

วิศวกรรมสาร มข.  
**KKU Engineering Journal**  
ปีที่ 38 ฉบับที่ 1  
มกราคม - มีนาคม 2554

## การผลิตแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลจากสบูดำ

เกรียงไกร วงศาโรจน์<sup>1)</sup> ธนิต สวัสดิ์เสวี<sup>2)</sup> นริส ประทินทอง<sup>3)</sup> และ ประธาน วงศ์ศิริเวช<sup>4)</sup>

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยเทคนิคอิเล็กโทรซินแบบอัดรีดเย็น รวมทั้งศึกษาคุณสมบัติของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ในรูปของ ค่าความร้อน และความต้านทานแรงกด วัตถุประสงค์หลักที่ใช้ในการทดลองคือ ลำต้นและกิ่งของสบูดำนำไปผสมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ อันได้แก่ แกลบ ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง และขังข้าวโพด สารเหนียวที่ใช้เป็นตัวประสาน ทำมาจากแป้งเปียกและโมลาส ก่อนทำการผสมตัวประสานลงไป วัตถุประสงค์จะถูกบดด้วยเครื่องบดจนมีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตร เพื่อให้ได้แท่งเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพ วัตถุประสงค์จะถูกนำมาผสมกับตัวประสานในสัดส่วนต่างๆ จากผลการทดลองพบว่าค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผันตรงกับปริมาณสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นของสบูดำ และที่อัตราส่วนผสมเดียวกันแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานจะให้ค่าความร้อนสูงกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสานเล็กน้อย ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานจะมีค่าต่ำกว่า แท่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสาน แต่อย่างไรก็ตามค่าความร้อนและค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตโดยใช้ตัวประสานทั้งสองชนิดก็ยังคงมีค่าสูงพอที่จะใช้ผลิตแท่งเชื้อเพลิง โดยค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าอยู่ประมาณ 11.54 - 15.36 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม และมีค่าความต้านทานแรงกดอยู่ที่ 0.46 - 2.46 เมกกะปาสคาล

**คำสำคัญ :** สบูดำ , กระบวนการอิเล็กโทรซิน , แท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

<sup>1)</sup> นักศึกษาปริญญาโท, สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน, คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ 10140, อีเมล: Oeyoyo@hotmail.com

<sup>2)</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สายวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ 10140, Corresponding Author, อีเมล: thanit.swa@kmutt.ac.th

<sup>3)</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน, คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ 10140, อีเมล: Naris.pra@kmutt.ac.th

<sup>4)</sup> นักวิจัย, ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, จังหวัดปทุมธานี 12120 , อีเมล: pratarn@nanotec.or.th

## Biomass Briquette Production from Jatropha

Kriengkrai Wongsaroj<sup>1)</sup> Thanit Sawadsevi<sup>\*2)</sup> Naris Prathinthong<sup>3)</sup> and Pratarn Wongsrivej<sup>4)</sup>

### ABSTRACT

The objectives of this research were to study the production of biomass briquette by extrusion technique and 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 waste product from postharvest such as rice husk, bagasse, cassava shell and corncob. The glutinous mass used as the binder was made from powder and molasses. Before mix with the binder, the raw materials was reduced the dimension by the grinder until they were smaller than 3 mm. To obtain the high quality of briquette, the raw materials were mixed with the binders at the various ratios. The results showed that the heating value increased with an increase in the jatropha particles. At the same mixture ratio, the heating value of the briquette used powder as the binder was slightly higher than that one used the molasses. The compressive strength of the briquette used powder as binder was lower than that one used the molasses. However, the heating value and the compressive strength of the briquette used both blinders 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

---

<sup>1)</sup> Post graduated Student , Division of Energy Technology, School of Energy, Environment and Material, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140, E-mail: Oeyoyo@hotmail.com

<sup>\*2)</sup> Assistant Professor, Division of Thermal Technology, School of Energy, Environment and Material, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140, Corresponding Author, E-mail: thanit.swa@kmutt.ac.th

<sup>3)</sup> Assistant Professor, Division of Energy Technology, School of Energy, Environment and Material, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140, E-mail: naris.pra@kmutt.ac.th

