

การผลิตแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลจากสับปะรด

เกรียงไกร วงศาโรจน์¹⁾ ธนิต สวัสดิ์เสวี²⁾ นริส ประทีนทอง³⁾ และ ประธาน วงศ์ศรีเวช⁴⁾

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรีดเย็น รวมทั้งศึกษาคุณสมบัติของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ในรูปของ ค่าความร้อน และความต้านทานแรงกด วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการทดลองคือ ลำต้นและกิ่งของสับปะรดนำไปผสมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่น ๆ อันได้แก่ แกลบ ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง และขี้ข้าวโพด สารเหนียวที่ใช้เป็นตัวประสาน ทำมาจากแป้งเปียกและโมลาส ก่อนทำการผสมตัวประสานลงไป วัตถุดิบจะถูกบดด้วยเครื่องบดจนมีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตร เพื่อให้ได้แท่งเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพ วัตถุดิบจะถูกนำมาผสมกับตัวประสานในสัดส่วนต่างๆ จากผลการทดลองพบว่าค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผันตรงกับปริมาณสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นของสับปะรด และที่อัตราส่วนผสมเดียวกันแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานจะให้ค่าความร้อนสูงกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสานเล็กน้อย ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานจะมีค่าต่ำกว่า แท่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสาน แต่อย่างไรก็ตามค่าความร้อนและค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตโดยใช้ตัวประสานทั้งสองชนิดก็ยังคงมีค่าสูงพอที่จะใช้ผลิตแท่งเชื้อเพลิง โดยค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าอยู่ประมาณ 11.54 - 15.36 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม และมีค่าความต้านทานแรงกดอยู่ที่ 0.46 -2.46 เมกกะปาสคาล

คำสำคัญ : สับปะรด กระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน แท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

¹⁾ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140
อีเมล: Oeyoyo@hotmail.com

²⁾ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140
อีเมล: thanit.swa@kmutt.ac.th

³⁾ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140
อีเมล: Naris.pra@kmutt.ac.th

⁴⁾ นักวิจัย ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ จังหวัดปทุมธานี
12120 อีเมล: pratarn@nanotec.or.th

*Corresponding Author

Biomass Briquette Production from Jatropha

Kriengkrai Wongsaroj¹⁾ Thanit Sawadsevi^{*2)} Naris Prathinthong³⁾ and Pratarn Wongsrivej⁴⁾

ABSTRACT

The objectives of this research were to study the production of biomass briquette by extrusion technique and to investigate its properties in terms of heating value and compressive strength. Raw materials used in this work were the trunk and the branch of Jatropha mixed with the solid waste (product) from postharvest such as rice husk, bagasse, cassava shell and corncob. The glutinous mass used as the binder was made from cassava flour (powder) and molasses. Before mixing with the binder, the raw material was grinded to less than 3 mm. To obtain the high quality of briquette, the raw materials were mixed with the binders at the various ratios. The experimental results showed that the heating value increased with an increase in the Jatropha ratio. At the same mixture ratio, the heating value of the briquette from the cassava flour binder was slightly higher than that of the molasses while the compressive strength of the briquette from the cassava flour binder was lower than that of the molasses. However, the heating value and the compressive strength of the briquette from both binders were quite high for producing biomass briquette. In addition, the heating value was in the range of 11.54 – 15.36 MJ/kg and the compressive strength was in the range of 0.46-2.46 MPa.

Keyword: Jatropha , Extrusion , biomass briquette

¹⁾ Post graduated Student , Division of Energy Technology , King Mongkut's University of Technology

Thonburi, Bangkok 10140 , E-mail: Oeyoyo@hotmail.com

^{*2)} Assistant Professor , Division of Thermal Technology , King Mongkut's University of Technology

Thonburi, Bangkok 10140 , Corresponding Author, E-mail: thanit.swa@kmutt.ac.th

³⁾ Assistant Professor , Division of Energy Technology , King Mongkut's University of Technology

