



**การออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงจากใบสะเดาแห้งร่วมกับขี้เลื่อยเผา**  
**Design and development of a briquette machine for briquettes production**  
**from dried neem leaves and burned sawdust**

กฤษฎา นามวงษ์\* และ มงคล คราพันธ์

หน่วยวิจัยพลังงานทดแทน คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีพนมวันท์  
 189 ถนน มิตรภาพ-จอหอ ตำบล บ้านโพธิ์ อำเภอ เมือง จังหวัด นครราชสีมา 30310  
 \*ติดต่อ: E-mail krissada\_nam@hotmail.com, โทรศัพท์: 095-2257952

**บทคัดย่อ**

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงจากเศษใบสะเดาแห้งผสมขี้เลื่อยเผาด้วยเทคนิคเกลียวอัด เพื่อใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง คือใบสะเดาแห้งกับเศษขี้เลื่อยเผาและใช้น้ำแป้งมันเป็นตัวประสาน โดยการทดลองครั้งนี้ได้ใช้เครื่องอัดถ่านขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส 3 HP ที่ความเร็วรอบเกลียวอัด 210 RPM โดยการทดลองใช้ตัวประสานมีอัตราส่วนต่อน้ำ คือ 2:3 และอัตราส่วนระหว่างตัวประสานกับใบสะเดาแห้งผสมขี้เลื่อยเผา คือ 0.5:3, 0.5:5, 0.5:7, 1:3, 1:5 และ 1:7 ซึ่งสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงแท่งที่ทดสอบ ได้แก่ ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง ค่าการต้านทานแรงกด และประสิทธิภาพการใช้งานทางความร้อนของเชื้อเพลิง ผลการทดลองพบว่าค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าในช่วง 15.2 - 29.8 MJ/kg ถ้าผสมขี้เลื่อยเผาเข้าไปจะทำให้ได้ความร้อนเพิ่มมากขึ้น ค่าการต้านทานแรงกดของเชื้อเพลิงแท่งมีค่าอยู่ในช่วง 400 - 900 kPa จะแปรผันตรงกับปริมาณระหว่างตัวประสานกับน้ำหนักของวัตถุดิบ ประสิทธิภาพการใช้งานทางความร้อนสูงสุดอยู่ที่ 51.59% และประสิทธิภาพเฉลี่ยของเกลียวอัดคือ 34.27% เชื้อเพลิงแท่งที่ได้จากการอัดใบสะเดาแห้งผสมขี้เลื่อยเผาสามารถใช้ทดแทนถ่านทั่วไปที่ใช้ในครัวเรือนและชุมชนได้

**คำหลัก:** เครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่ง, พลังงานความร้อน, ชีวมวล, ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

**Abstract**

The objective of this research was to design and develop a briquette machine for the production of briquettes from dried neem leaves and burned sawdust using the extrusion technique. Neem leaves collected from agricultural wastes that were used as the raw material were mixed with burned sawdust using tapioca flour as binder. A 3-HP single-phase electric motor was employed for power transmission of the briquette machine with an extrusion screw speed of 210 RPM. To prepare binder, tapioca flour was mixed with water at a ratio of 2:3, while dried neem leaves and binder were mixed at a ratio of 0.5:3, 0.5:5, 0.5:7, 1:3, 1:5 and 1:7. The obtained briquettes were analyzed for their physical properties, including heating value, compression resistance and thermal efficiency. It was observed that the heating values of the briquettes ranged from 15.2–29.8 MJ/kg, and amendment of burned sawdust was found to result in an increase in the heating values. Compression resistance of the briquettes was in a range of 400 - 900 kPa, which varied directly as the amount of binder and the

raw material weight. The maximum thermal efficiency was 56.28% and power screw efficiency was 34.27%. The briquettes produced from neem leaves with burned sawdust can be used as an alternative household energy source.

