# การพัฒนาเครื่องบดเศษหน่อไม้

# Development of a Crushing Bamboo Shoots Machine

**พงศกร สุรินทร์[1*], ชาญณรงค์ กันทะ[2], วรานนท์ มาวิเลิศ[3], ยุทธภูมิ ขันทะเขียว[4] และ มนินทรา ใจคำปัน[5]**

**Pongsakorn Surin[1*], Charnnarong Kanta[2], Waranon Marvilat[3], Yuttapoom Khanthakaew[4] and Maninthra Jaikampun[5]**

*[*12345]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สังกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000*

*[*12345]Department or Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, 52000*

Received : 2022-09-05 Revised : 2022-11-08 Accepted : 2022-11-09

**บทคัดย่อ**

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อพัฒนาเครื่องบดเศษหน่อไม้ 2) เพื่อหาประสิทธิการบดเศษหน่อไม้ ซึ่งตัวเครื่องมีขนาดความกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 50 เซนติเมตร และความสูง 150 เซนติเมตร ใช้มอเตอร์กระแสสลับ 0.5 แรงม้า เป็นต้นกำลังส่งผ่านโดยสายพานและต่อกับพู่เลย์เพื่อให้แกนเพลาชุดบดทำงาน ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องบดเศษหน่อไม้ พบว่า การบดเศษหน่อไม้ 30.30 กิโลกรัม/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการบดร้อยละ 94.25 และอัตราสิ้นเปลืองพลังงาน 500 วัตต์/ชั่วโมง

**คำสำคัญ** : การพัฒนา, การบด, เศษหน่อไม้

**Abstract**

This project aims to development a crushing bamboo shoots machine and evaluate its crushing efficiency. The device is 50 cm. wide, 50 cm. long, and 150 cm. high. The machine is powered by the three-horsepower ac motor. The power is then transmitted by the belt, connected to the pulley, to move the axle which was crushing. It was found that, for the crushing bamboo shoots rate was 30.30 kg/hr with the crushing bamboo shoots efficiency of 94.25 percent and Power consumption rate 500 watts/hour.

**Keywords** : Development, Crushing, Bamboo shoots

## 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญของโลก และมีผลผลิตทางการเกษตรที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นข้าว อ้อย มันสำปะหลัง รวมถึงผักและผลไม้ โดยประเทศไทยสามารถผลิตสินค้าทางการเกษตรออกสู่ตลาดทั้งในและต่างประเทศ สำหรับการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เป็นการนำเอาผลผลิตทางการเกษตรมาผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อให้เก็บรักษาผลผลิตทางเกษตรไว้ได้นานก่อนถึงตลาดและผู้ซื้อ โดยในพื้นที่ตำบลบ่อแฮ้ว อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง มีผู้ประกอบที่ดำเนินธุรกิจการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร จำพวกหน่อไม้เส้น โดยหลังจากกระบวนการแปรรูปหน่อไม้จะมีเศษหน่อไม้ที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ จำนวน 500 – 1,000 กิโลกรัมต่อวันทำให้ทางบริษัทฯ จึงต้องนำเศษหน่อไม้ไปกำจัดด้วยวิธีการเททิ้งในพื้นที่ของตนเอง จากประเด็นของเศษหน่อไม้ดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญต่อการลดขนาดของเศษหน่อไม้ซึ่งถือว่า

*พงศกร สุรินทร์
E-mail : p.surin1980@yahoo.co.th

เป็นชีวมวลแบบหนึ่งซึ่งสามารถใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านพลังงานเชื้อเพลิง