Thonburi, Bangkok 10140 , E-mail: naris.pra@kmutt.ac.th

⁴⁾ Researcher , NANOTEC , National Science and Technology Development Agency , Pathumthani

12120 , E-mail: pratarn@nanotec.or.th

* Corresponding Author

1. บทนำ

พลังงานจากชีวมวลเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนสำหรับชุมชนเกษตรกรรม การใช้ประโยชน์จากชีวมวลรูปแบบหนึ่งคือการนำมาทำเป็นแท่งเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการเผาไหม้โดยตรงหรือนำไปใช้ผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน แท่งเชื้อเพลิงชีวมวลสามารถผลิตได้โดยใช้วัสดุเหลือใช้ เช่น เศษไม้ แกลบ ชี้เลี้ยง และเศษต้นพืชต่างๆ ซึ่งการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลจากวัสดุดังกล่าวนี้มีเทคนิคและการใช้ตัวประสานที่แตกต่างกัน ประลองค์ ดำรงค์ไทย (Pralong, 1998) นักวิชาการป่าไม้ได้ศึกษาการผลิตแท่งเชื้อเพลิงชีว โดยการนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ชานอ้อยเน่า เปื่อย และขุยมะพร้าวมาอัดเป็นแท่งด้วยกระบวนการอัดเย็นจากเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลแบบสกรูที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้าโดยใช้ตัวเชื่อมประสานช่วย แล้วนำไปตากแดดให้แห้งจะได้แท่งเชื้อเพลิงที่สามารถใช้แทนฟืนและถ่านได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของประสาน สติยธิ์เรืองศักดิ์ (Prasarn, 2004) และอภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ (Apirak, 2008) ที่ได้ทำการศึกษารูปแบบการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากผงถ่านของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ผงถ่านกะลามะพร้าว ผงถ่านไม้ยางพารา ผงถ่านขี้ข้าวโพด และชี้เลี้ยง ด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้แบ่งเปียกและโมลาสเป็นตัวประสาน ซึ่งทำให้ได้แท่งเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนเหมาะสมจะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

สับดำเป็นพืชทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพในการผลิตไบโอดีเซล หลายหน่วยงานหันมาส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกสับดำเพื่อใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล การปลูกสับดำในขนาดจึงมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณชีวมวลที่เหลือจากต้นสับดำเพิ่มสูงขึ้นด้วย เนื่องจากในการปลูกสับดำเมื่อต้นอายุครบ 1 ปีแล้วจะต้องทำการตัดแต่งกิ่ง เพื่อให้ต้นสูงเกินไปจนทำให้เก็บเกี่ยวได้ลำบากอีกทั้งการตัดแต่งกิ่งยังเป็นการทำให้สับดำติดผลเพิ่มขึ้นด้วย

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาวิธีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากลำต้นสับดำด้วยเทคนิคการอัดเย็นแบบเอ็กซ์ทรูชัน ตัวแปรที่ทำการศึกษาได้แก่อัตราส่วนผสมของชีวมวลจากสับดำ แกลบ ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง และขี้ข้าวโพดรวมกับตัวประสานแบ่งเปียกและโมลาสที่มีผลต่อค่าความร้อนและค่าการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ (Jindaporn, 2006) โดยจะใช้ชีวมวลจากกิ่งสับดำเป็นส่วนผสมหลัก

2. อุปกรณ์

2.1 วัตถุดิบในการทดลอง

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง คือ กิ่งและลำต้นของสับดำผสมกับชีวมวลอีก 4 ชนิด คือ แกลบ ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง และขี้ข้าวโพด โดยค่าความร้อนและความหนาแน่น (Bulk density) ของชีวมวลแต่ละชนิดชนิดที่ยังไม่ได้อัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง แสดงไว้ในตารางที่ 1