<sup>4)</sup> Researcher, NANOTEC, National Science and Technology Development Agency, Pathumthan 12120, Email: pratarn@nanotec.or.th

1. บทนำ

พลังงานจากชีวมวลเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนสำหรับชุมชนเกษตรกรรม การใช้ประโยชน์จากชีวมวลรูปแบบหนึ่งคือการนำมาทำเป็นแท่งเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการเผาไหม้โดยตรงหรือนำไปใช้ผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน แท่งเชื้อเพลิงชีวมวลสามารถผลิตได้โดยใช้วัสดุเหลือใช้ เช่น เศษไม้ แกลบ ชี้เลี้ยง และเศษต้นพืชต่างๆ ซึ่งการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลจากวัสดุดังกล่าวนี้มีเทคนิคและการใช้ตัวประสานที่แตกต่างกัน ประลองค์ ดำรงค์ไทย (Pralong, 1998) นักวิชาการป่าไม้ได้ศึกษาการผลิตแท่งเชื้อเพลิงเขียวโดยการนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ชานอ้อยเน่าเปียก และขุยมะพร้าวมาอัดเป็นแท่งด้วยกระบวนการอัดเย็นจากเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลแบบสกรูที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้าโดยใช้ตัวเชื่อมประสานช่วย แล้วนำไปตากแดดให้แห้งจะได้แท่งเชื้อเพลิงที่สามารถใช้แทนฟืนและถ่านได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของประสาน สติธย์เรืองศักดิ์(Prasarn, 2004) และอภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ (Apirak, 2008) ที่ได้ทำการศึกษการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากผงถ่านของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ผงถ่านกะลามะพร้าว ผงถ่านไม้ยางพารา ผงถ่านซังข้าวโพด และชี้เลี้ยง ด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้แป้งเปียกและโมลาสเป็นตัวประสาน ซึ่งทำให้ได้แท่งเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนเหมาะสมจะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

สับดูเป็นพืชทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพในการผลิตไบโอดีเซล หลายหน่วยงานหันมาส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกสับดูเพื่อใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล การปลูกสับดูในอนาคตจึงมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณชีวมวลที่เหลือจากต้นสับดูเพิ่มสูงขึ้นด้วย เนื่องจากในการปลูกสับดูเมื่อต้นอายุครบ 1 ปีแล้วจะต้องทำการตัดแต่งกิ่ง เพื่อไม่ให้ต้นสูงเกินไปจนทำให้เก็บเกี่ยวได้ลำบากอีกทั้งการตัดแต่งกิ่งยังเป็นการทำให้สับดูติดผลเพิ่มขึ้นด้วย

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาวิธีการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากลำต้นสับดูด้วยเทคนิคการอัดเย็นแบบเอ็กซ์ทรูชัน ตัวแปรที่ทำการศึกษาได้แก่อัตราส่วนผสมของชีวมวลจากสับดู แกลบ ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง และซังข้าวโพดรวมกับตัวประสานแป้งเปียกและโมลาสที่มีผลต่อค่าความร้อนและค่าการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ (Jindaporn, 2006) โดยจะใช้ชีวมวลจากกิ่งสับดูเป็นส่วนผสมหลัก

2. อุปกรณ์

2.1 วัสดุดิบในการทดลอง

วัสดุดิบที่ใช้ในการทดลอง คือกิ่งและลำต้นของสับดูผสมกับชีวมวลอีก 4 ชนิด คือ แกลบ ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง และซังข้าวโพด โดยค่าความร้อนและความหนาแน่น (Bulk density ) ของชีวมวลแต่ละชนิดขณะที่ยังไม่ได้อัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง แสดงไว้ในตารางที่ 1