สำหรับหลักการบดย่อยวัสดุจากการศึกษางานวิจัยที่มีความสอดคล้องในหลักการออกแบบเครื่องบดเศษหน่อไม้ เรื่อง การสร้างเครื่องย่อยดินเพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน โดยใช้ชุดใบย่อยดิน (Hammer mill) ใบตีความยาว 142 มิลลิเมตร ความกว้าง 25.4 มิลลิเมตร และความหนา 12 มิลลิเมตร จำนวน 48 ใบ [1] เครื่องบดเศษไม้ให้เป็นชิ้นเลื่อยแบบสองชุดบด โดยใช้ชุดกลไกที่ 1 แบบ Shredding Machine และชุดกลไกที่ 2 แบบ Hammer Mill Machine เพื่อทำการบดเศษไม้ให้เป็นชิ้นเลื่อย [2] และการออกแบบและสร้างเครื่องย่อยไม้โดยใช้ชุดใบมีดตัด จำนวน 2 ใบ [3]

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบดเศษหน่อไม้

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องบดเศษหน่อไม้

## 3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 สามารถทำการลดขนาดของเศษหน่อไม้ที่มีขนาดใหญ่ เพื่อประโยชน์ด้านการขนส่งไปกำจัด

3.2 สามารถนำเศษหน่อไม้ที่ผ่านการลดขนาดมาใช้ประโยชน์ด้านการผลิตเป็นส่วนผสมของเชื้อเพลิงชีวมวล

## 4. ขอบเขตของงานวิจัย

4.1 หลักการทำงานของเครื่องบดเศษหน่อไม้ เป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ

4.2 ระบบรีดใช้ลูกกลิ้งแบบไม่เรียบ

4.3 ความเร็วรอบในการหมุนแบบความเร็วคงที่ 1,450 รอบต่อนาที

4.4 การบดเศษหน่อไม้ไผ่ตง ไผ่ซาง

4.5 หลักการบดแบบลูกกลิ้ง (Roll crusher) เครื่องบดแบบนี้ประกอบด้วยลูกกลิ้งทรงกระบอก 2 อัน วิ่งเข้าหากัน [4]

## 5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 การออกแบบและจัดสร้างเครื่องบดเศษหน่อไม้ ได้กำหนดเกณฑ์ในการออกแบบที่สำคัญดังนี้

1) การป้อนเศษหน่อไม้ไปยังทางลงของเครื่องบดเศษหน่อไม้ตามแนวดิ่ง เพื่อทำการบดโดยให้เศษหน่อไม้ผ่านใบมีด

2) กลไกการทำงานของเครื่อง ต้องทำงานง่ายไม่ซับซ้อนมากเกินไปและผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานได้สะดวกและมีความปลอดภัย

3) การบำรุงรักษาทำได้ง่าย อุปกรณ์ชิ้นส่วนต่าง ๆ หากชำรุดบางชิ้นส่วน สามารถถอดเปลี่ยนได้และมีจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาด

