

การออกแบบและพัฒนาเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว

Design and Development of Coconut Choir Shredding Machine

อรุชา ดอนโคตร* วิษณุ ฐานะทรัพย์ปัญญา และ ณัฐวุฒิ อริยะจินโน

Arucha Donkot* Witsanu Thannasuppanya and Nuttawut Ariyajinno

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

จังหวัดเลย ประเทศไทย 42000

Program of Design and Production Engineering, Faculty of Industrial Technology, Loei Rajabhat University,

Loei Province, Thailand 42000

*Corresponding author: arucha0936@gmail.com

Received 12 May 2021, Accepted 25 June 2021

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว และ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพการย่อยเปลือกมะพร้าว ซึ่งตัวเครื่องมีขนาดความกว้าง 40 เซนติเมตร ความยาว 70 เซนติเมตร และความสูง 102 เซนติเมตร โดยใช้มอเตอร์กระแสสลับ 3 แรงม้า เป็นต้นกำลังส่งผ่านโดยสายพานและต่อกับพูลเลย์เพื่อให้แกนเพลลาที่มีใบมีดทำงาน ซึ่งใบมีดจะมี 3 ชั้น ชั้นที่ 1 เป็นใบมีดถักเกี่ยวข้าว ชั้นที่ 2 และ ชั้นที่ 3 เป็นเหล็กแหลมขบแข็ง ตัวถังมีความหนาอยู่ที่ 2 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ความสูง 50 เซนติเมตร โดยการทดลองมีมะพร้าวสด 2 แบบ แบบที่ 1 ใช้เปลือกมะพร้าวสดทั้งลูก และแบบที่ 2 ใช้เศษเปลือกมะพร้าวสด ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวพบว่า การย่อยเปลือกมะพร้าวทั้งลูกมีอัตราการสับย่อย 385.2 กิโลกรัม/ชั่วโมง มีประสิทธิภาพการสับย่อยร้อยละ 98.60 และการย่อยเศษเปลือกมะพร้าว มีอัตราการสับย่อย 763.2 กิโลกรัม/ชั่วโมง มีประสิทธิภาพการสับย่อยร้อยละ 97.61

คำสำคัญ: เปลือกมะพร้าว ใบมีด 3 ชั้น อัตราการสับย่อย

Abstract

This project aims to design and develop a coconut coir shredding machine and evaluate its shredder efficiency. The device is 40 cm. wide, 70 cm. long, and 102 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 attached to the three-layer blade one of which is the sickle blade and the other two are the hardened leaf springs. The tank is 2 mm. thick and 50 cm. high with a diameter of 40 cm. To find out the efficiency of the device, two types of materials, the whole fresh coconut and the fresh coconut coir, were used. It was found that, for the whole fresh coconut, the shredding rate was 385.2 kg/hr. with the shredding efficiency of 98.60 percent. For the fresh coconut coir only, the shredding rate was 763.2 kg/hr., and the shredding efficiency was 97.61 percent.

Keywords: Coconut Coir, Three-level Blade, Shredding Rate

บทนำ

มะพร้าวเป็นพืชที่พบเห็นโดยทั่วไปตามพื้นที่ชายทะเลและทุกส่วนในประเทศไทย เป็นพืชที่มีความผูกพันกับวัฒนธรรมความเป็นอยู่ของคนไทยมาช้านาน เพราะส่วนต่างๆ ของมะพร้าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า และสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย ปัจจุบันมีการนำลูกมะพร้าวมาใช้ประโยชน์โดยการนำมาแปรรูปต่างๆ เช่น ใบมะพร้าวนำไปใช้ ยัดฟูก ทำเสื่อ น้ำมันมะพร้าวได้จากการหนีบหรือต้มกากมะพร้าวนำไปใช้ในการปรุงอาหารหรือนำไปทำเครื่องสำอางได้ อีกทั้งยังมีการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันมะพร้าวด้วย กะลามะพร้าวนำไปใช้ทำสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ เช่น กระบวย โคมไฟ กระดุม ซอฮู้หรือนำไปใช้ในการเกษตร เช่น ขุยมะพร้าวใช้เป็นวัสดุปลูกต้นไม้ มีคุณสมบัติทางกายภาพ คือ ดูดซับน้ำได้ดีมาก มีความพรุนสูงสลายตัวได้ตามธรรมชาติ อายุการใช้งาน 2-3 ครั้ง และราคาถูก แต่เมื่อใช้เวลานานจะเกิดการอัดแน่น การระบายอากาศลดลง และหากมีการระบาดของโรคจะกำจัดได้ยาก เป็นต้น [1] ซึ่งการนำลูกมะพร้าวมาผ่านการแปรรูปได้นั้น ต้องผ่านการบดเปลือกและเปลือกมะพร้าวที่ได้มาจากการบดด้วยคนไม้ได้มีการนำมาแปรรูปให้เกิดประโยชน์แต่กลับทิ้งไปอย่างเปล่าประโยชน์ [2]