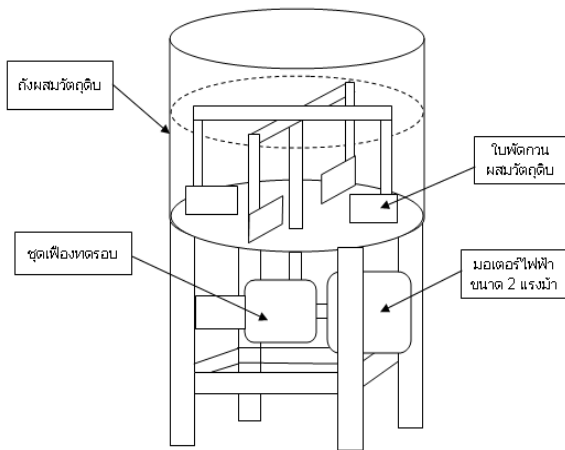
ตารางที่ 1 ค่าความร้อนและความหนาแน่น (Bulk density) ของชีวมวลที่ใช้ทดลอง

ชีวมวล	ค่าความร้อน (เมกกะจูล ต่อกิโลกรัม)	ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร)
สับดำ	15.742	123.552
ขี้ข้าวโพด	15.580	375.158
กากมันสำปะหลัง	14.407	339.211
ชานอ้อย	13.281	104.667
แกลบ	12.393	219.136

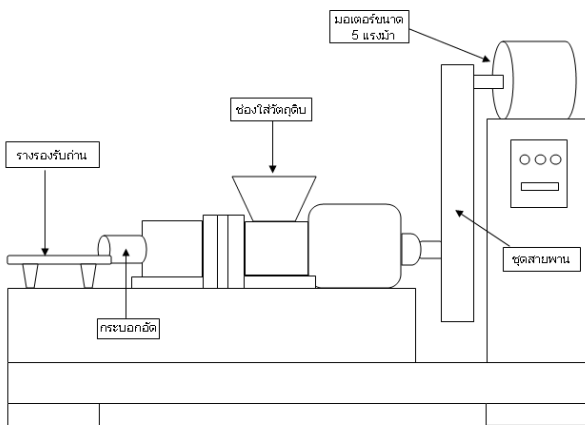
ในการทดลองจะทำการบดชีวมวลทั้งหมด ให้มีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตร หลังจากที่ได้นำชีวมวลไปตากแห้งจนมีความชื้นต่ำกว่า 15% มาตรฐานแห้ง สำหรับตัวประสานที่ใช้ในการทดลอง คือ โมลาส และแบ่งเปียก

2.2 อุปกรณ์การทดลอง

ในการทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิงที่เงื่อนไขต่างๆ จะทำการบดชีวมวลทั้งหมดให้มีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตรด้วยเครื่องบดย่อยวัสดุ (Hammer mill) และชั่งน้ำหนักชีวมวลตามสัดส่วนที่ต้องการด้วยตาชั่ง สำหรับการผสมชีวมวลกับตัวประสานจะใช้เครื่องผสมวัสดุซึ่งมีมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้าเป็นตัวส่งกำลังเพื่อหมุนผสมวัสดุดิบทั้งหมดจนรวมเป็นเนื้อเดียวกัน



รูปที่ 1 ลักษณะเครื่องผสมวัสดุดิบที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 2 ลักษณะเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบที่ผสมแล้วจะถูกส่งเข้าเครื่องอัดรีดแท่งเชื้อเพลิงแข็งแบบสกรูเพอร์ซึ่งใช้สกรูอัดแบบเกลียวหนอน

ขนาด 6.3 เซนติเมตร ยาว 43 เซนติเมตร โดยที่ปลายกระบอกรีดมีขนาด 5 เซนติเมตร และมีมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 5 แรงม้าเป็นตัวส่งกำลัง ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงอยู่ที่ 60 รอบต่อนาที (Prasarn, 2006) แท่งเชื้อเพลิงที่ผ่านการอัดรีดจะมีลักษณะทรงกระบอกกลวง มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกประมาณ 11 มิลลิเมตร และ 48 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในการวัดค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จะใช้เครื่องทดสอบค่าความร้อน (Bomb Calorimeter) ซึ่งสามารถวัดค่าความร้อนของเชื้อเพลิงได้ทั้งของแข็งและของเหลว