ส่วนประกอบของเครื่องบดเศษหน่อไม้ ดังนี้

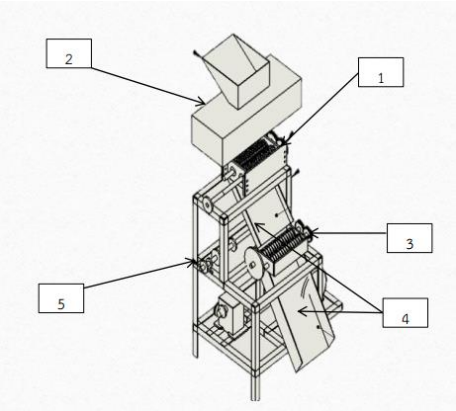
หมายเลข 1 ชุดบดเศษหน่อไม้

หมายเลข 2 ช่องป้อนวัตถุดิบ

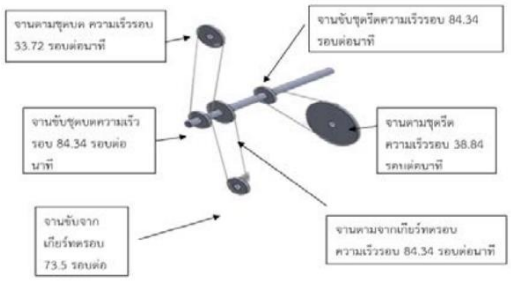
หมายเลข 3 ชุดรีดเศษหน่อไม้

หมายเลข 4 ถาดลำเลียงออก

หมายเลข 5 ระบบส่งกำลัง

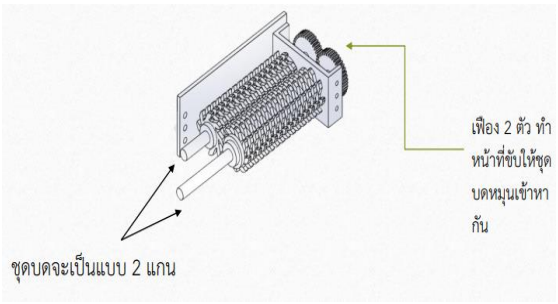



**รูปที่ 1** ส่วนประกอบของเครื่องบดเศษหน่อไม้

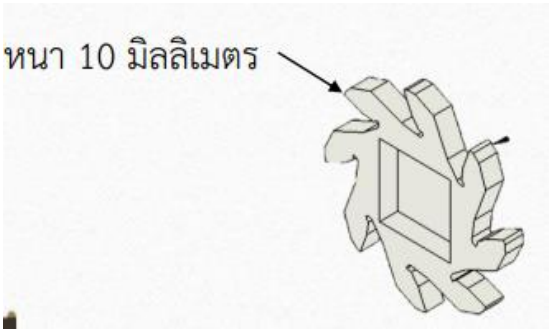



**รูปที่ 2** ความเร็วรอบในระบบส่งกำลังของเครื่องบดเศษหน่อไม้

5.1.1 การออกแบบชุดบด ประกอบด้วยใบมีดบดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง100 มิลลิเมตร หนา 10 มิลลิเมตร มีจำนวนใบมีดทั้งหมด 30 ใบ ดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4 [4]

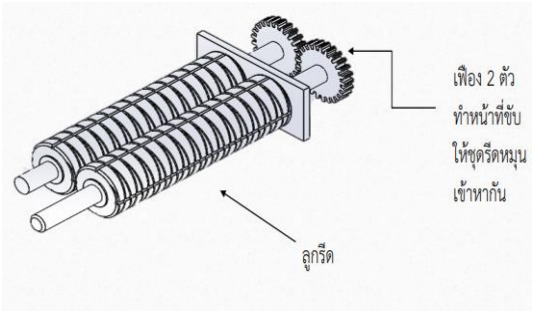



**รูปที่ 3** ชุดบดเศษหน่อไม้



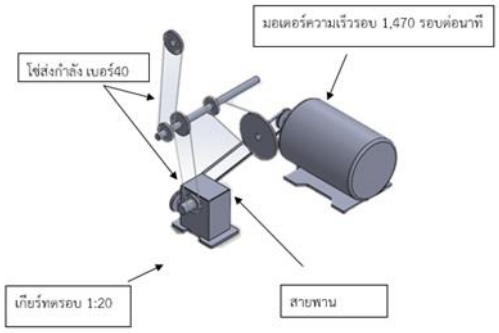

**รูปที่ 4** ใบมีดชุดบด

5.1.2 ชุดรีด จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร ความยาว 300 มิลลิเมตร จำนวนลูกรีด 2 ลูก และทั้งระบบใช้เฟืองเป็นตัวขับ ดังรูปที่ 5




**รูปที่ 5** ชุดรีด

5.1.3 ระบบส่งกำลังของเครื่องบดเศษหน่อไม้ ประกอบด้วยสายพานจากมอเตอร์ขับเกียร์ทดโซ่ขับชุดเพลาแกนกลางชุดบด และชุดรีด ดังรูปที่ 6




**รูปที่ 6** ระบบส่งกำลัง

5.2 การหาประสิทธิภาพเครื่องบดเศษหน่อไม้ โดยทำการประเมินประสิทธิภาพจากเปอร์เซ็นต์การบดเศษหน่อไม้ ความสามารถในการทำงาน และการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า [5]