ในการออกแบบและสร้างเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวควบคุมด้วยพีแอลซี หลักการทำงานของใบมีดบาดจำนวน 2 ชุด 30 ใบ และ 42 ใบ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ขนาด 2 แรงม้า ควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC) โดยให้วัสดุผ่านใบมีดบาดและผ่านตะแกรงร่อนแบบรางเขย่ายาวที่สุด เพื่อทำหน้าที่แยกใบและขุยมะพร้าวออกจากกันให้มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร [3] ในส่วนเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวสด ใช้วิธีการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับเครื่องสับเปลือกมะพร้าวสดด้วยแรงงานคนทำการทดลองครั้งละ 5 ลูก รวม 10 ครั้ง คิดเป็นเวลาเฉลี่ย 17.24 นาที โดยการเปรียบเทียบกับเครื่องสับด้วยเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวสดที่สร้างขึ้น คิดเป็นเวลาเฉลี่ย 3.04 นาที ซึ่งสามารถใช้เวลาได้อย่างเร็วกว่าวิธีการใช้สับเปลือกมะพร้าวสดด้วยแรงงานคน [4]

การนำลูกมะพร้าวมาแปรรูป จะต้องมีการบดเปลือกมะพร้าวก่อน เปลือกมะพร้าวที่บดออกมานั้นได้มีการจัดการด้วยการกองทับถมกันเป็นกองใหญ่เพื่อรอจำหน่ายโดยไม่มีการแปรรูปเปลือกมะพร้าวต่อ เปลือกมะพร้าวที่กองเอาไว้จำนวนมากนั้นเป็นปัญหาต่อการจัดเก็บ คือ สิ้นเปลืองพื้นที่ในการเก็บและการกองเปลือกมะพร้าวไว้เป็นกองใหญ่อาจกลายเป็นที่อยู่ของสัตว์ร้าย เช่น หนูพิษ ตะขาบ และแมงป่องได้ อีกทั้งเปลือกมะพร้าวที่ไม่ได้ผ่านการแปรรูปจะมีการรับซื้อเป็นค่านรบรรทุก 6 ล้อ ในราคา 250 บาท ซึ่งถูกมากเมื่อเทียบกับเปลือกมะพร้าวที่ผ่านการแปรรูปแล้ว โดยเปลือกของมะพร้าวสามารถนำไปแปรรูปตามการใช้งานได้หลายประเภท อาทิ สับหยาบใส่ต้นไม้ราคา กิโลกรัมละ 15 บาท มะพร้าวสับละเอียดราคา กิโลกรัมละ 25 บาท [5]

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงคิดพัฒนาเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว เพื่อประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บเปลือกมะพร้าว และในด้านการเพิ่มมูลค่าเปลือกมะพร้าว เปลือกมะพร้าวที่ผ่านการย่อยแล้ว จะสามารถขายได้ราคาเพิ่มขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูล

1) ศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับมะพร้าว การย่อยมะพร้าว ระบบต้นกำลัง และระบบส่งกำลัง

2. ขั้นตอนการเขียนแบบ และออกแบบ

- 1) ศึกษาข้อมูลและส่วนประกอบของเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว
- 2) ออกแบบภาพต้นแบบ
- 3) ดำเนินการเขียนแบบ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3. ขั้นตอนการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์