3. การทดลอง

ในการทดลองการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ทดลองหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผสมสับดูกับตัวประสาน และทดลองหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผสมสับดูและชีวมวลอื่นๆ กับตัวประสาน

3.1 สัดส่วนที่เหมาะสมในการผสมสับดูและตัวประสาน

ในการทดลองจะทำการปรับเปลี่ยนสัดส่วนการผสมสับดูต่อน้ำหนักของตัวประสานทั้งสองเพื่อศึกษาถึงผลกระทบที่มีต่อการจับตัวเป็นแท่งของเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ (Thanit, 2004) ซึ่งสัดส่วนการผสมสับดูต่อน้ำหนักตัวประสานที่จะปรับเปลี่ยนในการทดลองเป็น 95:5, 90:10, 85:15, 80:20, 75:25 และ 70:30 หลังจากได้สัดส่วนการผสมที่เหมาะสม จะใช้สัดส่วนการผสมนี้เพื่อทดลองในขั้นต่อไป

3.2 สัดส่วนที่เหมาะสมในการผสมสับดูและชีวมวลอื่นๆ กับตัวประสาน

เมื่อได้สัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับการผสมสับดูกับตัวประสานเพื่ออัดแท่งเชื้อเพลิงแล้ว ในการทดลองต่อไปคือการผสมชีวมวลชนิดอื่นๆ คือ แกลบ ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง และขี้ข้าวโพดลงไป แล้วนำไปอัดขึ้นรูปเป็นแท่ง

เชื้อเพลิงโดยใช้สัดส่วนการผสมตัวประสานที่ได้จากการทดลองในขั้นแรก เพื่อศึกษาผลกระทบของการปรับเปลี่ยนสัดส่วนน้ำหนักการผสมชีวมวลอื่นๆ ที่มีต่อค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งสัดส่วนการผสมที่ใช้ในการทดลอง คือ สับดำ: ชีวมวลอื่น: ตัวประสาน โดยกำหนดสัดส่วนของตัวประสานคงที่ไว้ที่ร้อยละ 15 และ 20 จะได้สัดส่วนการผสมเป็น 75:10:15, 65:20:15, 55:30:15, 45:40:15, 70:10:20, 60:20:20, 50:30:20 และ 40:40:20

3.3 วิธีการทดลอง

ในการทดลองผลิตเชื้อเพลิงแข็งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้ 1) เริ่มจากการเตรียมวัตถุดิบโดยนำชีวมวลทั้งหมดไปตากจนมีค่าความชื้นต่ำกว่า 15% มาตรฐานแห้ง แล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดจนมีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตร จากนั้นนำชีวมวลที่บดแล้วไปเก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด 2) ก่อนทำการทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งให้ทดสอบเดินเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงเพื่อดูสภาพความพร้อมในใช้งาน 3) ทำการชั่งน้ำหนักของชีวมวลที่บดแล้วแต่ละชนิดและตัวประสานให้ได้ตามสัดส่วนที่ต้องการทดลอง 4) นำส่วนผสมทั้งหมดไปผสมกันโดยใช้เครื่องผสมวัสดุ จนกระทั่งวัตถุดิบทั้งหมดผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับตัวประสาน 5) หลังจากผสมวัตถุดิบกับตัวประสานได้ตามสัดส่วนที่ต้องการแล้ว นำวัตถุดิบทั้งหมดป้อนเข้าสู่เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งโดยจะใส่ลงในถังพักป้อน (Hopper) 6) นำภาชนะมารองชีวมวลที่ยังไม่เป็นแท่งในขณะเริ่มอัดเนื่องจากในระยะแรกๆ มวลของวัตถุดิบทั้งหมดยังไม่เต็มกระบอกอัดจึงยังไม่ติดเป็นก้อน รอจนกระทั่งเชื้อเพลิงติดกันเป็นแท่งยาว 7) ตัดแท่งเชื้อเพลิงออกเป็นท่อนโดยให้ความยาวท่อนละ 15 เซนติเมตร 8) เปลี่ยนสัดส่วนการผสมของชีวมวลต่างๆ กับตัวประสานตามเงื่อนไขที่ต้องการทดลอง แล้วผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงตามทุกเงื่อนไขจนครบ 9) นำแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ไปตากแดด หรืออบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นประมาณ 10% มาตรฐาน