## 6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการร้างเครื่องบดเศษหน่อไม้

การออกแบบเครื่องและการประกอบเครื่องบดเศษหน่อไม้ ดำเนินการโดยทำการประกอบย่อยของชุดบดเศษหน่อไม้ ประกอบย่อยชุดรีดหน่อไม้ จากนั้นจึงนำไปประกอบเข้ากับโครงสร้างของเครื่องบดเศษหน่อไม้ ทำการติดตั้งระบบส่งกำลังของเครื่องบดเศษหน่อไม้ ติดตั้งช่องทางถาดลำเลียง และช่องป้อนวัตถุดิบ

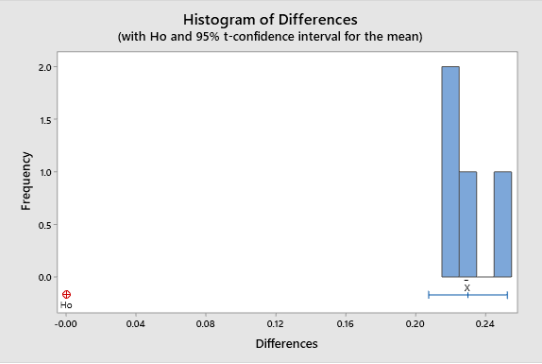
**รูปที่ 7** เครื่องบดเศษหน่อไม้

6.2 ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องบดเศษหน่อไม้ ได้ทำการทดสอบโดยการบดเศษหน่อไม้ จำนวน 4 ครั้ง โดยใช้การบดแบบเพิ่มน้ำหนัก ได้แก่ ครั้งที่ 1 จำนวน 1 กิโลกรัม ครั้งที่ 2 จำนวน 2 กิโลกรัม ครั้งที่ 3 จำนวน 3 กิโลกรัม และครั้งที่ 4 จำนวน 4 กิโลกรัม ดังปรากฏในตารางที่ 1

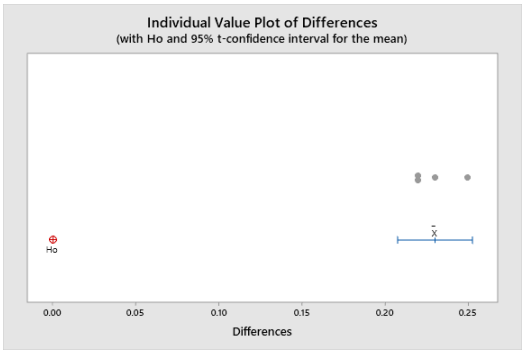
**ตารางที่ 1** ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องบดเศษหน่อไม้

| ครั้งที่ | เศษหน่อไม้ก่อนบด (กิโลกรัม) | เศษหน่อไม้หลังบด (กิโลกรัม) | เศษหน่อไม้ตกค้าง (กิโลกรัม) | เศษบดหน่อไม้ได้ (%) | เวลา (นาที) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0.78 | 0.22 | 78.0 | 2.46 |
| 2 | 2 | 1.78 | 0.22 | 89.0 | 3.85 |
| 3 | 3 | 2.75 | 0.25 | 91.66 | 6.49 |
| 4 | 4 | 3.77 | 0.23 | 94.25 | 7.53 |

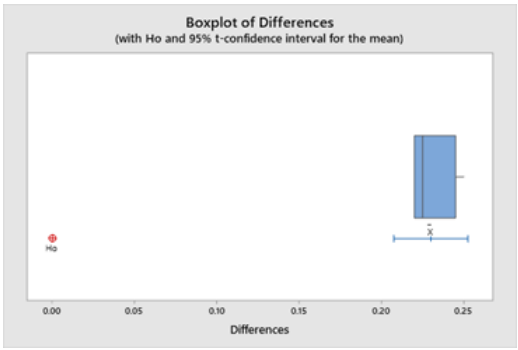
จากตารางที่ 1 การหาประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องโดยการทดสอบ 4 ครั้ง โดยเริ่มบด 1 กิโลกรัม หน่อไม้หลังบด 0.78 กิโลกรัม หน่อไม้ตกค้าง 0.22 กิโลกรัม บด 2 กิโลกรัม หน่อไม้หลังบด 1.78 กิโลกรัม หน่อไม้ตกค้าง 0.22 กิโลกรัม บด 3 กิโลกรัม หน่อไม้หลังบด 2.75 กิโลกรัม หน่อไม้ตกค้าง 0.25 กิโลกรัม และบด 4 กิโลกรัม หน่อไม้หลังบด 3.77 กิโลกรัม หน่อไม้ตกค้าง 0.23 กิโลกรัม