- 1) รวบรวมรายการวัสดุในการสร้างเครื่องและประมาณราคา
- 2) ทำการเปรียบเทียบราคา เพื่อตัดสินใจในการเลือกซื้อวัสดุอุปกรณ์
- 3) ดำเนินการซื้อวัสดุอุปกรณ์

4. ขั้นตอนการดำเนินการสร้างเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว

- 1) สร้างโครงสร้าง และชิ้นส่วนต่างๆ ตามแบบที่กำหนด
- 2) ทำการพ่นสีชิ้นส่วนต่างๆ
- 3) ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เข้ากับโครงสร้าง

5. ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว

- 1) เตรียมมะพร้าวมาทำการทดสอบ
- 2) ทำการทดสอบและสังเกตการณ์การทำงานของเครื่องว่ามีการทำงานที่ผิดปกติหรือไม่
- 3) ทำการแก้ไขและปรับแต่งเครื่องเพื่อทำการทดสอบต่อไป

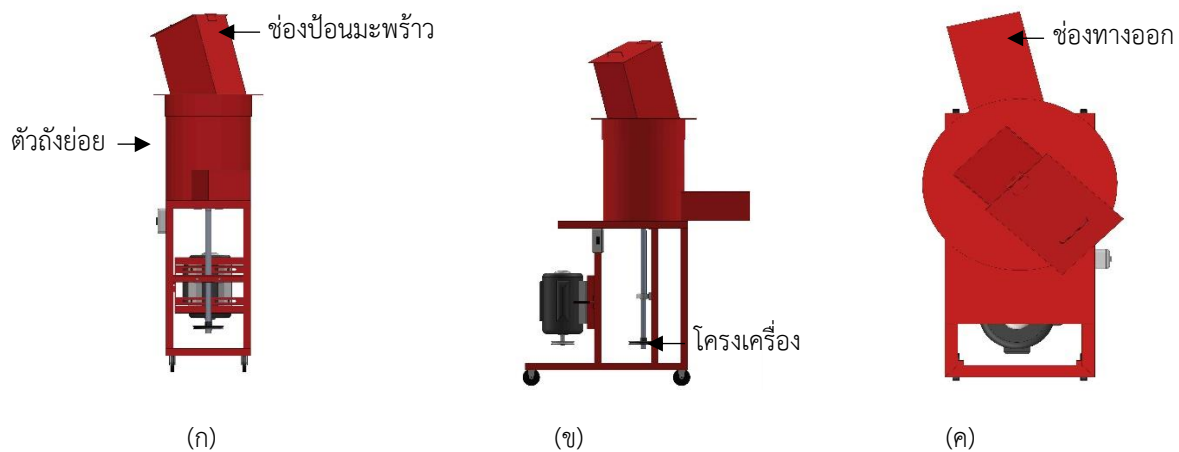
6. ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว

- 1) ใช้มะพร้าวทั้งลูกและเศษมะพร้าวในการทดสอบ 5 กิโลกรัม ต่อ 1 ครั้งการทดสอบ
- 2) แบ่งการทดสอบเป็น 3 ครั้ง
- 3) การทดสอบจะทำการเปรียบเทียบโดยทำการจับเวลาเมื่อเปิดเครื่องและสิ้นสุดเมื่อปิดเครื่อง
- 4) ทำการจดบันทึกเวลาในแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบและหาค่าเฉลี่ย

