



การผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจากชังข้าวโพดด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้ แป้งมันและปูนขาวเป็นตัวประสาน  
Briquette fuel producing from coconut shell by extrusion technique using cassava starch and lime as binder

อดิสร ธมยา<sup>1\*</sup> วราคม วงศ์ชัย<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาเทคโนโลยีพลังงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง  
อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100 โทร 080-4965738E-mail: adisorn2@hotmail.com

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้คือศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่ง ด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรีดเย็น โดยใช้ผงถ่านชังข้าวโพดและผงถ่านไม้เนื้อแข็งเป็นวัตถุดิบ และใช้แป้งมันสำหรับประสานกับปูนขาวเป็นตัวประสานโดยอัตราส่วนที่ได้ทำการทดสอบนั้นสามารถอัดออกเป็นถ่านอัดแท่งที่มีสมบัติตามได้ 3 สูตรและสูตรที่ถ่านอัดแท่งจากกะลามะพร้าวจากวิสาหกิจชุมชนซึ่งศึกษาถึงผลของสัดส่วนตัวประสานที่มีต่อการผลิตและสมบัติ ทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ จากการทดลองพบว่าอัตราการผลิต และค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผกผันกับสัดส่วน การผสมผงแป้งมันสำหรับประสานกับปูนขาว โดยสูตร 3 ค่าความร้อนสูงที่สุดถึง 6,142 cal/g ซึ่งมีค่าความร้อนมากกว่าค่ามาตรฐานชุมชนถ่านอัดแท่งที่กำหนดค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งต้องไม่น้อยกว่า 5,000 cal/g จากการทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งผลิตออกมาได้พบว่าค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5 – 8 %โดยมวลยอมรับได้ตามมาตรฐานชุมชนถ่านอัดแท่ง ความหนาแน่นอยู่ในช่วง 254 – 293 kg/m<sup>3</sup>ค่าความทนทานต่อแรงกดทั้ง 3 สูตรอยู่ในช่วง 0.54 – 1 MPa ซึ่งสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้เชิงพาณิชย์ที่ 0.375 MPaจากการศึกษาพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้ในครัวเรือนหรือผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุนที่ 5,682 กิโลกรัม

คำสำคัญ: เชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง, ถ่านชังข้าวโพด,เอ็กซ์ทรูชัน

**1. บทนำ**

จากการศึกษาวิถีชีวิตในชนบท พบว่า ถ่านยังเป็นเชื้อเพลิงหลักสำหรับการหุงต้มประกอบอาหาร ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของการทำวิจัย เพื่อช่วยกำจัดเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรด้วยการถ่านอัดแท่ง แล้วรณรงค์ให้เกษตรกรเห็นความสำคัญของการกำจัดเศษชังข้าวโพดเหลือทิ้งจำนวนมากให้ถูกวิธี เพื่อลดปัญหาผลกระทบทางอากาศแทนการเผาทิ้ง งานวิจัยนี้ได้เน้นการศึกษาในเขตเทศบาลตำบลหลวงใต้ อำเภองาว จังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดสำหรับเลี้ยงสัตว์เป็นจำนวนมาก

ผู้วิจัยได้เริ่มศึกษาด้วยการวิเคราะห์ปริมาณชังข้าวโพดเหลือทิ้ง สมบัติทางความร้อนของถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากชังข้าวโพด จากนั้นจึงนำเสนอวิธีการผลิตถ่านอัดแท่งดังกล่าวให้แก่ชาวบ้าน เพื่อให้ชาวบ้านหันมาสนใจผลิตถ่านอัดแท่งจากชังข้าวโพด สำหรับการใช้งานในครัวเรือนและอาจสามารถนำไปขายเพื่อเพิ่มรายได้

**2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

- 2.1 เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการทำถ่านอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือใช้จากการเพาะปลูกชังข้าวโพด
- 2.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งที่ทำจากเศษวัสดุเหลือใช้จากการเพาะปลูกชังข้าวโพด
- 2.3 เพื่อศึกษาจุดคุ้มทุนของการทำถ่านอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือใช้จากการเพาะปลูกชังข้าวโพด

