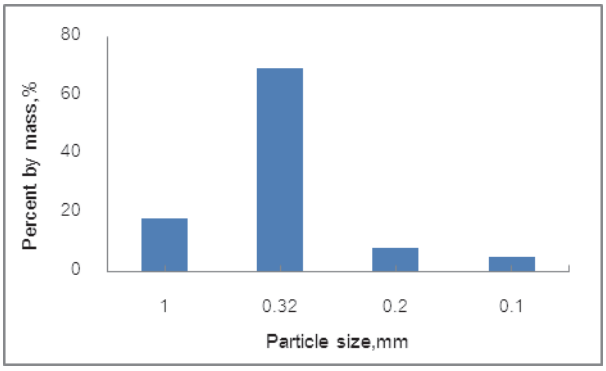

Figure 2 Particle size distribution of male flower.

2. ผลของการวัดคุณสมบัติเชิงกายภาพของเชื้อเพลิงอัดเม็ด

สำหรับคุณสมบัติเชิงกายภาพของเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากดอกปาล์มตัวผู้ที่ได้ทดสอบนั้นแสดงใน Figure 3 - Figure 8 ที่ทุกค่าของความเร็วของลูกกลิ้งในการอัดเม็ดพบว่า สำหรับความยาวและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดเชื้อเพลิงพบว่าสูตรที่ 1 มีความยาวมากกว่าสูตรที่ 2 ซึ่งส่งผลให้สูตรที่ 1 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่าสูตรที่ 2 และเมื่อพิจารณาค่าความหนาแน่นรวมพบว่าสูตรที่ 1 จะให้ค่าความหนาแน่นที่สูงกว่าสูตรที่ 2 ซึ่งส่งผลให้มีความแข็งสูงกว่าด้วย ทั้งนี้เนื่องจากสูตรที่ 1 มีปริมาณกากน้ำตาลมากกว่าสูตรที่ 2 จึงทำให้เกิดการประสานที่ดีกว่า แต่สำหรับค่าความชื้นของเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้นั้น

ปรากฏว่าที่ความเร็วในการอัดต่ำและสูงนั้นค่าความชื้นของสูตรที่ 1 สูงกว่าสูตรที่ 2 แต่ที่ความเร็วรอบระหว่างนั้นความชื้นของสูตรที่ 2 จะสูงกว่าสูตรที่ 1 และเมื่อมองในภาพรวมแล้วพบว่าความเร็วในการอัดเม็ดที่ดีที่สุดคือ 412 รอบต่อนาที

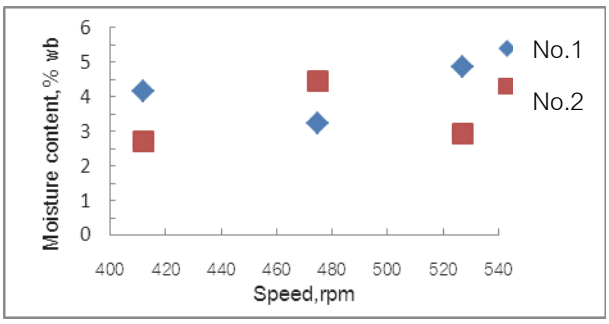

Figure 3 Relationship between pellet length and rotor mill speed for mixtures No. 1 and 2.

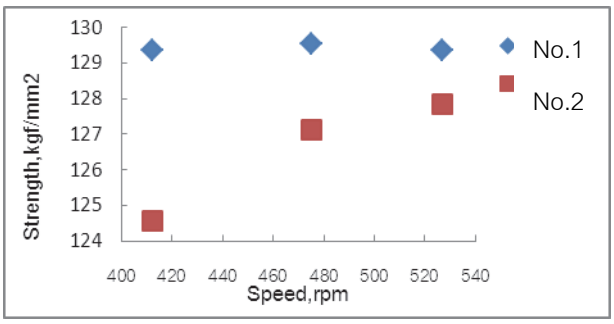

Figure 4 Relationship between pellet diameter and rotor mill speed for mixture No. 1 and 2.