**Keywords:** Briquette machine, Heat energy, Biomass, Thermal efficiency

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันพลังงานจากชีวมวลเป็นพลังงานหนึ่งที่ใช้สามารถนำมาใช้ทดแทนพลังงานจากก๊าซหรือฟอสซิลได้ และทุกวันนี้ได้มีปริมาณการใช้ถ่านอัดแท่งเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีการรณรงค์การใช้พลังงานทดแทน ถ่านอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการอัดเศษวัสดุการเกษตร [1] ในการผลิตถ่านอัดแท่งเริ่มจากนำวัตถุดิบมาเผาให้เป็นถ่าน วัตถุดิบที่นำมาเผามีความชื้นไม่เกิน 20% จากนั้นนำถ่านที่ได้ไปลดขนาด ผสมผงถ่านกับตัวประสานและน้ำ อัดให้ถ่านเป็นแท่ง ตากและบรรจุจำหน่าย [2] การใช้ประโยชน์จากชีวมวลรูปแบบหนึ่งคือการนำมาทำเป็นแท่งเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการเผาไหม้โดยตรง หรือนำไปใช้ผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน แท่งเชื้อเพลิงชีวมวลสามารถผลิตได้โดยใช้วัสดุเหลือใช้ เช่น เศษไม้ แกลบ ชี้อ้อย และเศษต้นพืชต่างๆ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของประสาน สกิต เรืองศักดิ์ [3] และ อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ [4] ที่ได้ทำการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากผงถ่านของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ผงถ่านกะลามะพร้าว ผงถ่านไม้ยางพารา ผงถ่านซังข้าวโพด และชี้อ้อย ด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้แป้งเปียกและโมลาสเป็นตัวประสานซึ่งทำให้ได้แท่งเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนเหมาะสมจะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความร้อนและกระบวนการอัดของถ่านอัดแท่งคือตัวประสาน โดยมีการศึกษาของกลยุท ดิษเจริญ และเนตรรัตน์ เนตรประเสริฐ [5] ได้ศึกษาวิจัยพบว่าเมื่อนำขานอ้อยมาทำการอัดแท่งแบบอัดเย็น โดยใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสาน อัตราส่วนผสมกากอ้อยต่อกากน้ำตาลเป็น 87.5:12.5 โดยปริมาณจะให้

ความร้อนสูงที่สุด 3916.65 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความใกล้เคียงกับฟืนไม้ยูคาลิปตัสแต่ต่ำกว่าถ่านไม้ยูคาลิปตัส (ถ่านไม้ยูคาลิปตัสเป็นถ่านไม้ที่ให้ความร้อนสูง) และผลการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนฟืนได้แต่สำหรับกระบวนการอัดด้วยไฮดรอลิกส้นนั้นจะมีอุปกรณ์ที่ซับซ้อน และมีการทำงานที่ไม่ต่อเนื่องเมื่อเปรียบเทียบกับ การอัดด้วยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ผ่านมา ยังไม่มีการนำวัตถุดิบมาทำการแปรรูปก่อนอัดแท่ง ชี้อ้อยเผาคือชี้อ้อยเหลือทิ้งแล้วนำมาทำการเผาให้มีลักษณะคล้ายผงถ่านจะมีความละเอียดและติดไฟดีขึ้น ดังนั้นเมื่อนำชี้อ้อยมาเผาก่อนนำไปอัดแท่งจะเป็นวิธีที่หนึ่งซึ่งทำให้กระบวนการอัดได้อย่างต่อเนื่อง และจะทำให้คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งติดไฟได้ง่ายขึ้น ซึ่งตามมาตรฐานแล้วชี้อ้อยจะมีค่าความร้อนสูงกว่าขานอ้อยและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอื่นๆ [6] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบและพัฒนาการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากชี้อ้อยเผาซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งในชุมชนและภาคการเกษตร ผสมกับไบสเดาแห้งด้วยเทคนิคการอัดเย็นแบบเอ็กซ์ทรูชัน ตัวแปรที่ทำการศึกษาคืออัตราส่วนผสมของชีวมวลจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรรวมกับตัวประสานแป้งเปียกและโมลาสที่มีผลต่อค่าความร้อนและค่าการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ [7] เพื่อเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

## 2. หลักการและทฤษฎี

### 2.1 กระบวนการอัดก้อนเชื้อเพลิง

การอัดก้อนเชื้อเพลิงมีวัตถุประสงค์หลักคือการเพิ่มความหนาแน่นให้กับวัสดุทำให้เกิดการจับตัวเป็นก้อนในการอัดก้อนเชื้อเพลิงนั้นหาได้ทั้งการอัดแห้งและการอัดเปียก สำหรับการทดลองในครั้งนี้ใช้การอัดเปียก [8]