**รูปที่ 8** กราฟ Histogram of Differences




**รูปที่ 9** กราฟ Individual Value Plot of Differences




**รูปที่ 10** กราฟ Boxplot of Differences

จากรูปกราฟที่ 8–10 คือ การนำเสนอผล Paired T–Test and CI ของน้ำหนักก่อนบด-น้ำหนักหลังบด ดังนี้

**Descriptive Statistics**

| Sample | Mean | StDev | SE Mean |
|---|---|---|---|
| น้ำหนักก่อนบด | 2.500 | 1.291 | 0.645 |
| น้ำหนักหลังบด | 2.270 | 1.283 | 0.642 |

**Estimation for Paired Difference**

| Mean | StDev | SE Mean | 95% CI for μ_difference |
|---|---|---|---|
| 0.23000 | 0.01414 | 0.00707 | (0.20750,0.25250) |

**Test**

Null hypothesis $H_0$: $\mu$_difference = 0

Alternative hypothesis $H_1$: $\mu$_difference ≠ 0

| T-Value | P-Value |
|---|---|
| 32.53 | 0.000 |

สรุปผลการวิเคราะห์ มีดังนี้

1) ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างมีค่าเท่ากับ 0.23000 และ 0.01414 ตามลำดับ

2) ช่วงความเชื่อมั่นของความแตกต่างมีค่าเท่ากับ 0.20750และ 0.25250

3) ค่าสถิติ T มีค่าเท่ากับ 32.53

4) P – Value มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha$) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น P–Value มีค่าเท่ากับ 0.000 อาจมาจากช่วงข้อมูลที่น้อยเกินไป

6.3 ลักษณะของทางกายภาพ หลังจากผ่านการบดลักษณะของเศษหน่อไม้จะมีขนาดเล็กลง เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่น การทำปุ๋ย การใช้ทำส่วนผสมเชื้องเพลิงถ่านอัดแท่ง เป็นต้น

**รูปที่ 11** ลักษณะเศษหน่อไม้หลังการบด

6.4 เปอร์เซ็นต์การบดเศษหน่อไม้ จากสูตร

$$C_t = \frac{W1}{W} x100 \qquad (1)$$

เมื่อ Ct คือ เปอร์เซ็นต์การบดเศษหน่อไม้ (%)
W1 คือ น้ำหนักของเศษหน่อไม้ หลังบด (kg)
W คือ น้ำหนักเศษหน่อไม้ ทั้งหมด (kg)

บด 1 กิโลกรัม

$$C_t = \frac{W1}{W} x100 = \frac{0.78}{1} x100 = 78\%$$

บด 2 กิโลกรัม

$$C_t = \frac{W1}{W} x100 = \frac{1.78}{2} x100 = 89\%$$

บด 3 กิโลกรัม

$$C_t = \frac{W1}{W} x100 = \frac{2.75}{3} x100 = 91.66\%$$

บด 4 กิโลกรัม

$$C_t = \frac{W1}{W} x100 = \frac{3.77}{4} x100 = 94.25\%$$

6.5 ความสามารถในการทำงานจริง จากสูตร

$$C_a = \frac{W1}{T} \qquad (2)$$

เมื่อ Ca คือ ความสามารถในการทำงานจริง (kg/hr)
W1 คือ น้ำหนักของเศษหน่อไม้ หลังบด (kg)
T คือ เวลาในการทำงานทั้งหมด (hr)

บด 1 กิโลกรัม

$$C_{a=\frac{W1}{T}} = \frac{0.78}{2.46\left(\frac{1}{60}\right)} = 19.02 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง}$$