**3. ขั้นตอนการดำเนินงาน**

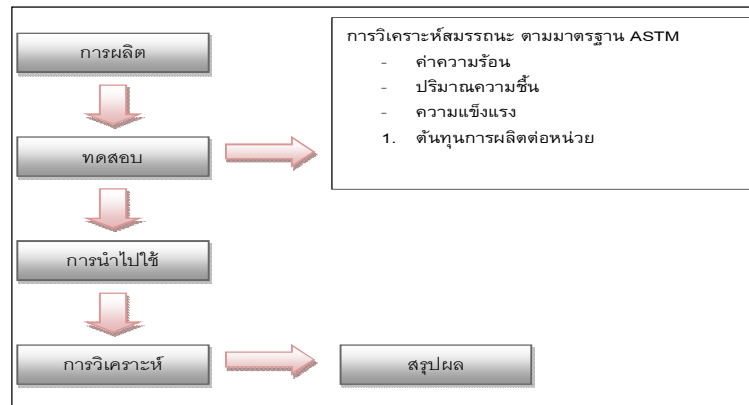
3.1 กำหนดสัดส่วนของถ่านอัดแท่งและขั้นตอนการทดสอบและทำถ่านอัดแท่ง

การทดสอบนี้เพื่อหาความเป็นไปได้ที่จะชังข้าวโพดซึ่งเป็นของที่เหลือทิ้งจากการเพาะปลูกมาเป็นถ่านชังข้าวโพดและทำการบดเป็นผงถ่าน เพื่อใช้ประโยชน์และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกรอีกทางหนึ่งด้วย ในโครงการนี้จะทดสอบโดยใช้เครื่องผลิตถ่านอัดทำการผลิตถ่านจากชังข้าวโพด และส่วนผสมที่ใช้ในการทำถ่านอัดแท่งได้แก่ ผงถ่านชังข้าวโพด,ผงถ่านไม้เนื้อแข็ง ปูนขาว แป้งมัน และน้ำ โดยทำการผสมทั้งหมด 3สูตรและนำมาเปรียบเทียบกับ สูตรที่4 คือถ่านอัดแท่งจากกะลามะพร้าวจากวิสาหกิจชุมชน

ตารางที่ 1 อัตราส่วนการอัดทั้งหมดที่จะทำการทดสอบ

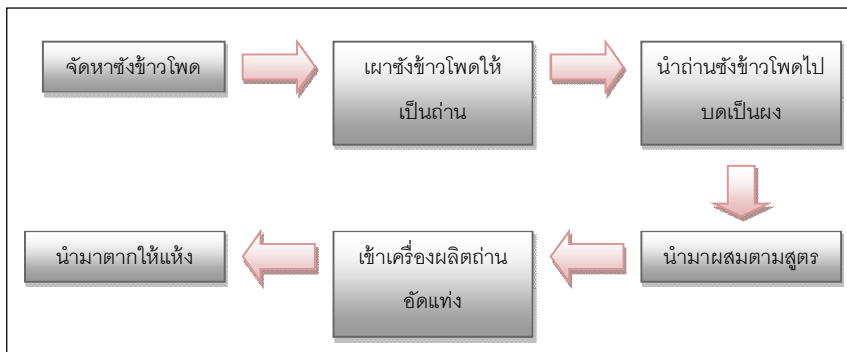
สูตรที่	ผงถ่านชังข้าวโพด (กิโลกรัม)	ผงถ่านไม้เนื้อแข็ง (กิโลกรัม)	ปูนขาว (กิโลกรัม)	แป้งมัน (กิโลกรัม)	น้ำ (ลิตร)
1	5	5	0.5	1	2.5
2	10	-	0.5	1	2.5
3	10	-	0	1	2.5

การทดสอบนี้จะทำการหาตัวประสานที่เหมาะสมกับการทำถ่านชังข้าวโพด ทั้งนี้ในการทำถ่านอัดแท่งควรมีปริมาณของผงคาร์บอนอยู่ 2 ใน 3 ส่วน (มาตรฐานถ่าน, 2545) และการอัดแท่งจะใช้น้ำกับแป้งมันเป็นตัวประสาน เนื่องจากวัตถุดิบหาง่ายและมีราคาไม่แพงมากนักวิธีการดำเนินการทดสอบของการศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากชังข้าวโพดจะแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ การผลิต การทดสอบ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ดังแสดงในรูปที่1



รูปที่ 1 วิธีการดำเนินการทดสอบ

ขั้นตอนการทดสอบผลิตถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพด  
การทดสอบการผลิตถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยๆได้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การจัดหาซังข้าวโพด, เผาซังข้าวโพดให้เป็นถ่าน, นำมาผสมตามสูตร, การนำส่วนผสมไปอัดแท่ง และการอบไล่ความชื้นหรือตากแห้งดังแผนภาพที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงขั้นตอนการผลิตถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพด

### 3.2 การทดสอบแรงกด

ในการทดสอบแรงกดโดย เครื่อง Soil Testing machine-ขนาด 680 กิโลกรัม ซึ่งเป็นการทดสอบแบบทำลาย ในการทดสอบจะค่อยๆ เพิ่มแรงจนกระทั่งเกิดถ่านการแตกหักและอ่านค่าผลของแรงสูงสุดสังเกตจากเกจวัดแรง และนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์ [1]ซึ่งแรงกดที่ได้ก่อนถ่านอัดแท่งจะแตกหักจะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.375 MPa วิธีการทดสอบแรงกดของถ่านอัดแท่งแสดงในรูปที่



รูปที่ 3 การทดสอบแรงกดถ่านอัดแท่ง

### 3.3 การทดสอบค่าความร้อนของถ่าน

บอมบ์แคลอรีมิเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการคำนวณค่าการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายใน อันเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งการวัดพลังงานภายในนี้จะเกี่ยวข้องกับพลังงานอิเล็กทรอนิกส์โดยตรง สารเคมีที่มีพลังงานอิเล็กทรอนิกส์ในระดับสูงย่อมจะมีพลังงานภายในสูงตามไปด้วย เมื่อธาตุสองตัว เช่น ไฮโดรเจน กับออกซิเจน ทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นน้ำ ( $2.H_2 + O_2 \Rightarrow 2.H_2O$ ) พลังงานจะถูกปลดปล่อยออกมาและจะทำให้อุณหภูมิของน้ำในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ สูงขึ้น ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นนี้จะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของพลังงานภายในที่เกิดขึ้นแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 เครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์

### 3.4 การทดสอบวัดค่าความชื้นของถ่าน

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อแบบร้อนแห้ง มีลักษณะคล้ายกับตู้บ่มทั้งรูปร่างภายนอกและภายใน ต่างกันตรงที่ตู้อบลมร้อนจะมีวิธีการให้กำเนิดความร้อนแบบเดียว คือให้ความร้อนจากด้านใต้หรือผนังห้องบ่ม (เปรียบได้กับตู้บ่มชนิด Dry wall) โดยจะใช้เพื่อช่วยในการอบไล่ความชื้นของถ่านอัดแท่งให้มีประสิทธิภาพ สะดวกและรวดเร็วความชื้นมาตรฐานแห้ง เป็นการเปรียบเทียบน้ำหนักของน้ำกับน้ำหนักที่เป็นของแข็งของผลิตภัณฑ์ สามารถที่ (1)

$$\%MC_{db} = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ  $\%MC_{db}$  คือ เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง

$M_w$  คือ น้ำหนักของน้ำในถ่านอัดแท่ง

$M_s$  คือ น้ำหนักของถ่านอัดแท่ง

### 3.5 จุดคุ้มทุน

การวิเคราะห์ที่ตัดสินใจเลือกลงทุนในโครงการต่างๆ บางครั้งต้องการจะทราบว่าจำนวนผลผลิตที่จะผลิตคุ้มทุนควรเป็นเท่าไร เพื่อช่วยในการตัดสินใจจุดคุ้มทุน (Breakeven Analysis) คือจุดที่รายได้กับรายจ่ายเท่ากัน นั่นคือกำไรเป็นศูนย์นั่นเอง โดยกำหนดให้ C คือ ต้นทุนรวมในการผลิต, F คือ ต้นทุนคงที่, V คือ ต้นทุนแปรผัน,  $N^*$  คือ จำนวนที่ผลิตที่จุดคุ้มทุน, N คือ จำนวนการผลิตที่จุดใด ๆ, v คือ ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย, R คือ รายได้, P คือ กำไร, p คือ ราคาขายต่อหน่วย

$$\begin{aligned} \text{รายได้ (R)} &= p N \\ \text{กำไร (P)} &= \text{รายได้ (R)} - \text{ต้นทุนรวม (C)} \\ \text{กำไร (P)} &= p N - (F + v N) \\ N^* &= F / (p - v) \end{aligned}$$

$$\text{จำนวนที่ผลิตที่จุดคุ้มทุน} = \frac{\text{ต้นทุนคงที่}}{\text{ราคาขายต่อหน่วย} - \text{ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย}} \quad (2)$$