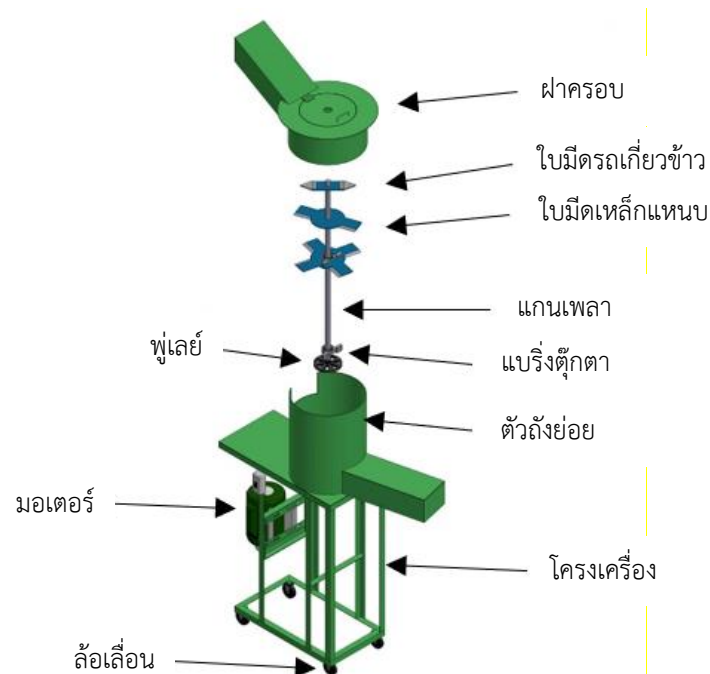
ผลการวิจัย

1. ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว

เครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวมีขนาดความกว้าง 40 เซนติเมตร ความยาว 70 เซนติเมตร และความสูง 102 เซนติเมตร ประกอบขึ้นจากเหล็กแผ่น และเหล็กฉาก ตัวถังย่อยทำจากเหล็กแผ่นขนาดความหนา 2 มิลลิเมตร โครงสร้างประกอบขึ้นจากเหล็กฉากขนาดความหนา 1½ นิ้ว แสดงดังภาพที่ 1 ระบบต้นกำลังใช้มอเตอร์ 3 แรงม้า ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความเร็วรอบ 2,850 รอบต่อนาที ใช้สายพาน B43 อัตราการทดรอบปูล์เลย์ 2:6 อัตราการหมุนปูล์เลย์ตาม 935 รอบต่อนาที เพลานขนาด 1½ นิ้ว ทำหน้าที่ให้ใบมีดที่ติดกับเพลามุน ถึงบรรจุมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ความสูง 50 เซนติเมตร กลไกการปั่นเป็นการเคลื่อนที่ไปในแนวตั้ง หมุนทวนเข็มนาฬิกา



ภาพที่ 1 การออกแบบเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว; (ก) ด้านหน้า, (ข) ด้านข้าง, และ (ค) ด้านบน



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว

เครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวประกอบด้วยชิ้นส่วน 10 ชิ้น ได้แก่ ฟาครอบ ใบมีดถเกี้ยวข้าว ใบมีดจากเหล็กแหลม แกนเพลลา แบริ่งตึกตา ฟูล์เลย์ ตัวถังย่อย มอเตอร์ โครงเครื่อง และล้อเลื่อน แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 3 เครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว

เครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวที่พัฒนาขึ้น มีขนาดความกว้าง 40 เซนติเมตร ความยาว 70 เซนติเมตร และความสูง 102 เซนติเมตร แสดงดังภาพที่ 3 ใช้เหล็กฉากเป็นโครงสร้างของเครื่อง และใช้เหล็กแผ่นดัดทำที่ครอบใบมีด ใบมีดที่ใช้ในการย่อยเปลือกมะพร้าวจะเป็นใบมีดคมโค้งหน้า มีจำนวนใบมีด 3 ชั้น ชั้นที่ 1 ใบมีดถักเกี่ยวข้าว ชั้นที่ 2 เหล็กแหวนชุบแข็งลับคม ชั้นที่ 3 เหล็กแหวนชุบแข็งลับคม ระยะห่าง 8 เซนติเมตร

2. ผลจากการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว

จากการทดสอบโดยใช้เปลือกมะพร้าวทั้งลูก ครั้งละ 5 กิโลกรัม แล้วจับเวลา ทำการทดสอบ 3 ครั้ง และใช้เศษเปลือกมะพร้าว ครั้งละ 5 กิโลกรัม ทำการทดสอบ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยในการหาประสิทธิภาพของเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว โดยการนำมะพร้าวใส่ลงไปในเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวพร้อมกับจับเวลา จากนั้นทำการจดบันทึกผลการทดสอบ

ตารางที่ 1 การหาประสิทธิภาพของเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวโดยใช้เปลือกมะพร้าวทั้งลูก

ครั้งที่	เปลือกมะพร้าวก่อนย่อย (กิโลกรัม)	เปลือกมะพร้าวหลังย่อย (กิโลกรัม)	เปลือกมะพร้าวของเสีย (กิโลกรัม)	เวลา (วินาที)
1	5.460	5.410	0.790	60
2	5.170	5.030	0.610	46
3	5.285	5.255	0.815	42
ค่าเฉลี่ย	5.305	5.231	0.738	49.33

จากการทดสอบเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวทั้งลูก น้ำหนักของเปลือกมะพร้าวก่อนย่อยเฉลี่ย 5.305 กิโลกรัม ในแต่ละครั้งใช้เวลาในการย่อยเฉลี่ย 49.33 วินาที โดยน้ำหนักหลังย่อย ได้น้ำหนักค่าเฉลี่ย 5.231 กิโลกรัม และเปลือกมะพร้าวที่เป็นของเสียที่มีขนาดกว้างกว่า 2 เซนติเมตร ได้น้ำหนักค่าเฉลี่ย 0.738 กิโลกรัม แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวโดยใช้เศษเปลือกมะพร้าว

ครั้งที่	เปลือกมะพร้าวก่อนย่อย (กิโลกรัม)	เปลือกมะพร้าวหลังย่อย (กิโลกรัม)	เปลือกมะพร้าวของเสีย (กิโลกรัม)	เวลา (วินาที)
1	5.050	5.010	0.625	26.51
2	5.150	5.015	0.945	24.52
3	5.121	4.930	0.910	21.17
ค่าเฉลี่ย	5.107	4.985	0.826	24.06

จากการทดสอบเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวโดยใช้เศษเปลือกมะพร้าว น้ำหนักของเศษเปลือกมะพร้าวก่อนย่อยเฉลี่ย 5.107 กิโลกรัม ในแต่ละครั้งใช้เวลาในการย่อยเฉลี่ย 24.06 วินาที โดยน้ำหนักหลังย่อย ได้น้ำหนักค่าเฉลี่ย 4.985 กิโลกรัม และเศษเปลือกมะพร้าวที่เป็นของเสียที่มีขนาดกว้างกว่า 2 เซนติเมตร ได้น้ำหนักค่าเฉลี่ย 0.826 กิโลกรัม แสดงดังตารางที่ 2 และลักษณะมะพร้าวที่ออกมาจากเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวโดยใช้เปลือกมะพร้าวทั้งลูกและใช้เศษเปลือกมะพร้าว แสดงดังภาพที่ 4 (ก) และ ภาพที่ 4 (ข) ตามลำดับ



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 ลักษณะมะพร้าวที่ออกมาจากเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว

(ก) ใช้เปลือกมะพร้าวทั้งลูก (ข) ใช้เศษเปลือกมะพร้าว

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวทั้งหมด 3 ครั้ง ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพการย่อย ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก สมการที่ 1

$$\text{ประสิทธิภาพการย่อย} = \frac{\text{น้ำหนักเปลือกมะพร้าวหลังย่อยเฉลี่ย}}{\text{น้ำหนักเปลือกมะพร้าวก่อนย่อย}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{ประสิทธิภาพการย่อยเปลือกมะพร้าวแบบใช้เปลือกมะพร้าวทั้งลูก} = \frac{5.231}{5.305} \times 100 = 98.60\%$$

$$\text{ประสิทธิภาพการย่อยเปลือกมะพร้าวแบบใช้เศษเปลือกมะพร้าว} = \frac{4.985}{5.107} \times 100 = 97.61\%$$

การคำนวณหาอัตราการสับย่อยสามารถคำนวณได้จาก สมการที่ 2

$$\text{อัตราการสับย่อย} = \frac{\text{น้ำหนักเปลือกมะพร้าวก่อนย่อย}}{\text{เวลาในการย่อยเฉลี่ย}} \quad (2)$$

$$\text{อัตราการสับย่อยเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวแบบใช้เปลือกมะพร้าวทั้งลูก} = \frac{5.305}{49.33} = 0.107 \text{ กิโลกรัม/วินาที}$$

$$\text{หรือ} = 385.2 \text{ กิโลกรัม/ชั่วโมง}$$

$$\text{อัตราการสับย่อยเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวแบบเศษเปลือกมะพร้าว} = \frac{5.107}{24.06} = 0.212 \text{ กิโลกรัม/วินาที}$$