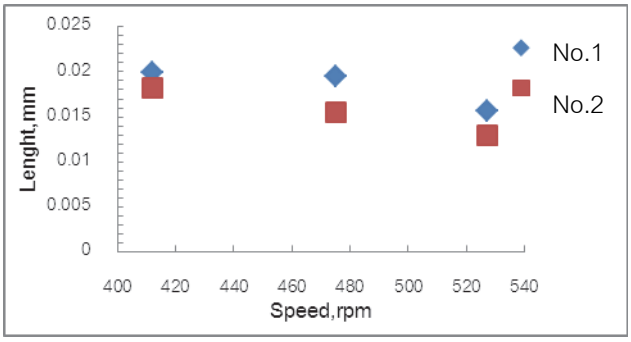

Figure 5 Relationship between moisture content of pellet and rotor mill speed for mixture No. 1 and 2.

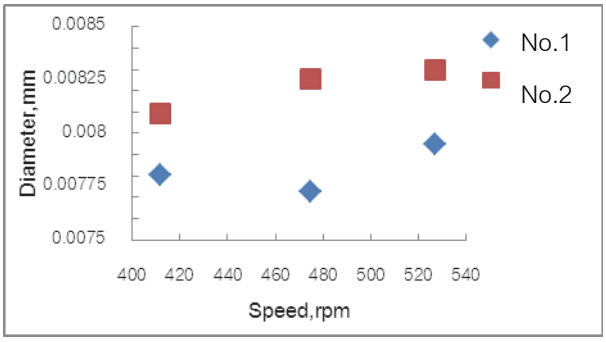

Figure 6 Relationship between pellet strength and rotor mill speed for mixture No. 1 and 2.

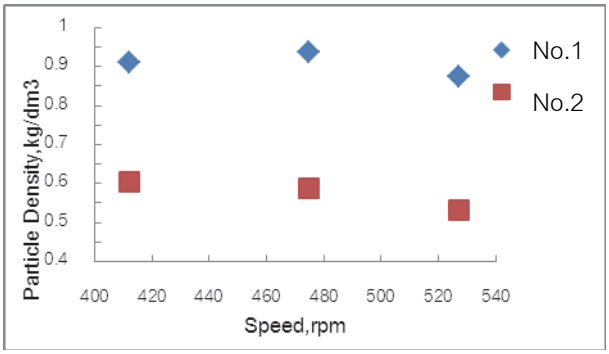

Figure 7 Relationship between pellet particle density and rotor mill speed for mixture No. 1 and 2.

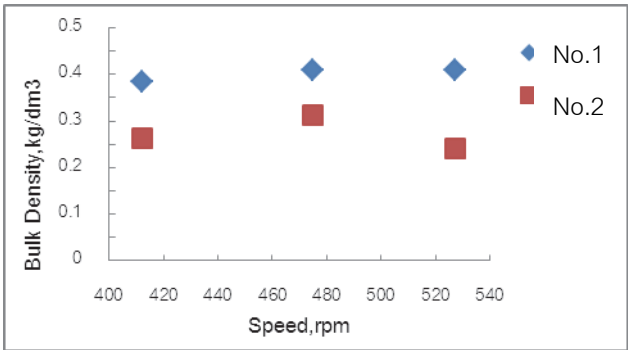

Figure 8 Relationship between pellet bulk density and rotor mill speed for mixture No. 1 and 2.

3. ผลของการวัดค่าความร้อน (HHV) ของเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้

สำหรับค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้จากดอกปาล์มตัวผู้นั้นพบว่าสูตรที่ 1 จะให้ค่าความร้อนสูงกว่าสูตรที่ 2 ในทุกค่าความเร็วในการอัดเม็ด เนื่องจากสูตรที่ 1 มีความหนาแน่นมากกว่าสูตรที่ 2 จึงส่งผลให้ค่าความร้อนสูงกว่าตามไปด้วย (Figure 9) อย่างไรก็ตามค่าความร้อนที่ได้นี้ยังมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการใช้เส้นใยปาล์มผสมกะลาปาล์ม และทางปาล์มที่ใช้กลีเซอรอลเป็นตัวประสาน (Trangkaprasith and Chavalprusit, 2010) ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาหาอัตราส่วนที่พอเหมาะ หรือทำการปรับเปลี่ยนตัวประสานต่อไป