แห้ง แล้วจึงนำไปทดสอบค่าความร้อน และค่าการต้านทานแรงกด

4. ผลการทดลอง

จากการทดลองผลิตแท่งเชื้อเพลิง โดยใช้วัตถุดิบหลักเป็นสับดำกับตัวประสานแป้งเปียกและโมลาสพบว่า มีเพียงสองสัดส่วนการผสมเท่านั้นที่ทำให้สามารถขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงได้ คือ น้ำหนักสับดำต่อตัวประสานทั้งสองชนิดเป็น 80:20 และ 85:15 ดังนั้นจึงใช้สัดส่วนการผสมตัวประสานทั้งสองสัดส่วนนี้ในการทดลองขั้นต่อไป โดยทำการเปลี่ยนสัดส่วนการผสมของชีวมวลอื่นๆ

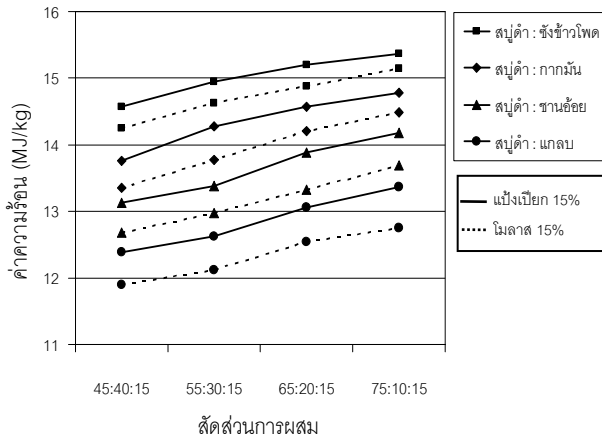


รูปที่ 3 ลักษณะแท่งเชื้อเพลิงที่ได้ในการทดลอง

4.1 อิทธิพลของสัดส่วนวัตถุดิบที่มีผลต่อค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง

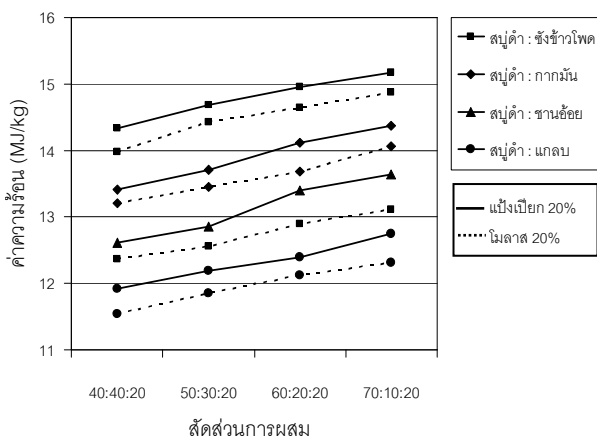
จากผลการทดลองดังรูปที่ 4 พบว่าเมื่อทำการเพิ่มสัดส่วนของสับดำจะทำให้ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นเนื่อง จากสับดำมีองค์ประกอบคาร์บอนและค่าความร้อนสูงกว่าวัสดุเชื้อเพลิงชีวมวลชนิดอื่นที่นำมาผสม อีกทั้งจะสังเกตได้ว่าถ้านำวัสดุชีวมวลที่มีค่าความร้อนสูงมาผสมก็จะทำให้แท่งเชื้อเพลิงที่ได้มามีค่าความร้อนสูงตามไปด้วย เช่น ในการทดลองนี้ค่าความร้อนของขี้ข้าวโพดสูงกว่ากากมันสำปะหลัง ดังนั้น แท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากการ

ผลระหว่างสบูดำกับซังข้าวโพดจะมีค่าความร้อนสูงกว่า
แท่งเชื้อเพลิงที่ได้จาก การผสมระหว่างสบูดำกับกากมัน
สำปะหลัง



รูปที่ 4 ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ตัวประสานใน
สัดส่วนร้อยละ 15

นอกจากนี้จะพบว่าที่สัดส่วนการผสมเดียวกันแท่ง
เชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานจะมีค่าความร้อนสูง
กว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสานเนื่องจากตัว
ประสานโมลาสมีความหนืดสูงเผาไหม้ได้ยากกว่าตัว
ประสานแป้งเปียก แท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าความร้อนอยู่
ในช่วง 11.89-15.36 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม

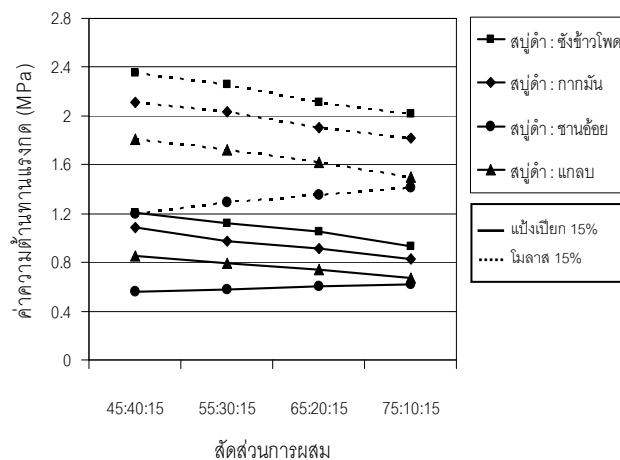


รูปที่ 5 ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงใช้ตัวประสานใน
สัดส่วนร้อยละ 20

สำหรับแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้สัดส่วนตัวประสานร้อยละ 20 ผลการทดลองที่ได้จะเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับ
กรณีที่ใช้ตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 15 คือ ค่าความร้อน
ของแท่งเชื้อเพลิงจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณสัดส่วนสบูดำที่
เพิ่มขึ้นดังแสดงในรูปที่ 5 และจะพบว่าที่แต่ละสัดส่วนการ
ผสมจะมีค่าความร้อนลดลงเมื่อเทียบกับกรณีที่ใช้ตัว
ประสานในสัดส่วนร้อยละ 15 เนื่องจากเมื่อผสมตัว
ประสานมากขึ้นจะทำให้สัดส่วนของปริมาณสบูดำซึ่งมีค่า
ความร้อนสูงลดลงไป ส่งผลให้ค่าความร้อนของแท่ง
เชื้อเพลิงลดลง โดยจากรูปที่ 5 ค่าความร้อนอยู่ในช่วง
11.54-15.17 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม

4.2 อิทธิพลของสัดส่วนวัตถุดิบต่อค่าความต้านทาน แรงกด

สำหรับผลของค่าความต้านทานแรงกดของแท่ง
เชื้อเพลิง พบว่าค่าความต้านทานแรงกดจะแปรผันตาม
สัดส่วนการผสมวัตถุดิบที่มีค่าความหนาแน่นสูง

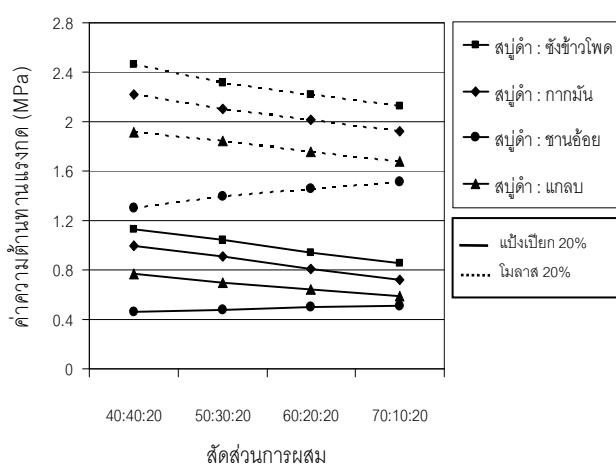


รูปที่ 6 ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ตัว
ประสานในสัดส่วนร้อยละ 15