## 2.2 การอัดแบบเปียก

เครื่องอัดประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญคือเกลียว กระจบอกเกลียวและกระจบอัด ซึ่งสามารถเปลี่ยนขนาดได้ ความชื้นก่อนการอัดขึ้นอยู่กับชนิดของพีชโดยทั่วไปมีความชื้น 60% จะอัดได้ดีแต่ถ้าสูงหรือต่ำกว่าอาจจะอัดได้ไม่ดี การอัดใช้แรงอัดต่ำกว่าการอัดแบบแห้งอย่างมาก โดยอาศัยยางเหนียว ๆ ในพีช ซึ่งจะต้องมีระบบให้ความร้อนหรือระบายความร้อน วัสดุก่อนการอัดต้องสับเป็นชิ้นเล็กๆ แต่ไม่ใช่การปั่นหรือบดละเอียดอย่างการอัดแห้ง ชิ้นส่วนของพีชจะมีขนาดใหญ่ เล็ก ยาวหรือสั้นไปบ้างก็สามารถอัดได้ โดยเฉพาะพีชที่มียางเหนียวสามารถอัดได้ดี การอัดยังมีลักษณะเป็นการประสานกันของเส้นใยพีชด้วยเมื่อการอัดเป็นแท่งแล้ว แท่งเชื้อเพลิงจะต้องนำไปตากแดดให้แห้งก่อนนำไปใช้ ซึ่งแท่งเชื้อเพลิงจะมีความหนาแน่นประมาณ 600 – 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

## 2.3 การออกแบบเครื่องอัดถ่านชีวมวล

การออกแบบและสร้างเครื่องอัดถ่านชีวมวล โดยกำหนดหลักเกณฑ์ ดังนี้ ต้องมีกลไกการทำงานไม่ซับซ้อน และใช้งานง่าย มีขนาดกะทัดรัดสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกอีกทั้งยังต้องซ่อมแซมบำรุงรักษาง่าย และมีความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน

การคำนวณอัตราทดและความเร็วรอบ ได้ใช้ข้อมูลเฉพาะของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในงานวิจัยขนาด 3 แรงม้า ซึ่งมีความเร็วรอบของต้นกำลังเท่ากับ 1,475 รอบต่อนาที แรงบิดสูงสุดที่ 14.48 นิวตัน-เมตร โดยนำค่านี้มาใช้ในการคำนวณ และพิจารณาหาความเร็วรอบของเพลลาและขนาดของล้อสายพานต่าง ๆ ซึ่งลักษณะของการติดตั้ง และมุมของล้อสายพาน ที่กระทำกับแนวระดับมีผลต่อการคำนวณหาค่าโมเมนต์ดัดในเพลลา การ

คำนวณอัตราทดและความเร็วรอบจะใช้สมการต่อไปนี้ตามรูปที่ 1 [9]

$$i = \frac{D_2}{D_1} = \frac{n_1}{n_2} \quad (1)$$

โดยที่

$D_1$  = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานตาม (m)

$D_2$  = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานขับ (m)

$n_1$  = ความเร็วรอบของล้อสายพานตาม (RPM)

$n_2$  = ความเร็วรอบของล้อสายพานขับ (RPM)

การออกแบบเพลลาตามรหัสของสมาคมวิศวกรเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา (American Society Mechanical Engineers, ASME) วิธีดังกล่าวใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด ซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตยศาสตร์ (Static Design Method) เพลลาส่วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นวัฏจักร โดยใช้วัสดุเพลลาทำจากโลหะเหนียว (St 42) ตามมาตรฐาน ISO/R 775-1969 เนื่องจากการง่ายต่อการคำนวณ และยังเป็น การประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อวัสดุในการทำ เพลลาด้วย เนื่องจากต้องการให้แรงบิดที่เกิดขึ้นที่เพลลาอัดเกลียวมาก วิธีการคำนวณขนาดของเพลลา (d) จะใช้สมการดังนี้

$$d^3 = \frac{16}{\pi \cdot \tau_d} \left[ (C_t \cdot T)^2 + (C_m \cdot M)^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

โดยที่

$C_m$  = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด (ลักษณะเป็นเพลลาหมุน แรงเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ค่าเท่ากับ 1.5)