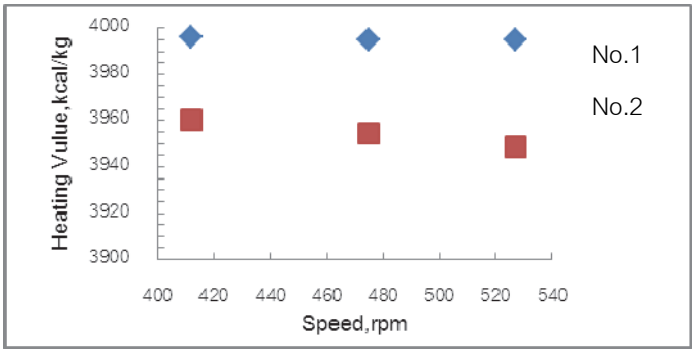

Figure 9 Relationship between heating value of pellet and speed of pellet mill for mixture 1 and 2.

4. การเปรียบเทียบคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากดอกปาล์มตัวผู้กับมาตรฐาน DIN 51731

เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้จากดอกปาล์มตัวผู้ จึงนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานของเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากชีวมวล DIN 51731 จะเห็นได้ว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากดอกปาล์มตัวผู้ที่ได้นั้นยังคงมีมาตรฐานต่ำกว่ามาตรฐาน DIN 51731 ในส่วนของค่าความหนาแน่นและค่าความร้อน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสูตร 1 และ 2 พบว่าสูตรที่ 1 ให้คุณภาพที่ใกล้เคียงกับมาตรฐานมากกว่า

Table 1 Comparison of the pellet properties obtained from mixtures 1 and 2 with DIN 51731 standard.

Parameter	DIN 51731	Mixture 1	Mixture 2
Diameter (mm)	4-10	7.95	8.29
Length (mm)	<50	19.93	18.21
Particle density (kg/dm^3)	>1.0-1.4	0.94	0.60
Bulk Density	>0.6*	0.41	0.31
Moisture Content (%)	<12%	3.12	2.63
Heating Value (MJ/kg)	17.5-19.5	16.72	16.58

*From Ö NORM M 7135 standard

สรุป

จากการศึกษาพบว่าการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากดอกปาล์มตัวผู้โดยใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานนั้น อัตราส่วนผสมที่ดีที่สุดคือสูตรที่ 1 คือให้ดอกปาล์มตัวผู้ 1 กิโลกรัมผสมกับน้ำ 0.5 ลิตรกับกากน้ำตาล 1 ลิตร ด้วยความเร็วในการอัด 412 รอบต่อนาที จะได้เชื้อเพลิงอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.95 มิลลิเมตร ยาว 19.93 มิลลิเมตร มีค่าความหนาแน่นเม็ด 0.94 kg/dm^3 ความหนาแน่นรวม 0.41 kg/dm^3 ความชื้น(มาตรฐานเปียก) 3.12 % และค่าความร้อน 16.72 MJ/kg อย่างไรก็ตามยังคงต้องตรวจสอบคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดเม็ดเพิ่มเติม เพื่อตรวจสอบมาตรฐานด้านอื่นๆ ตลอดจนการศึกษาส่วนผสมที่เพิ่มค่าความร้อนของเม็ดเชื้อเพลิง และเงื่อนไขในการอบเม็ดเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ที่สนับสนุนทุนและอุปกรณ์ในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

นคร ทิพยาวงศ์. 2553. เทคโนโลยีการแปลงสภาพชีวมวล. สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. กรุงเทพมหานคร.

Trangkaprasith, K. and O. Chavalprasit. 2010. Heating value enhancement of fuel pellets from frond of oil palm. In: 2010 International Conference on Biology, Environment and Chemistry, Singapore.

Liu, X., Z. Liu, B. Fei, Z. Cai, Z. Jiang and X. Liu. 2013. Comparative properties of bamboo and rice straw pellets. Bioresources 8(1): 638-647.