จากรูปที่ 6 เมื่อสัดส่วนของวัตถุดิบที่มีความ
หนาแน่นสูงลดลงจะทำให้ค่าความต้านทานแรงกดลดลง
ตามไปด้วย ดังนั้นแท่งเชื้อเพลิงที่ผสมระหว่างสบูดำต่อซัง
ข้าวโพดที่สัดส่วน 45:40 จะมีค่าการต้านทานแรงกดสูงกว่า
แท่งเชื้อเพลิงที่ผสมระหว่างสบูดำและซังข้าวโพดที่สัดส่วน

55:30 เนื่องมาจากค่าความหนาแน่นของซังข้าวโพดสูงกว่าสับดำ และแท่งเชื้อเพลิงที่ผสมวัตถุดิบที่มีความหนาแน่นสูงก็จะทำให้มีค่าความต้านทานแรงกดที่สูงด้วยเช่นกัน ดังนั้นที่สัดส่วนการผสมเดียวกันแท่งเชื้อเพลิงที่ผสมซังข้าวโพดจะมีค่าความต้านทานแรงกดสูงกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ผสมกากมันสำปะหลัง เนื่องจากซังข้าวโพดมีความหนาแน่นสูงกว่ากากมันสำปะหลัง แท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าความต้านทานแรงกดอยู่ระหว่าง 0.56 - 2.35 เมกกะปาสกาล

สำหรับแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้สัดส่วนตัวประสานร้อยละ 20 ผลการทดลองที่ได้จะเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับกรณีที่ใช้ตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 15 คือค่าความต้านทานแรงกดจะแปรผันตามสัดส่วนการผสมวัตถุดิบที่มีค่าความหนาแน่นสูงดังแสดงในรูปที่ 7 โดยค่าความต้านทานแรงกดอยู่ระหว่าง 0.46 - 2.46 เมกกะปาสกาล



รูปที่ 7 ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ตัวประสานในสัดส่วนร้อยละ 20

และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลการทดลองที่ได้ในรูปที่ 6 และ 7 พบว่าที่สัดส่วนการผสมเดียวกันค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสานในสัดส่วนร้อยละ 20 จะสูงกว่าค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสานในสัดส่วน ร้อยละ 15 เนื่องจากลักษณะของโมลาสจะมีความเหนียว และเมื่อผ่านการอัดจะมีการยึดเกาะที่ดีส่งผลให้ค่าความต้านทาน

แรงกดเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้จะพบว่าที่สัดส่วนการผสมเดียวกันแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาส เป็นตัวประสาน จะมีค่าความต้านทานแรงกดสูงกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานมาก เนื่องมาจากตัวประสานแป้งเปียกมีส่วนประกอบหลักเป็นน้ำ เมื่อนำแท่งเชื้อเพลิงไปตากหรืออบแห้งน้ำจะระเหยไปทำให้เกิดรูพรุนขึ้นในแท่งเชื้อเพลิงจึงเกิดการแตกหักได้ง่ายกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสาน

จากการทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิงพบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างวัตถุดิบต่อตัวประสาน คือ 85:15 และ 80:20 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ส่วนประกอบของวัตถุดิบนั้นมีสัดส่วนที่มากกว่าตัวประสาน ดังนั้นสมบัติของค่าความร้อนและค่าความต้านทานแรงกดจึงขึ้นอยู่กับตัววัตถุดิบที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิง ดังจะเห็นได้จากผลการทดลองที่พบว่าเมื่อผสมวัตถุดิบที่มีค่าความร้อนสูงในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงก็จะเพิ่มขึ้นตามด้วย เช่นเดียวกับการผสมวัตถุดิบที่มีความหนาแน่นสูงในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นก็จะทำให้ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้น แต่ทั้งนี้การเปลี่ยนชนิดของตัวประสานก็จะส่งผลต่อค่าความร้อนและค่าความต้านทานแรงกดด้วยเช่นกัน