## 4. ผลการตรวจวัดการใช้พลังงาน

### 4.1 ผลการทดสอบแรงกด

หลังจากผลิตแท่งเชื้อเพลิงตามอัตราส่วนผสมต่างๆ และได้นำมาทดสอบแรงกดจนได้ผลการทดสอบตามอัตราส่วนผสมต่างๆแสดงในตารางที่

ตารางที่ 1 ผลทดสอบแรงกดของถ่านอัดแท่ง

สูตรที่	แรงกดของถ่าน (MPa)
1	0.8
2	0.57
3	0.54
4	1

จากตารางที่ 1 ความต้านทานแรงกดของถ่านอัดแท่งที่เป็นสูตรผสมกลามะพร้าวจะมีขนาดใหญ่กว่าและแข็งแรงกว่าถ่านที่ได้จากถ่านซังข้าวโพดผสมถ่านไม้เนื้อแข็ง และถ่านจากซังข้าวโพด แต่จากการทดลองพบว่าทุกอัตราส่วนผสมจะมีค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์

#### 4.2 การทดสอบค่าความร้อนของถ่าน

การทดสอบค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งโดย oxygen bomb calorimeter พบว่าค่าความร้อนถ่านอัดแท่งจะมีค่าเปลี่ยนไปตามปริมาณของถ่านอัดแท่งเนื่องจากถ่านจากซังข้าวโพดมีค่าความร้อนสูงกว่าถ่านจากไม้เนื้อแข็ง และจากการทดลองทำให้เห็นว่าทุกๆอัตราส่วนผสมของถ่านอัดแท่งมีค่าความร้อนสูงกว่าเกณฑ์ค่ามาตรฐานชุมชนถ่านอัดแท่งกำหนดค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งต้องไม่น้อยกว่า 5,000 cal/g

ตารางที่ 1 ผลทดสอบค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง

สูตรที่	พลังงานรวม (cal/g)
1	5,250
2	5,471
3	6,142
4	4,941

#### 4.3 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนประกอบด้วย ราคาเครื่องรีดถ่านอัดแท่ง 35,000 บาท กำลังการผลิตที่ 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ราคาขายแท่งเชื้อเพลิง 15 บาทต่อกิโลกรัม ค่าไฟฟ้าในการในการผลิตแท่งเชื้อเพลิง 0.09 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนวัตถุดิบ 3.5 บาทต่อกิโลกรัม ชั่วโมงการผลิต 8 ชั่วโมงต่อวัน ค่าแรง 300 บาทต่อวัน ค่าแรงในการผลิต 0.25 บาทต่อกิโลกรัม

จากข้อมูลประกอบข้างต้น ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนโดยอาศัยสมการที่ 2 จะได้ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุนที่ 5,682 กิโลกรัม

#### 5. สรุปผลการศึกษา

การทดสอบนั้นสามารถผลิตถ่านอัดแท่งที่สมบูรณ์มาได้ 3 สูตรซึ่งศึกษาถึงผลของสัดส่วนตัวประสานที่มีต่อการผลิตและสมบัติ ทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ จากการทดลองพบว่าอัตราการผลิต และค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผกผันกับสัดส่วน การผสมผงแป้งมันสำปะหลังกับปูนขาว โดยสูตรที่ 3 ค่าความร้อนสูงที่สุดถึง 6,142 cal/g ซึ่งมีค่าความร้อนมากกว่าค่ามาตรฐานชุมชนถ่านอัดแท่งกำหนดค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งต้องไม่น้อยกว่า 5,000 cal/g จากการทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดที่ผลิตออกมาได้พบว่าค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5 – 8 %โดยมวลยอมรับได้ตามมาตรฐานชุมชนถ่านอัดแท่ง ความหนาแน่นอยู่ในช่วง 254 – 293 kg/m<sup>3</sup>ค่าความทนทานต่อแรงกดทั้ง 3 สูตรอยู่ในช่วง 0.54 – 1 MPa ซึ่งสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้เชิงพาณิชย์ที่ 0.375 MPa จากการศึกษาพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้ในครัวเรือนหรือผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุนที่ 5,682 กิโลกรัม

#### 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำงานวิจัยในเรื่องนี้จนเป็นผลสำเร็จ

#### 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] S. R. Richards, 1990, "Physical testing of fuel briquettes", Fuel Processing Technology, Vol 25, Issue 2 pp.89-100
- [2] ทองทิพย์ พูลเกษม. การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนเพื่อทดแทนฟืนและถ่านในการหุงต้มในครัวเรือน. ปริญญาานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหิดล, 2542.
- [3] สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ,2547, "ประกาศมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง"