

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

เอกสารบทนี้จะอธิบายเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์และขั้นตอนวิธีการที่ใช้ในการผลิตถ่านไม้อัดแท่ง และถ่านก้านติดใบสละโดยคณะผู้วิจัยจะนำผงถ่านไม้และผงถ่านก้านติดใบสละมาอัดเป็นแท่งให้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 42 มิลลิเมตร ยาว 70 มิลลิเมตร และมีรูกลวงเส้นผ่านศูนย์กลาง 17 มิลลิเมตร และการวิเคราะห์ค่าความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้าและระยะเวลาการติดไฟ

#### 3.1 วัสดุและอุปกรณ์

##### 3.1.1 วัสดุที่ใช้ในการผลิตถ่านก้านติดใบสละอัดแท่ง

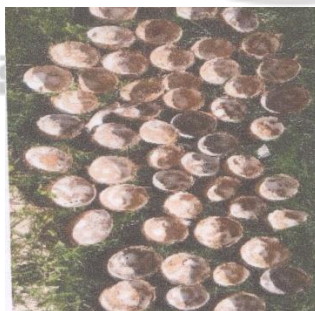
- |                    |              |
|--------------------|--------------|
| 1. ก้านติดใบสละ    | 60 กิโลกรัม  |
| 2. ถ่านไม้         | 60 กิโลกรัม  |
| 3. กะลามะพร้าว     | 10 กิโลกรัม  |
| 4. แป้งมันสำปะหลัง | 8.0 กิโลกรัม |
| 5. ผงคาร์บอนแบล็ค  | 100 กรัม     |



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 3.1 (ก) ก้านติดใบสละ (ข) ถ่านไม้ (ค) กะลามะพร้าว และ (ง) ผงคาร์บอนแบล็ค

### 3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตและวิเคราะห์ข้อมูล

- |                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| 1. เครื่องอัดแท่ง                 | 1 เครื่อง |
| 2. เครื่องบด                      | 1 เครื่อง |
| 3. เครื่องผสมเนกประสงค์           | 1 เครื่อง |
| 4. เตาทอบ                         | 1 เครื่อง |
| 5. เตาอังโล่                      | 4 เตา     |
| 6. โถดูดความชื้น                  | 1 โถ      |
| 7. ถ้วยครุชีเบิล                  | 4 ถ้วย    |
| 8. เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด | 1 เครื่อง |



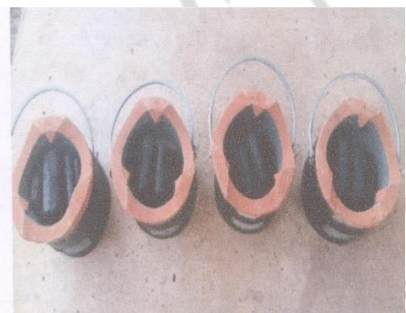
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)



(ฉ)

ภาพที่ 3.2 (ก) เครื่องบด (ข) เครื่องผสมเนกประสงค์ (ค) เครื่องอัดแท่ง (ง) เตาอังโล่  
(จ) โถดูดความชื้นและถ้วยครุชีเบิล และ (ฉ) เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด

### 3.2 การดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของคาร์บอนแบล็คต่อค่าความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และระยะเวลาในการติดไฟของถ่านอัดแท่ง 4 ชนิด ประกอบด้วย ถ่านไม้อัดแท่ง ถ่านไม้อัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค ถ่านก้านติดไบสละอัดแท่งและถ่านก้านติดไบสละอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค ซึ่งมีขั้นตอนในการผลิตถ่านอัดแท่งทั้ง 4 ชนิด ดังนี้

#### 3.2.1. ขั้นตอนการผลิตถ่านไม้อัดแท่งและถ่านไม้อัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค

- 1 นำถ่านไม้จำนวน 30 กิโลกรัม มาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด
- 2 นำถ่านไม้ที่บดละเอียดจำนวน 30 กิโลกรัม แป้งมันสำปะหลังจำนวน 2.0 กิโลกรัม และน้ำปริมาตร 1.5 ลิตร มาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องผสมเอนกประสงค์
- 3 นำส่วนผสมที่ได้มาอัดเป็นแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 42 มิลลิเมตร ยาว 70 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลวง 17 มิลลิเมตร แล้วนำไปตากแดดเป็นเวลา 3 วัน
- 4 การผลิตถ่านไม้อัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็คทำได้ด้วยวิธีเดียวกัน แต่จะเพิ่มคาร์บอนแบล็ค จำนวน 50 กรัม ลงไปในระหว่างทำการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

#### 3.2.2 การผลิตถ่านก้านติดไบสละอัดแท่งและถ่านก้านติดไบสละอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค

- 1 นำก้านติดไบสละและกะลามะพร้าวไปตากแดดเป็นเวลา 3 วัน แล้วนำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด
- 2 นำก้านติดไบสละบดจำนวน 30 กิโลกรัม กะลามะพร้าวบดจำนวน 5.0 กิโลกรัม แป้งมันสำปะหลังจำนวน 2.0 กิโลกรัมและน้ำปริมาตร 1.5 ลิตร ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องผสมเอนกประสงค์
- 3 นำส่วนผสมที่ได้มาอัดเป็นแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 42 มิลลิเมตร ยาว 70 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลวง 17 มิลลิเมตร แล้วนำไปตากแดดเป็นเวลา 3 วัน
- 4 การผลิตถ่านก้านติดไบสละอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็คทำได้ด้วยวิธีเดียวกัน แต่จะเพิ่มคาร์บอนแบล็ค จำนวน 50 กรัมลงไปในระหว่างทำการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

### 3.3 วิเคราะห์สมบัติทางด้านเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM

3.1.1 การหาค่าความร้อน (Heating value) ของถ่านอัดแท่ง ตามมาตรฐาน ASTM 5865 ด้วยเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ (bomb calorimeter) ยี่ห้อ LECO รุ่น AC 500 นั้นทำได้ดังนี้

1. นำลวด (fuse wire) ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ผูกที่ปลายทั้งสองของแท่งเหล็กด้านล่างของฝาบอมบ์ ใส่ตัวอย่างถ่านอัดแท่งปริมาณ 1 กรัม ลงในถ้วยแล้วนำไปวางบนช่วงปลายแท่งเหล็กของฝาบอมบ์โดยให้ลวดสัมผัสกับถ่านอัดแท่งตัวอย่าง

2. เติมน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร ลงในบอมบ์แล้วปิดฝาบอมบ์ นำไปอัดออกซิเจนให้มีความดันประมาณ 30 บรรยากาศ แล้วนำไปวางในถังบอมบ์

3. ใส่น้ำกลั่นอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ปริมาณ 2 ลิตร ลงในถังบอมบ์ (Bucker) แล้วต่อสายไฟที่ใช้ในการจุดระเบิด 2 เส้นเข้ากับตัวบอมบ์ ปิดฝาแล้วเปิดสวิตช์เครื่องอ่านค่าอุณหภูมิของน้ำในถังบรรจุบอมบ์กับน้ำที่อยู่ในตัวหุ้ม (Jacket) เมื่ออุณหภูมิทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน กดปุ่มจุดระเบิด บันทึกค่าอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจนกระทั่งมีค่าคงที่

4. นำตัวบอมบ์ออกจากถัง แล้วปล่อยก๊าซออกจากบอมบ์อย่างช้าๆ ล้างฝาบอมบ์และถ้วยที่บรรจุตัวอย่างถ่านอัดแท่ง วัดความยาวลวดที่เหลือ แล้วใส่ค่าเข้าเครื่องเพื่อให้เครื่องคำนวณค่าความร้อน

#### 3.3.2 การวิเคราะห์ความชื้นตามมาตรฐาน ASTM D3173

คณะผู้วิจัยทำการวิเคราะห์หาค่าความชื้น (Moisture) ของถ่านอัดแท่งโดยใช้เตาอบ (Oven) ถ้วยครุชเชิล (Crucible) 4 ใบและโถดูดความชื้น (Desiccators) ซึ่งมีขั้นตอนวิธีการดังนี้

1 นำถ้วยครุชเชิลไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปชั่งและบันทึกน้ำหนัก ( $W_c$ )

2 นำถ่านอัดแท่งทั้ง 4 ชนิด แยกใส่ลงไปด้วยถ้วยครุชเชิลแต่ละใบแล้วนำไปชั่งบันทึกน้ำหนัก ( $W_i$ )

3 นำถ้วยครุชเชิลทั้งสิ้นไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4.0 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 20 นาที แล้วนำไปชั่งบันทึกน้ำหนัก ( $W_f$ )

4 คำนวณหาค่าร้อยละปริมาณความชื้น

$$\%M = \frac{(W_i - W_f)}{W} \times 100\%$$

### 3.3.3 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าตามมาตรฐาน ASTM D3174

คณะผู้วิจัยทำการวิเคราะห์หาร้อยละปริมาณเถ้า(Ash) ของถ่านอัดแท่งโดยใช้เตาอบ (Oven) ถ้วยครุชชีเบล (Crucible) จำนวน 4 ใบและโถดูดความชื้น (Desiccators) โดยมีขั้นตอนและวิธีการดังนี้

- 1 นำถ้วยครุชชีเบลไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นนำไปชั่งบนตีกน้ำหนัก  $W_c$
- 2 นำถ่านอัดแท่งทั้ง 4 ชนิด แยกใส่ลงไปด้วยถ้วยครุชชีเบลแต่ละใบแล้วนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมงแล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 20 นาที แล้วนำไป ชั่งน้ำหนัก ( $W_{sc}$ ) เพื่อนำไปหาร้อยละปริมาณเถ้า
- 3 คำนวณหาค่าปริมาณร้อยละของปริมาณเถ้า

$$\%Ash = \frac{(W_{sc} - W_c)}{W} \times 100\%$$

### 3.3.4 การหาระยะเวลาในการติดไฟ

การหาระยะเวลาในการติดไฟ (burning time) นั้นเราจะทดสอบการเผาไหม้โดยตรง ด้วยการนำถ่านอัดแท่งทั้ง 4 ชนิดๆ ละ 4 แท่ง ที่มีความยาวและน้ำหนักเท่าๆ กัน ไปใส่ในเตาอั้งโล่ แล้วทำการก่อไฟ แล้วทำการจับเวลาตั้งแต่เริ่มติดไฟจนกระทั่งมอดดับ