$C_t$  = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด (ลักษณะเป็นเพลลาหมุนแรงเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ค่าเท่ากับ 1.0)

T = แรงบิดที่เกิดกับเพลลา (N-m)

M = โมเมนต์ดัดที่เกิดกับเพลลา (N-m)

$\tau_d$  = ค่าความเค้นเฉือนในการออกแบบ (กรณีที่เพลลาไม่มีร่องลิ่มเท่ากับ 55 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)

เมื่อทราบความเร็วรอบ และแรงบิดของเพลลาสามารถคำนวณหา กำลังงานที่เกิดขึ้นในเพลลา (P) ได้ดังนี้

$$P = \frac{2\pi \cdot T \cdot n}{(60)(746)} \quad (3)$$

โดยที่

P = กำลังงาน (HP)

T = แรงบิด (N-m)

n = ความเร็วรอบของเพลลา (RPM)

เมื่อทำการวิเคราะห์โมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นในเพลลา โดยทำการพิจารณาจากแรงต่าง ๆ ที่กระทำกับเพลลา โดยทำการแบ่งการพิจารณาเป็นสองระนาบ คือ แนวนอน และแนวตั้ง จากนั้นทำการคำนวณหาโมเมนต์สูงสุดได้จากสมการ

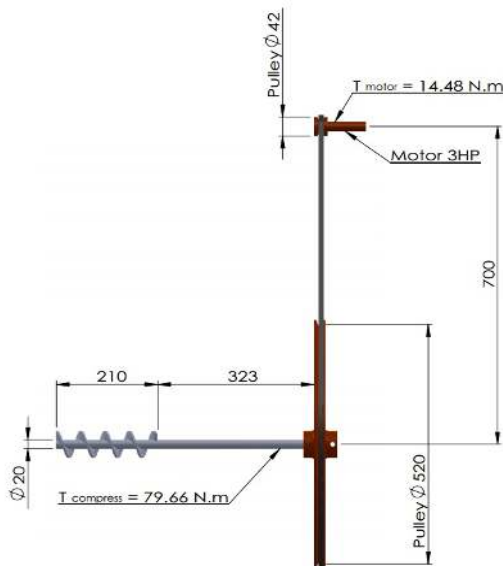
$$M = \sqrt{(M_H)^2 + (M_V)^2} \quad (4)$$

โดยที่

M = โมเมนต์ดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นกับเพลลา (N-m)

M<sub>H</sub> = โมเมนต์ดัดสูงสุดในแนวนอน (N-m)

M<sub>V</sub> = โมเมนต์ดัดสูงสุดในแนวตั้ง (N-m)



รูปที่ 1 ลักษณะความสัมพันธ์สมการและแรงกระทำที่เพลลาและเกียร์วัดที่คำนวณได้

## 2.4 การหาค่าความร้อนของวัสดุชนิดแข็ง

การหาความร้อนเชื้อเพลิง (Heating Value) คือ การหาปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงนั้นๆ 1 หน่วยมวล (สำหรับเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็งและของเหลว) หรือ 1 หน่วยปริมาตร (สำหรับเชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ) เมื่อเผาไหม้หมดอย่างสมบูรณ์ [10]

ในการทดลองครั้งนี้จะใช้เครื่องทดสอบค่าความร้อน (bomb calorimeter) ในการหาค่าความร้อน ซึ่งสามารถหาค่าความร้อนได้ทั้งเชื้อเพลิงแข็งและเชื้อเพลิงเหลว

## 2.5 การหาประสิทธิภาพการใช้งานทางความร้อนของเชื้อเพลิง

การหาประสิทธิภาพการใช้งานทางความร้อน (Heat Utilization Efficiency) ของแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล เป็นการทดสอบการให้ความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่เผาไหม้ในเตาประสิทธิภาพสูง ในการศึกษาครั้งนี้ หลังจากที่ได้ตากแห้งแท่งเชื้อเพลิงจนแห้งดีแล้ว จึงนำมาทดสอบโดยนำตัวอย่างในแต่ละอัตราส่วนที่ได้กำหนดไว้แล้วมาอย่างละ 250 กรัม และน้ำ 1000 กรัม เผาแท่งเชื้อเพลิงในเตาประสิทธิภาพสูงเพื่อต้มน้ำให้เดือด หาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\eta_{thermal} = \frac{\sum ms(t_2 - t_1) + (t_3 - t_1)}{wq} \times 100 \quad (5)$$