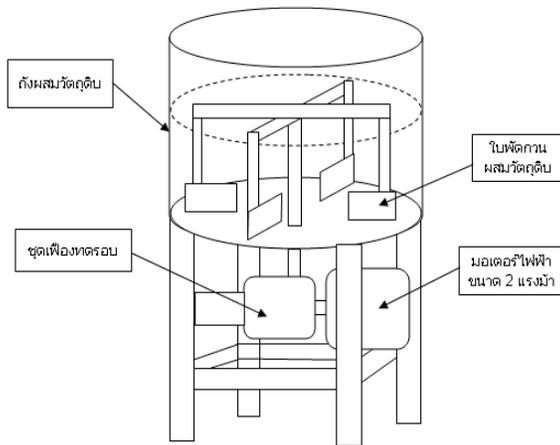
ตารางที่ 1 ค่าความร้อนและความหนาแน่น(Bulk density ) ของชีวมวลที่ใช้ทดลอง

ชีวมวล	ค่าความร้อน ( เมกกะจูล ต่อ กิโลกรัม )	ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร)
สับดู	15.742	123.552
ซังข้าวโพด	15.580	375.158
กากมันสำปะหลัง	14.407	339.211
ชานอ้อย	13.281	104.667
แกลบ	12.393	219.136

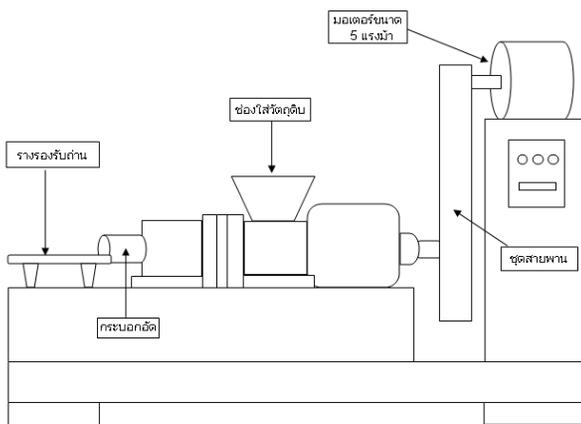
ในการทดลองจะทำการบดชีวมวลทั้งหมด ให้มีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตร หลังจากที่ได้นำชีวมวลไปตากแห้งจนมีความชื้นต่ำกว่า 15% มาตรฐานแห้ง สำหรับตัวประสานที่ใช้ในการทดลอง คือ โมลาส และแป้งเปียก

## 2.2 อุปกรณ์การทดลอง

ในการทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิงที่เงื่อนไขต่างๆ จะทำการบดชีวมวลทั้งหมดให้มีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตรด้วยเครื่องบดย่อยวัสดุ (Hammer mill) และซึ่งน้ำหนักชีวมวลตามสัดส่วนที่ต้องการด้วยตาชั่ง สำหรับการผสมชีวมวลกับตัวประสานจะใช้เครื่องผสมวัสดุซึ่งมีมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้าเป็นตัวส่งกำลังเพื่อหมุนผสมวัสดุบดทั้งหมดจนรวมเป็นเนื้อเดียวกัน



รูปที่ 1 ลักษณะเครื่องผสมวัสดุบดที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 2 ลักษณะเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุบดที่ผสมแล้วจะถูกส่งเข้าเครื่องอัดรีดแท่งเชื้อเพลิงแข็งแบบสกรูเพอร์สซึ่งใช้สกรูอัดแบบเกลียวหนอน

ขนาด 6.3 เซนติเมตร ยาว 43 เซนติเมตร โดยที่ปลายกระบอกอัดมีขนาด 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 สบู่ดำ: 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 ต่อจากนั้นนำชีวมวลที่บดแล้วไปเก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด 2) ก่อนทำการทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งให้ทดสอบเดินเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงเพื่อตรวจสอบความพร้อมในใช้งาน 3) ทำการชั่งน้ำหนักของชีวมวลที่บดแล้วแต่ละชนิดและตัวประสานให้ได้ตามสัดส่วนที่ต้องการทดลอง 4) นำส่วนผสมทั้งหมดไปผสมกันโดยใช้เครื่องผสมวัสดุจนกระทั่งวัตถุดิบทั้งหมดผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับตัวประสาน 5) หลังจากผสมวัตถุดิบกับตัวประสานได้ตามสัดส่วนที่ต้องการแล้ว นำวัตถุดิบทั้งหมดป้อนเข้าสู่เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งโดยจะใส่ลงในถังพักป้อน (Hopper) 6) นำภาชนะมารองชีวมวลที่ยังไม่เป็นแท่งในขณะเริ่มอัดเนื่องจากในระยะแรกๆมวลของวัตถุดิบทั้งหมดยังไม่เต็มกระบอกอัดจึงยังไม่ติดเป็นก้อน รอจนกระทั่งเชื้อเพลิงติดกันเป็นแท่งยาว 7) ตัดแท่งเชื้อเพลิงออกเป็นท่อนโดยให้ความยาวท่อนละ 15 เซนติเมตร 8) เปลี่ยนสัดส่วนการผสมของชีวมวลต่างๆกับตัวประสานตามเงื่อนไขที่ต้องการทดลอง แล้วผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงตามทุกเงื่อนไขจนครบ 9) นำแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ไปตากแดด หรืออบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นประมาณ 10% ตามค่า

