



บทความวิจัย

## การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดยางพาราโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยงแบบกรวยหิน

### Development of rubber seed sheller using the principle of centrifugal stone cone model

ยงยุทธ์ เสียงดัง<sup>1</sup> จันทนา สันตุดพร้อม<sup>1</sup> มงคลชัย คำปากดี<sup>1</sup> อนุชิต ฉ่ำสิงห์<sup>2</sup> ทยาवीร์ หนูบุญ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน อำเภอเมือง จังหวัด นครราชสีมา 30000

<sup>2</sup> สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Yongyuth Siangdang<sup>1</sup> Jantana Suntudprom<sup>1</sup> Mongkolhchai Kampagdee<sup>1</sup> Anuchit Chamsing<sup>2</sup>  
Thayawee Nuboon<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, NakhonRatchasima 30000

<sup>2</sup> Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agricultural, Ministry of Agricultural and Cooperatives, Bangkok 10900

\* Corresponding author.

E-mail: thayawee@rmuti.ac.th; Telephone: 0816694177

วันที่รับบทความ 19 สิงหาคม 2567 ; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 14 ธันวาคม 2567; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 2 22 กุมภาพันธ์ 2568  
วันที่ตอบรับบทความ 18 เมษายน 2568

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดยางพาราโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยงแบบกรวยหิน วิธีการศึกษาประกอบด้วยการออกแบบ สร้าง ทดสอบเพื่อหาปัจจัยการทำงานที่เหมาะสม เครื่องกะเทาะเมล็ดยางพาราประกอบด้วย ชุดกะเทาะและชุดคัดแยก ชุดกะเทาะมีลักษณะเป็นกรวยหิน 2 อันทั้งด้านบนและด้านล่าง ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ขนาด 1 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ชุดคัดแยกใช้ลมเป็นตัวคัดแยกและใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ขนาด 1/4 แรงม้าเป็นต้นกำลัง โดยได้ทดสอบหาระยะห่างหัวกะเทาะ มุมเอียงของหัวกะเทาะ ความเร็วรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะและความเร็วลมในการคัดแยกที่เหมาะสม พบว่าเครื่องกะเทาะสามารถกะเทาะเมล็ดยางพาราที่มีขนาดเมล็ดพร้อมเปลือก กว้าง×ยาว×หนา คือ 21.02×23.35×16.25 mm. และขนาดเมล็ดในคือ 15.70×19.20×12.75 mm. ระยะห่างหัวกะเทาะ 17 mm. มุมเอียงของหัวกะเทาะ 30 องศา และความเร็วรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะ 90 110 และ 130 รอบต่อนาที จะมีประสิทธิภาพการกะเทาะสูงสุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ สำหรับระยะห่างหัวกะเทาะ 19 mm. มุมเอียงของหัวกะเทาะ 60 องศา และความเร็วรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะ 90 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพการกะเทาะสูงสุดเท่ากับ 88 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความเร็วลมที่ 7.5 เมตรต่อวินาที จะให้ประสิทธิภาพการคัดแยกสูงสุดเท่ากับ 62.44 เปอร์เซ็นต์ เครื่องกะเทาะนี้มีความสามารถในการกะเทาะ 60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เมล็ดยางพารามีน้ำมันประมาณ 50% ซึ่งสามารถสกัดไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก เชื้อเพลิง อาหารสัตว์ เป็นต้น

#### คำสำคัญ

เครื่องกะเทาะเมล็ดยางพารา เครื่องคัดแยก ประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพ

#### Abstract

This research was aimed to develop a rubber seed sheller based on the principle of stone cone centrifuge. The study method consisted of designing, constructing, and testing to find the most suitable operating factors. The rubber seed sheller consisted of sheller and sorting sets. The sheller set was in the form of two stone cones equipped on the top and

bottom with 1 hp., 220 volts electric motor. The sorting set used air as a separator and was driven by 1/4 hp., 220 volts electric motor. The assessments were conducted to optimize the most suitable distance between the sheller heads, the angle of the sheller heads, the rotational speed of the sheller head shaft and the wind speed for sorting. The results revealed that the sheller could shell the rubber seeds with the shell included seed size of  $w \times l \times t$  21.02x23.35x16.25 mm. and the middle seed size of 15.70x19.20x12.75 mm. The highest shelling efficiency at 100 percent was obtained from the distance between shells was 17 mm., the angle of shell was 30 degrees, and the speed of shells were 90, 110 and 130 rpm. Moreover, the shelling efficiency at 88 percent was observed at the distance between shells was 19 mm., the angle of shells was 60 degrees, and the speed of shells was 90 rpm. The wind speed at 7.5 m/s was the highest separation efficiency at 62.44 percent. This sheller could shell at the capacity of 60 kilograms per hour. Rubber seeds contain approximately 50% oil which can be extracted for various uses such as being an ingredient in the production of plastic product, natural fuel, and livestock feed. Hence,