บด 2 กิโลกรัม

$$C_{a=\frac{W1}{T}} = \frac{1.78}{3.85\left(\frac{1}{60}\right)} = 27.74 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง}$$

บด 3 กิโลกรัม

$$C_{a=\frac{W1}{T}} = \frac{2.75}{6.49\left(\frac{1}{60}\right)} = 25.42 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง}$$

บด 4 กิโลกรัม

$$C_{a=\frac{W1}{T}} = \frac{3.77}{7.53\left(\frac{1}{60}\right)} = 30.03 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง}$$

6.5 การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า จากสูตร

$$P = \frac{I*V*t}{1000} \qquad (3)$$

เมื่อ P คือ การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (kW/hr)
I คือ กระแสไฟฟ้า (A)
V คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)
t คือ กระแสไฟฟ้า (hr)

$$P = \frac{I*V*t}{1000} = \frac{18.3*220*0.1255}{1000}$$

= 0.50 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง

ดังนั้นการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในทำงาน 1 ชั่วโมง จะมีค่าเท่ากับ 0.50 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หรือ 500 วัตต์ต่อชั่วโมง

**7. สรุปผลการวิจัย**

ผลการบดสูงสุด 4 กิโลกรัมต่อครั้ง โดยน้ำหนักหลังการบด 3.77 กิโลกรัม และตกค้าง 0.23 กิโลกรัม คิดเป็น 94.5 % ความสามารถในการทำงานของเครื่อง 30.03 กิโลกรัมต่อชั่วโมง 240 กิโลกรัมต่อวัน 6,240 กิโลกรัมต่อเดือน อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.50 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หรือ 500 วัตต์ต่อชั่วโมง 4,000 วัตต์ต่อวัน อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า 2.21 บาทต่อชั่วโมง 17.68 บาทต่อวัน 459.85 บาทต่อเดือน ซึ่งหลักการได้ถูกนำมากับงานต่างๆ ดังที่สุวิมล เจียรธราวานิช (2564) การออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นหน่อไม้สดแบบแผ่น โดยเครื่องออกแบบให้ปรับความเร็วรอบได้สูงสุดระดับ 800 รอบต่อนาที สามารถหั่นหน่อไม้สดแบบแผ่นได้ความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร ประสิทธิภาพด้านเวลาของเครื่องหั่นหน่อไม้สดแบบแผ่น พบว่า หั่นหน่อไม้ไผ่กิมจู ได้เวลาเฉลี่ย 36.73 วินาทีต่อกิโลกรัม หน่อไม้ไผ่ตงได้เวลาเฉลี่ย 32.74 วินาทีต่อกิโลกรัม หน่อไม้ไผ่ตงหวาน ได้เวลาเฉลี่ย 24.48 วินาทีต่อกิโลกรัม คิดเป็นเวลาเฉลี่ยของเครื่องหั่นหน่อไม้ 32.32 วินาทีต่อกิโลกรัม [6] นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับผลงานที่นำวัตถุดิบเกี่ยวกับไผ่และเศษหน่อไม้ไปใช้ประโยชน์ ดังที่พงศกร สุรินทร์, ชูเกียรติ ธรรมจินดา, ณรงค์ ค่อมคิรินทร์ และอดิเรก เฉลียว (2564) การผลิตถ่านอัดแท่งจากเศษหน่อไม้เหลือทิ้ง โดยใช้อัตราส่วนผสมการผลิตถ่านอัดแท่งจากเศษหน่อไม้เหลือทิ้ง ร่วมกับผงถ่าน แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ โดยใช้กระบวนการอัดขึ้นรูปถ่านด้วยเครื่องอัดแบบเกลียวรูปกรวยและตากแห้งถ่านอัดแท่งจากเศษหน่อไม้เหลือทิ้ง หลังจากนั้นจึงทดสอบด้วยวิธีการต้มน้ำให้เดือด ผลการวิจัย 1) อัตราส่วนที่เหมาะสม คือ เศษหน่อไม้ 300 กรัม, ผงถ่าน 2,500 กรัม, แป้งมันสำปะหลัง 500 กรัม และน้ำ 2,500 กรัม 2) อุณหภูมิสูงสุด 70 องศาเซลเซียส ช่วงเวลาที่ให้ความร้อนสูงสุดที่เวลา 80 นาที รวมเวลาเผาไหม้ 135 นาที [7] แสงระวี สุขีธรรม, ทรงกลต จารุสมบัติ และธีระ วีณิน (2562) แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเหลือไผ่จากโรงงานทำตะเกียบ พบว่า แผ่นชิ้นไผ่อัดผ่านมาตรฐาน TIS 876-2004 ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่น ค่าความชื้นและค่าการพองตัวตามความหนาให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 659.53 กก./ลบ.ม. ร้อยละ 9.62 และร้อยละ 3.55 ตามลำดับ ส่วนค่าคุณสมบัติเชิงกล ได้แก่ ค่าความต้านแรงดัด ค่าความยืดหยุ่น และค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ซึ่งมีค่าสูงเท่ากับ 15.98, 2.66, 1.94 และ 1.12 เมกะปาสกาล (MPa) ตามลำดับ [8]