มาตรฐานแห้ง แล้วจึงนำไปทดสอบค่าความร้อน และค่าการต้านทานแรงกด

### 4. ผลการทดลอง

จากการทดลองผลิตแท่งเชื้อเพลิง โดยใช้วัตถุดิบหลักเป็นสบู่ดำกับตัวประสานแบงเปียงและโมลาสพบว่า มีเพียงสองสัดส่วนการผสมเท่านั้นที่ทำให้สามารถขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงได้ คือ น้ำหนักสบู่ดำต่อตัวประสานทั้งสองชนิดเป็น 80:20 และ 85:15 ดังนั้นจึงใช้สัดส่วนการผสมตัวประสานทั้งสองสัดส่วนนี้ในการทดลองขั้นต่อไป โดยทำการเปลี่ยนสัดส่วนการผสมของชีวมวลอื่นๆ

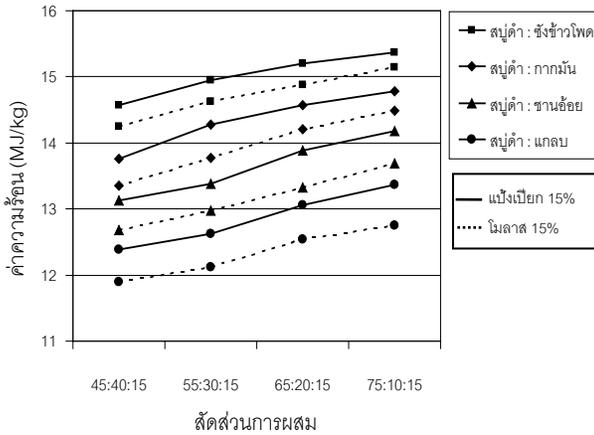


รูปที่ 3 ลักษณะแท่งเชื้อเพลิงที่ได้ในการทดลอง

#### 4.1 อิทธิพลของสัดส่วนวัตถุดิบที่มีผลต่อค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง

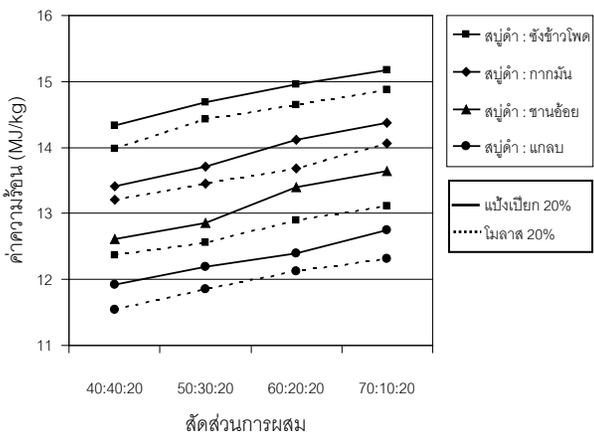
จากผลการทดลองดังรูปที่ 4 พบว่าเมื่อทำการเพิ่มสัดส่วนของสบู่ดำจะทำให้ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นเนื่อง จากสบู่ดำมีองค์ประกอบคาร์บอนและค่าความร้อนสูงกว่าวัสดุเชื้อเพลิงชีวมวลชนิดอื่นที่นำมาผสม อีกทั้งจะสังเกตได้ว่าถ้านำวัสดุชีวมวลที่มีค่าความร้อนสูงมาผสมก็จะทำให้แท่งเชื้อเพลิงที่ได้มามีค่าความร้อนสูงตามไปด้วย เช่น ในการทดลองนี้ค่าความร้อนของซังข้าวโพดสูงกว่ากากมันสำปะหลัง ดังนั้น แท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากการ

ผลสมระหว่างสบูดำกับซังข้าวโพดจะมีค่าความร้อนสูงกว่า  
 แห่งเชื้อเพลิงที่ได้จาก การผสมระหว่างสบูดำกับกากมัน  
 ลำปะหลัง



รูปที่ 4 ค่าความร้อนของแห่งเชื้อเพลิงที่ใช้ตัวประสานใน  
 สัดส่วนร้อยละ 15

นอกจากนี้จะพบว่าที่สัดส่วนการผสมเดียวกันแห่ง  
 เชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานจะมีค่าความร้อนสูง  
 กว่าแห่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสานเนื่องจากตัว  
 ประสานโมลาสมีความหนืดสูงเผาไหม้ได้ยากกว่าตัว  
 ประสานแป้งเปียก แห่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าความร้อนอยู่  
 ในช่วง 11.89-15.36 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม

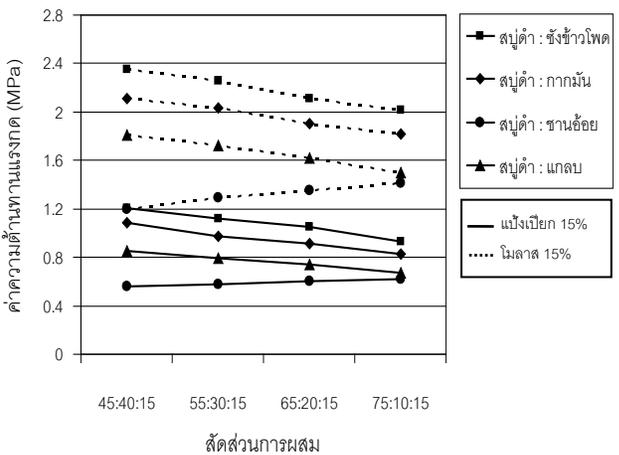


รูปที่ 5 ค่าความร้อนของแห่งเชื้อเพลิงใช้ตัวประสานใน  
 สัดส่วนร้อยละ 20

สำหรับแห่งเชื้อเพลิงที่ใช้สัดส่วนตัวประสานร้อยละ  
 20 ผลการทดลองที่ได้จะเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับ  
 กรณีที่ใช้ตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 15 คือ ค่าความร้อน  
 ของแห่งเชื้อเพลิงจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณสัดส่วนสบูดำที่  
 เพิ่มขึ้นดังแสดงในรูปที่ 5 และจะพบว่าที่แต่ละสัดส่วนการ  
 ผสมจะมีค่าความร้อนลดลงเมื่อเทียบกับกรณีที่ใช้ตัว  
 ประสานในสัดส่วนร้อยละ 15 เนื่องจากเมื่อผสมตัว  
 ประสานมากขึ้นจะทำให้สัดส่วนของปริมาณสบูดำซึ่งมีค่า  
 ความร้อนสูงลดลงไป ส่งผลให้ค่าความร้อนของแห่ง  
 เชื้อเพลิงลดลง โดยจากรูปที่ 5 ค่าความร้อนอยู่ในช่วง  
 11.54-15.17 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม

4.2 อิทธิพลของสัดส่วนวัตถุดิบต่อค่าความต้านทาน  
 แรงกด

สำหรับผลของค่าความต้านทานแรงกดของแห่ง  
 เชื้อเพลิง พบว่าค่าความต้านทานแรงกดจะแปรผันตาม  
 สัดส่วนการผสมวัตถุดิบที่มีค่าความหนาแน่นสูง