โดยที่

$\eta_{thermal}$  = ประสิทธิภาพการใช้งานทางความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวล (%)

w = น้ำหนักของเชื้อเพลิงชีวมวล (g)

q = ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล (J/g)

m = น้ำหนักของน้ำในหม้อ (g)

s = ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ 4.18 J/g·°C

t<sub>1</sub> = อุณหภูมิของน้ำเมื่อแรกเริ่ม (°C)

t<sub>2</sub> = อุณหภูมิของน้ำเดือด (°C)

t<sub>3</sub> = อุณหภูมิของน้ำสุดท้ายของหม้อหลังสุด (°C)

## 3. วิธีการทดลอง

### 3.1 อุปกรณ์การทดลอง

วัตถุดิบในการทดลอง คือ ใบและก้านใบแห้งของต้นสะเดาซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและขี้เลื่อยเผา โดยในการทดลองจะบดชีวมวลให้มีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตร สำหรับตัวประสานที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือน้ำแป้งมันและค่าความร้อนและความหนาแน่น จะแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความร้อนและความหนาแน่นของวัสดุ [11]

Biomass	Heating value (MJ/kg)	Bulk density (kg/m <sup>3</sup> )
ใบสะเดาแห้ง	12.68	602.14
ขี้เลื่อย	10.88	360.53

ในการทดลองการอัดแท่งเชื้อเพลิงที่เงื่อนไขต่างๆ จะใช้อุปกรณ์ในการทดลองดังนี้

1. เครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่งชนิดเกลียวอัด
2. ตาชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล
3. เครื่องทดสอบค่าต้านทานแรงกด (UTM)
4. เครื่องทดสอบ ค่าความร้อน (bomb calorimeter)



รูปที่ 2 ลักษณะเครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่งชนิดเกลียวอัดที่สร้างขึ้น

### 3.2 การเตรียมตัวประสานและชีวมวล

สำหรับการเตรียมตัวประสานเพื่อใช้ในการให้ชีวมวลเกาะตัวกันเป็นแท่งได้และทนต่อการแตกหักได้ในระดับหนึ่ง ในการทดลองครั้งนี้ใช้แป้งมันผสมกับน้ำเพื่อ

ใช้เป็นตัวประสานในอัตราส่วน 2:3 และ 4:5 โดยมวล จากนั้นบดใบสะเดาแห้งให้มีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตร

### 3.3 ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมวัตถุดิบคือขี้เลื่อยเผา ใบสะเดาแห้ง และผงถ่าน และตัวประสาน
2. ผสมแป้งมันกับน้ำในอัตราส่วน 2:3 โดยมวล
3. บดใบสะเดาแห้งและก้านใบให้มีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตร และทำการผสมกับขี้เลื่อยเผาในอัตราส่วนเท่าๆกัน
4. การทดลองที่ 1 ผสมตัวประสานกับขี้เลื่อยเผา กับใบสะเดาแห้งในอัตราส่วน 0.5:3, 0.5:5, 0.5:7, 1:3, 1:5 และ 1:7 โดยมวล
5. นำวัสดุที่ทำการผสมตามอัตราส่วนแล้วใส่ลงไปในช่องป้อนวัสดุ (Hopper) และทำการเดินเครื่องอัด
6. สังเกตการณ์อัดแท่งเชื้อเพลิงที่ออกมา รอให้แท่งเชื้อเพลิงมีขนาดสม่ำเสมอจึงเริ่มบันทึกผลการทดลองเพื่อทำการวัดอัตราการผลิต
7. นำแท่งเชื้อเพลิงที่ได้ไปตากแดดให้มีความชื้นประมาณ 20-25 %db เพื่อเตรียมทดสอบทางกายภาพในวันที่มีแดดจะใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน
8. ทำการทดสอบหาค่าความร้อน ความหนาแน่น และค่าการต้านทานแรงกด
9. ทำการทดลองซ้ำข้อ 4-8 โดยเพิ่มผงถ่านลงไปอีก 1 ส่วนโดยมวล

### 4. ผลการทดลอง

การคำนวณมีรายละเอียดดังนี้ คือ เริ่มต้นจากการกำหนดค่าแรงบิด (ได้จากข้อมูลสมรรถนะของมอเตอร์ไฟฟ้า) มีค่าเท่ากับ 14.48 นิวตัน-เมตร ที่ความเร็วรอบ 1,475 รอบต่อนาที ความเร็วรอบในการอัด 210 รอบต่อนาที กำหนดให้อัตราส่วนความตึงของสายพานเป็น  $F_1/F_2 = 3.2$  และเลือกขนาดล้อสายพานขับเคลื่อน 100 มิลลิเมตร มีแรงบิดที่สายพานตาม 79.66

นิวตัน-เมตร คิดเป็นอัตราทด 0.142 กำลังงานที่ได้จากมอเตอร์ 3 HP ขนาดของเพลตาม 20 mm.

จากการทดลองการเครื่องอัดเชื้อเพลิงแห้งชีวมวลจากไบโอดีเซลแห้งร่วมกับซีลีเยนเผา โดยใช้อัตราส่วนตัวประสานคือแป้งมันกับน้ำที่อัตราส่วน 2:3, 4:5 จากนั้นผสมตัวประสานกับวัตถุดิบคือไบโอดีเซลแห้งขนาดน้อยกว่า 3 mm แล้วทำการเปลี่ยนอัตราส่วนในการผสมตามที่ได้ออกแบบไว้คือ 0.5:3, 0.5:5, 0.5:7, 1:3, 1:5 และ 1:7 โดยมวล เมื่อทำการอัดจนได้เชื้อเพลิงแห้งแล้วจึงนำไปตากแดดประมาณ 2-3 วัน เพื่อนำมาทดสอบและศึกษาข้อมูลทางกายภาพได้แก่ ค่าความร้อนเชื้อเพลิง ความต้านทานแรงกด และความหนาแน่นของเชื้อเพลิง ได้ผลการทดลองดังข้อมูลต่อไปนี้