**กิตติกรรมประกาศ**

ขอขอบคุณบริษัทอิ่น-อ๋อง ฟู้ด จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการร่วมทำงานและสนับสนุนในด้านต่างๆ จะให้การดำเนินงานบรรลุวัตถุประสงค์ และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ให้การสนับสนุนในด้านต่าง ๆ

**เอกสารอ้างอิง**

[1] แมน ฟักทอง; สมชาย โพธิ์พยอม, ศักดิ์สิทธิ์ ชื่นชมนาคจาด, เกริกชัย มีหนู และเกรียงไกร ธารพรศรี, “. การสร้างเครื่องย่อยดินเพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน”, วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, ปีที่ 4,(2), พ.ศ. 2562, หน้า 23-29.

[2] กนต์ธีร์ สุขตากจันทร์, นริศ อินต๊ะวงค์ และนเรศ อินต๊ะวงค์, “เครื่องบดเศษไม้ให้เป็นขี้เลื่อยแบบสองชุดบด”, วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, ปีที่ 5,(1), พ.ศ.2563, หน้า 1-7.

[3] อนุรักษ์ มะโนมัย และรพีพรรณ เหล็กหมื่นไวย, “การออกแบบและสร้างเครื่องย่อยไม้”, วารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล, ปีที่ 33,(2), พ.ศ.2563, หน้า 86-94.

[4] “Roll crusher”, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www. rollcrusher1.blogspot. com/, 2021. (5/01/2021)

[5] จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, สุนัน ปานสาคร, รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, เกรียงไกร แซมสีม่วง และเอกชัย บัวคลี่, “การศึกษาและทดสอบเครื่องตัดใบบัวหลวง”, วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปีที่ 19,(2), พ.ศ. 2563, หน้า 113-123.

[6] สุวิมล เจียรธราวานิช, “การออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นหน่อไม้สดแบบแผ่น”, วิศวกรรมศาสตร์สารเกษมบัณฑิต, ปีที่ 11,(3), พ.ศ.2564, หน้า 38-55.

[7] พงศกร สุรินทร์, ชูเกียรติ ธรรมจินดา, ณรงค์ ค่อม คิรินทร์ และอดิเรก เฉลียว, “การผลิตถ่านอัดแท่งจากเศษหน่อไม้เหลือทิ้ง”, วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา, ปีที่ 5,(2), พ.ศ.2564, หน้า 13-20.

[8] แสงระวี สุขีธรรม, ทรงกลต จารุสมบัติ และธีระ วีณิน, “แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเหลือไผ่จากโรงงานทำตะเกียบ ”, วานสารวนศาสตร์, ปีที่ 38,(2), พ.ศ.2562, หน้า 192-201