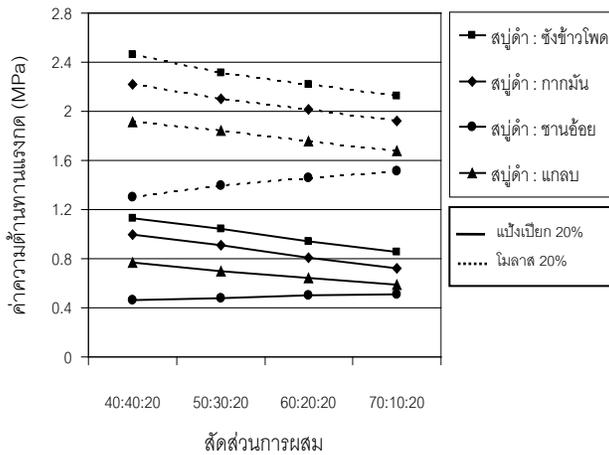


รูปที่ 6 ค่าความต้านทานแรงกดของแห่งเชื้อเพลิงที่ใช้ตัว  
 ประสานในสัดส่วนร้อยละ 15

จากรูปที่ 6 เมื่อสัดส่วนของวัตถุดิบที่มีความ  
 หนาแน่นสูงลดลงจะทำให้ค่าความต้านทานแรงกดลดลง  
 ตามไปด้วย ดังนั้นแห่งเชื้อเพลิงที่ผสมระหว่างสบูดำต่อซัง-

ข้าวโพดที่สัดส่วน 45:40 จะมีค่าการต้านทานแรงกดสูงกว่า  
 แห่งเชื้อเพลิงที่ผสมระหว่างสับุ่ดำและซังข้าวโพดที่สัดส่วน  
 55:30 เนื่องมาจากค่าความหนาแน่นของซังข้าวโพดสูงกว่า  
 สับุ่ดำ และแห่งเชื้อเพลิงที่ผสมวัตถุดิบที่มีความหนาแน่นสูง  
 ก็จะทำให้มีค่าความต้านทานแรงกดที่สูงด้วยเช่นกัน ดังนั้น  
 ที่สัดส่วนการผสมเดียวกันแห่งเชื้อเพลิงที่ผสมซังข้าวโพดจะ  
 มีค่าความต้านทานแรงกดสูงกว่าแห่งเชื้อเพลิงที่ผสมกากมัน  
 ลำปะหลัง เนื่องจากซังข้าวโพดมีค่าความหนาแน่นสูงกว่า  
 กากมันลำปะหลัง แห่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าความต้านทาน  
 แรงกดอยู่ระหว่าง 0.56 - 2.35 เมกกะปาสคาล

สำหรับแห่งเชื้อเพลิงที่ใช้สัดส่วนตัวประสานร้อยละ  
 20 ผลการทดลองที่ได้จะเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับ  
 กรณีที่ใช้ตัวประสานที่สัดส่วนร้อยละ 15 คือ ค่าความ  
 ต้านทานแรงกดจะแปรผันตามสัดส่วนการผสมวัตถุดิบที่มี  
 ค่าความหนาแน่นสูงดังแสดงในรูปที่ 7 โดยค่าความ  
 ต้านทานแรงกดอยู่ระหว่าง 0.46 - 2.46 เมกกะปาสคาล



รูปที่ 7 ค่าความต้านทานแรงกดของแห่งเชื้อเพลิงที่ใช้ตัว  
 ประสานในสัดส่วนร้อยละ 20

และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลการทดลองที่ได้ในรูปที่ 6  
 และ 7 พบว่าที่สัดส่วนการผสมเดียวกันค่าความต้านทาน  
 แรงกดของแห่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสานใน  
 สัดส่วนร้อยละ 20 จะสูงกว่าค่าความต้านทานแรงกดของ