5. สรุปผล

ในการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจากชีวมวลด้วยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรีดเย็น โดยใช้วัตถุดิบหลักเป็นสับดำผสมกับชีวมวลอื่นๆ อันได้แก่ แกลบ ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง และซังข้าวโพด ซึ่งใช้โมลาสและแป้งเปียกเป็นตัวประสานนั้นพบว่า สัดส่วนการผสมของชีวมวลต่อน้ำหนักตัวประสานที่ทำให้สามารถอัดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงได้ คือ 85:15 และ 80:20

จากการทดลองพบว่าค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จะแปรผันตรงกับสัดส่วนการผสมสับดำและที่สัดส่วนการผสมเดียวกันแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานจะมีค่าความร้อนสูงกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้โม

ลาสเป็นตัวประสานเล็กน้อย ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าระหว่าง 11.54 – 15.36 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม สำหรับค่าความต้านทานแรงกด พบว่าค่าความต้านทานแรงกดจะแปรผันตามสัดส่วนการผสมวัตถุดิบที่มีค่าความหนาแน่นสูง แท่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสานจะมีค่าความต้านทานแรงกดสูงกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานอย่างมาก ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าระหว่าง 0.46-2.46 เมกกะปาสคาล

สัดส่วนการผสมแท่งเชื้อเพลิงที่เหมาะสมเพื่อให้เชื้อเพลิงที่ได้มีค่าความร้อนและค่าความต้านทานแรงกดสูง คือ การผสมสับดำและซังข้าวโพดโดยใช้โมลาสเป็นตัวประสานในสัดส่วน สับดำ: ซังข้าวโพด: โมลาส 65:20:15 โดยตัวประสานโมลาสจะทำให้ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงต่ำกว่าตัวประสานแป้งเปียกเพียงเล็กน้อย แต่ทำให้ได้ค่าความต้านทานแรงกดสูงกว่ามาก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติที่เชื้อเพื่อมอเตอร์สำหรับเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง วัดพยัคฆาราม และ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ที่เชื้อเพื่อเครื่องบดย่อยวัสดุ และเครื่องผสมวัตถุดิบ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่เชื้อเพื่อเครื่องวัดค่าความร้อนเพื่อใช้ในการวัดค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง

เอกสารอ้างอิง

Apirak Sawadkit (2008). A Production of Bar-Shaped Fuel from Husk Ashes Mixed with Corn-cob. Knowledge Bank at Sripatum University . (Cited 2008 Jan 17). Available from:<http://dllibrary.spu.ac.th:8080/dspace/handle/123456789/560> (Acess on April 27,2009).

Jindaporn Jamraloedluk (2006). Physical properties and combustion performance of briquettes produced from two pairs of biomass species, The 2nd Energy Technology Network of Thailand, Suranaree University of Technology 27-29 Jul. (In Thai).

Pralong Damrongthai (1998). Green fuel briquette, Thaisumi.co.ltd, Available from: <http://www.carcoal.snmcenter.com/charcoalthai/Green20Fuel%20Briquette.php>.(accessed on October 17, 2007)

Prasarn Sathitruangsak (2004). Briquette fuel producing from coconut shell by extrusion technique using molass as binder, The 18th Conference on Mechanical Engineering Network of Thailand , Pullman Khon Kaen Raja Orchid Hotel, by Khon Kaen University, October 18-20 . (In Thai).

Prasarn Sathitruangsak (2006). Design of an extrusion screw and solid fuel produced from coconut shell, Songklanakarin J.Sci.Technol, Vol 28, No.2, 387-401 (In Thai).

Thanit Madhiyanon (2004). A study of influences of binder treated from wheat straw on physical properties of fuel briquette. The 18th Conference on Mechanical Engineering Network of Thailand , Pullman Khon Kaen Raja Orchid Hotel, by Khon Kaen University, October 18-20 . (In Thai).