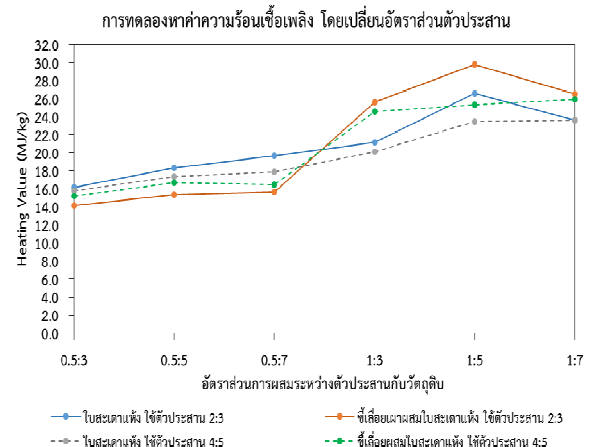


รูปที่ 3 เชื้อเพลิงแห้งจากไบโอดีเซลแห้งผสมถ่านที่ได้จากงานวิจัย



รูปที่ 4 การหาค่าความร้อนโดยเครื่อง bomb calorimeter

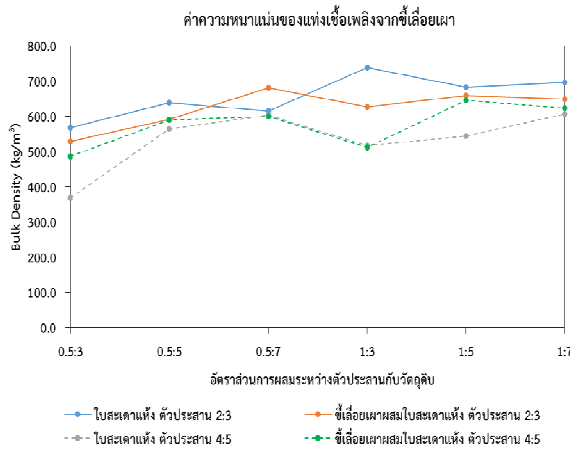
#### 4.1 ค่าความร้อนของแห้งเชื้อเพลิง



รูปที่ 5 ค่าความร้อนเชื้อเพลิงจากซีลีเยนเผาผสมไบโอดีเซลแห้ง

จากการทดลองพบว่าเมื่อสัดส่วนการผสมระหว่างตัวประสานกับวัตถุดิบ ถ้าตัวประสานคงที่และเพิ่มวัตถุดิบให้มากขึ้นจะทำให้ค่าความร้อนของแห้งเชื้อเพลิงที่อัดได้นั้นมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เพราะเมื่อผสมวัตถุดิบในปริมาณมากจะทำให้สัดส่วนของปริมาณซีลีเยนเผากับไบโอดีเซลแห้งให้ค่าความร้อนสูงกว่าน้ำแป้งที่ผสมในแห้งเชื้อเพลิงที่อัดได้ ส่งผลให้ค่าความร้อนของแห้งเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้น โดยจากรูปที่ 5 พบว่าค่าความร้อนของแห้งเชื้อเพลิงมีค่าระหว่าง 15.2–29.8 MJ/kg ซึ่งค่าความร้อนที่สูงสุดจะอยู่ที่การผสมระหว่างตัวประสานกับวัตถุดิบที่ประมาณ 1:5 กับ 1:7

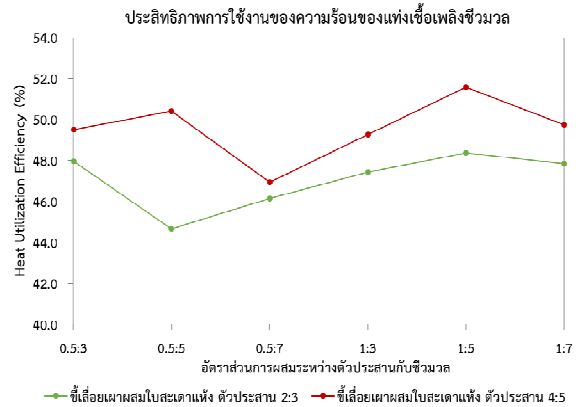
### 4.2 ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง



รูปที่ 6 ค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงจากเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงจากเลื่อยเผาผสมใบสดคานแห้ง

จากการทดลองหาค่าความหนาแน่นพบว่าเมื่อสัดส่วนการผสมระหว่างตัวประสานกับวัสดุขี้เพิ่มสูงขึ้น จะทำให้ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้ลดลง เนื่องจากการตากแดดเพื่อลดความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่ง เพราะในตัวประสานจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ ซึ่งเมื่อนำแท่งเชื้อเพลิงที่อัดได้ไปตากแดดจึงให้น้ำที่ผสมอยู่ในตัวประสานระเหย ทำให้น้ำหนักของแท่งเชื้อเพลิงลดลงแต่ไม่เกิดการหดตัวของแท่งเชื้อเพลิง ทำให้ปริมาตรของแท่งเชื้อเพลิงเท่าเดิม ดังนั้นความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ผ่านการตากแดดมีความหนาแน่นลดลง โดยจะแปรผกผันกับสัดส่วนการผสมของน้ำแข็งต่อน้ำหนักของวัสดุขี้ ซึ่งความหนาแน่นมีค่าอยู่ที่ 368-738 kg/m<sup>3</sup>

### 4.3 ประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง



รูปที่ 7 ประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงของขี้เลื่อยเผาผสมใบสดคานแห้ง พบว่าในการอัดแท่งเชื้อเพลิงที่สามารถอัดขึ้นรูปได้ ทุกอัตราส่วนผสมแต่อัตราส่วนที่ดีที่สุดในตัวประสาน 2:3 และ 4:5 คือ 1:5 และ 1:7 มีเปอร์เซ็นต์การใช้งานของความร้อนมากที่สุดตามลำดับ เมื่อนำแท่งเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงๆ นำไปหาประสิทธิภาพโดยใช้หม้อต้มประสิทธิภาพสูงจะทำให้การถ่ายเทความร้อนได้ดี ซึ่งจะสัมพันธ์กับค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง โดยแท่งเชื้อเพลิงจากขี้เลื่อยเผาจะมีประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 51.59 %



รูปที่ 8 ลักษณะการเผาไหม้ของแท่งเชื้อเพลิงจากขี้เลื่อยเผาผสมใบสดคานแห้งในการวิจัยครั้งนี้