แห่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสานในสัดส่วน ร้อยละ  
 15 เนื่องจากลักษณะของโมลาสจะมีความเหนียว และเมื่อ  
 ผ่านการอบจะมีการยึดเกาะที่ดีส่งผลให้ค่าความต้านทาน  
 แรงกดเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้จะพบว่าที่สัดส่วนการผสม  
 เดียวกันแห่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสาน จะมีค่า  
 ความต้านทานแรงกดสูงกว่าแห่งเชื้อเพลิงที่ใช้แบ้งเปี้ยกเป็น  
 ตัวประสานมาก เนื่องมาจากตัวประสานแบ้งเปี้ยกมี  
 ส่วนประกอบหลักเป็นน้ำ เมื่อนำแห่งเชื้อเพลิงไปตากหรือ  
 อบแห้งน้ำจะระเหยไปทำให้เกิดอุพูนขึ้นในแห่งเชื้อเพลิงจึง  
 เกิดการแตกหักได้ง่ายกว่าแห่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัว  
 ประสาน

จากการทดลองอัดแห่งเชื้อเพลิงพบว่าสัดส่วนที่  
 เหมาะสมระหว่างวัตถุดิบต่อตัวประสาน คือ 85:15 และ  
 80:20 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ส่วนประกอบของวัตถุดิบนั้นมีสัดส่วน  
 ที่มากกว่าตัวประสาน ดังนั้นสมบัติของค่าความร้อน และค่า  
 ความต้านทานแรงกดจึงขึ้นอยู่กับตัววัตถุดิบที่ใช้ในการอัด  
 แห่งเชื้อเพลิง ดังจะเห็นได้จากการทดลองที่พบว่า เมื่อผสม  
 วัตถุดิบที่มีค่าความร้อนสูงในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นค่าความร้อน  
 ของแห่งเชื้อเพลิงก็จะเพิ่มขึ้นตามด้วย เช่นเดียวกับการผสม  
 วัตถุดิบที่มีความหนาแน่นสูงในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นก็จะทำให้  
 ค่าความต้านทานแรงกดของแห่งเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้น แต่ทั้งนี้  
 การเปลี่ยนชนิดของตัวประสานก็จะส่งผลต่อค่าความร้อน  
 และค่าความต้านทานแรงกดด้วยเช่นกัน

5. สรุปผล

ในการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแห่งจากชีวมวลด้วยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรีดเย็น โดยใช้  
 วัตถุดิบหลักเป็นสับุ่ดำผสมกับชีวมวลอื่นๆ อันได้แก่ แกลบ  
 ชานอ้อย กากมันลำปะหลัง และซังข้าวโพด ซึ่งใช้โมลาส  
 และแบ้งเปี้ยกเป็นตัวประสานนั้นพบว่า สัดส่วนการผสม  
 ของชีวมวลต่อน้ำหนักตัวประสานที่ทำให้สามารถอัดขึ้นรูป  
 แห่งเชื้อเพลิงได้ คือ 85:15 และ 80:20

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

สัดส่วนการผสมแท่งเชื้อเพลิงที่เหมาะสมเพื่อให้เชื้อเพลิงที่ได้มีค่าความร้อนและค่าความต้านทานแรงกดสูง คือ การผสมสับดูดำและซังข้าวโพดโดยใช้โมลาสเป็นตัวประสานในสัดส่วน สับดูดำ: ซังข้าวโพด: โมลาส 65:20:15 เนื่องจากตัวประสานโมลาสจะทำให้ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงต่ำกว่าตัวประสานแป้งเปียกเพียงเล็กน้อย แต่ทำให้ได้ค่าความต้านทานแรงกดสูงกว่ามาก

#### กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติที่เอื้อเฟื้อมอเตอร์สำหรับเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง วัดพยุหคามา และสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมวิชาการเกษตร ที่เอื้อเฟื้อเครื่องบดย่อยวัสดุ และเครื่องผสมวัตถุดิบ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่เอื้อเฟื้อเครื่องวัดค่าความร้อนเพื่อใช้ในการวัดค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง

#### 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> (Access on April 27,2009).

Jindaporn Jamraloedluk (2006). Physical properties and combustion performance of briquettes produced from two pairs of biomass species, The 2<sup>nd</sup> 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 18<sup>th</sup> 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 18<sup>th</sup> Conference on Mechanical Engineering Network of Thailand , Pullman Khon Kaen Raja Orchid Hotel, by Khon Kaen University, October 18-20 . (In Thai).