$$\text{หรือ} = 763.2 \text{ กิโลกรัม/ชั่วโมง}$$

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

เครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นมีขนาดความกว้าง 40 เซนติเมตร ความยาว 70 เซนติเมตร และความสูง 102 เซนติเมตร ใช้มอเตอร์ 3 แรงม้า เป็นต้นกำลังส่งผ่านโดยสายพานและต่อกับฟูลเลย์เพื่อให้แกนเพลามีใบมีดทำงาน ความเร็วรอบ 2,850 รอบต่อนาที ใช้สายพาน B43 อัตราการทดรอบฟูลเลย์ 2:6 อัตราการหมุนฟูลเลย์ตาม 935 รอบต่อนาที ถึงบรรจุมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ความสูง 50 เซนติเมตร ใบมีดที่ใช้ในการย่อยเปลือกมะพร้าวจะเป็นใบมีดคมโค้งหน้า มีจำนวนใบมีด 3 ชั้น ชั้นที่ 1 ใบมีดรถเกี่ยวข้าว ชั้นที่ 2 เหล็กแหลมขูดแข็งลับคม ชั้นที่ 3 เหล็กแหลมขูดแข็งลับคม กลไกการป้อนเป็นการเคลื่อนที่ไปในแนวตั้ง หมุนทวนเข็มนาฬิกา ในการทดลองย่อยเปลือกมะพร้าวโดยเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว ใช้มะพร้าวสด 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ใช้เปลือกมะพร้าวทั้งลูก และแบบที่ 2 ใช้เศษเปลือกมะพร้าว โดยเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวมีอัตราการสับย่อยเปลือกมะพร้าวทั้งลูกเท่ากับ 385.2 กิโลกรัม/ชั่วโมง มีประสิทธิภาพการสับย่อยร้อยละ 98.60 และการย่อยเศษเปลือกมะพร้าวมีอัตราการสับย่อย เท่ากับ 763.2 กิโลกรัม/ชั่วโมง มีประสิทธิภาพการสับย่อยร้อยละ 97.61 ส่วนการสับย่อยเปลือกมะพร้าวสดด้วยแรงงานคน โดยทำการทดลองครั้งละ 5 ลูก จำนวน 10 ครั้ง คิดเป็นเวลาเฉลี่ย 17.24 นาที โดยเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นจะใช้เวลาสับย่อยเร็วกว่าการสับย่อยเปลือกมะพร้าวสดด้วยแรงงานคน [4] คิดเป็นเวลาเฉลี่ย 3.04 นาที ทั้งนี้หากเพิ่มความเร็วยรอบของฟูลเลย์ จะส่งผลให้ขนาดของเปลือกมะพร้าวที่ถูกสับย่อยมีขนาดเล็กลง แต่ถ้าความเร็วยรอบของฟูลเลย์ยิ่งช้า จะทำให้ขนาดของเปลือกมะพร้าวที่ถูกสับย่อยมีความยาวมากขึ้น [6]

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณาจารย์และช่างเทคนิค สาขาวิชาวิศวกรรมการออกแบบและผลิต สำหรับคำแนะนำและความช่วยเหลือเชิงเทคนิค

เอกสารอ้างอิง

- [1] จิตติมา หลิมรักษาสิน. 2557. การพัฒนาเปลือกมะพร้าวอ่อนเพื่อเป็นวัสดุเพาะกล้า. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- [2] กองส่งเสริมวิศวกรรมเกษตร. 2552. ออนไลน์.
- [3] นิตินันท์ สมไชยวงศ์. 2562. การออกแบบและสร้างเครื่องบดวัสดุจากกากมะพร้าวควบคุมด้วยพีแอลซี. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- [4] ธนิต กัตถุชสิทธิ์. 2559. เครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวสด. สำนักงานวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา.
- [5] เทคโนโลยีชาวบ้าน. 2564. ไอเดีย แปรรูปมะพร้าวได้ทุกส่วน No Waste ต่อยอดของเหลือทิ้งสู่เงินแสน. ออนไลน์.
- [6] วชิรศ อังคภาณุกุล และ สมิต ทองสุข. 2559. พัฒนากลไกชุดป้อนวัสดุเกษตรสำหรับเครื่องสับกากมะพร้าว ปริญญาโทวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.