## 5. สรุปผลการทดลอง



ในการศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงจากไบโสะเดาแห้งร่วมกับขี้เลื่อยเผาในครั้งนี้อาจการหาค่าความร้อนพบว่าค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าระหว่าง 15.2–29.8 MJ/kg ซึ่งค่าความร้อนที่สูงสุดจะอยู่ที่การผสมระหว่างตัวประสานกับวัตถุดิบที่ประมาณ 1:5 กับ 1:7 โดยค่าความร้อนเฉลี่ยอยู่ที่ 22.5 MJ/kg ซึ่งแท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีค่าความร้อนเพิ่มขึ้นมากกว่าค่ามาตรฐานอยู่ที่ประมาณ 11.62 MJ/kg มีความหนาแน่นเฉลี่ยอยู่ที่ 597 kg/m<sup>3</sup> มีค่าความสามารถในการต้านแรงกดที่ช่วง 400 - 900 kPa ประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงสูงสุดอยู่ที่ 51.59 % และประสิทธิภาพเฉลี่ยของเกลียวอัดคือ 34.27% ซึ่งเชื้อเพลิงแท่งที่ได้จากการอัดขี้เลื่อยเผาผสมไบโสะเดาแห้งถือว่าเป็นประโยชน์ในเชิงวิชาการที่ในระดับหนึ่ง สามารถใช้ทดแทนถ่านทั่วไปที่ใช้ในชุมชนได้โดยมีจุดเด่นคือ เมื่อนำขี้เลื่อยที่วางไปมาเผาให้คุณสมบัติมีความคล้ายกับผงถ่าน จะสามารถผลิตถ่านอัดแท่งได้ปริมาณที่คงที่รวดเร็ว และได้ค่าความร้อนที่เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามการทดลองในครั้งนี้นี้ยังไม่ได้ทดลองโดยใช้อินเวอร์เตอร์เพื่อการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ ซึ่งการทดลองครั้งต่อไปจะมีการพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนนี้อีกครั้งเพื่อความแม่นยำของผลการทดลองต่อไปในอนาคต

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในการสร้างเครื่องอัดเชื้อเพลิงและอุปกรณ์การวัด ขอขอบคุณหน่วยวิจัยพลังงานทดแทน คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีพนมวันที่ให้การสนับสนุนสถานที่ในการทดลอง

## 7. เอกสารอ้างอิง

[1] Department to fAlternative Energy Development and Efficiency. Thailand Energy

Situation 2010. [online] 2011 [cited 2012 Jan 18]. Available from: [http://www.dede.go.th/dede/images/stories/6may54\\_circular/energy\\_53\\_2.pdf](http://www.dede.go.th/dede/images/stories/6may54_circular/energy_53_2.pdf).

[2] Bhattacharya S.C. and Shreatha R.M. Biocoal Technology and Economics. RERIC. Asian Institute of Technology: Bangkok; 1990.

[3] Prasarn Sathitruangsak (2004). “Briquette fuel producing from coconut shell by extrusion technique using molass as binder”, The 18 th Conference on Mechanical Engineering Network of Thailand , Pullman Khon Kaen Raja Orchid Hotel, by Khon Kaen University.

[4] 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).

[5] กลยุทธ์ ดิษเจริญ, เนตรรัตน์ เนตรประเสริฐ. ได้ศึกษาวิจัยการนำกากอ้อยมาทำการอัดแท่งแบบอัดเย็นโดยใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสาน. สถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร

[6] การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. สืบค้นจาก: [http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Energy\\_Consevation\\_in\\_Industrial\\_Plant/table/table5.html](http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Energy_Consevation_in_Industrial_Plant/table/table5.html) วันที่สืบค้น 1 กันยายน 2559

[7] 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.

[8] พรหมอนแพ, ลอย ใจจูน, ไพฑูรย์ ถาวรวงศ์ (2551). “การผลิตก้อนเชื้อเพลิงแข็ง”. ปรินญาณิพนธ์





วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล  
มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[9] วสันต์ ศรีเมือง และธวัชชัย ประมวลรัมย์. (2551).  
การพัฒนาเครื่องอัดเม็ดระบบเพลเลทมิลล์ให้ทำงาน  
ร่วมกับเครื่องผสมแบบเพลลานอนโดยใช้เครื่องต้นกำลัง  
ร่วมกัน. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกล  
แห่งประเทศไทยครั้งที่ 22 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  
ศูนย์รังสิต

[10] การหาพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง แก๊สเมื่อ 29  
ม.ค.2010จาก[www.thaigoodview.com/node/42732](http://www.thaigoodview.com/node/42732)