### Keywords

para rubber seed sheller; sorting machine; efficiency; effectiveness

## 1. คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพารามากกว่า 22 ล้านไร่ [1] นำรายได้เข้าสู่ประเทศมากกว่า 135,341 ล้านบาท [2] โดยส่วนมากเกษตรกรจะให้ความสนใจแต่เฉพาะน้ำยางและต้นเท่านั้น ทำให้มีเมล็ดยางพาราที่เหลือจากการคัดเพื่อนำไปเพาะพันธุ์เป็นจำนวนมาก เมล็ดยางพาราเป็นผลของต้นยางพารา เปลือกและเนื้อในสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในด้านองค์ประกอบทางเคมี มีรายงานว่า เนื้อในเมล็ดยางพารามีความชื้น 289 กรัม/กก. โปรตีน 215 กรัม/กก. ไขมัน 502 กรัม/กก. เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง 180 กรัม/กก. และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด 64 กรัม/กก. ของวัตถุแห้ง [3] เปลือกและเนื้อในของเมล็ดยางพาราสามารถแบ่งประโยชน์การนำไปใช้ได้ 3 ด้าน 1) นำมาเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ [4-9] โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถนำมาทดแทนแหล่งอาหารโปรตีน เช่น ปลาป่นหรือกากถั่วเหลืองในช่วงที่แหล่งอาหารเหล่านี้มีราคาสูง [10-11] 2) นำมาเป็นส่วนผสมทางเคมี [12-14] และ 3) น้ำมันในเมล็ดยางพาราสามารถนำไปสกัดเป็นเชื้อเพลิงได้ [15-24] ในการนำเมล็ดในของเมล็ดยางพารามาใช้ประโยชน์จำเป็นต้องกะเทาะเปลือกนอกที่มีความแข็งมากออกเสียก่อน โดยทั่วไปจะใช้วิธีทางกล เช่น การทุบให้แตกแล้วแยกเปลือกและเมล็ดในออกจากกัน แต่วิธีการดังกล่าวสามารถผลิตเมล็ดได้ในจำนวนน้อย ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้ได้ดัดแปลงหลักการหมุนเหวี่ยงแบบจานหินของเครื่องสีข้าวเปลือก [25-27] เนื่องจากผิวของกรวยจานหินทั้งสองอันที่พอกด้วยหินกากเพชร ซึ่งมีความคมและแข็งมาก ทำให้เปลือก

ของเมล็ดยางพาราแตกและแยกจากเมล็ด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดยางพาราโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยงแบบกรวยหินเพื่อนำเปลือกและเมล็ดในไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการวิจัยจะดำเนินการ 2 ขั้นตอน 1) การออกแบบและสร้าง และ 2) การทดสอบและประเมินผลการทำงาน

### 2.1 การออกแบบและสร้าง

เครื่องกะเทาะเมล็ดยางพาราโดยอาศัยหลักการหมุนเหวี่ยงแบบกรวยหินประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนลำเลียง 2) ส่วนกะเทาะ และ 3) ส่วนคัดแยกเปลือกออกจากเมล็ดใน (รูปที่ 3) โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

#### 2.1.1 ส่วนลำเลียง

กลไกที่ใช้ในการลำเลียงเมล็ดยางพาราไปยังช่องป้อนด้านบนของหัวกะเทาะจะใช้สกรูลำเลียงจากถังรองรับเมล็ด อยู่ที่ปลายด้านล่างของสกรูลำเลียง โดยสกรูลำเลียงสามารถเพิ่มและลดความเร็วในการหมุน เพื่อเพิ่มและลดปริมาณเมล็ดยางพาราที่จะป้อนเข้าสู่หัวกะเทาะได้ โดยสกรูลำเลียงนี้จะประกอบด้วย ใบเกลียวลำเลียงที่เชื่อมติดกับเพลาลำเลียง

#### 2.1.2 ส่วนกะเทาะ

ในการกะเทาะเมล็ดยางพารา จะใช้หัวกะเทาะซึ่งประกอบไปด้วยกรวยหินบนและกรวยหินล่าง โดยกรวยหินบนซึ่งจะ

ครอบอยู่ด้านบนจะทำด้วยเหล็กแผ่นตัดขึ้นรูป แล้วพอกผิวด้านในด้วยหินพอก (กากเพชร) ชนิดเดียวกันกับที่ใช้พอกหัวกะเทาะเมล็ดข้าวเปลือก (รูปที่ 1) ส่วนกรวยหินล่างจะทำด้วยเหล็กแผ่นหนา 8 mm. แล้วพอกผิวหน้าด้านบนด้วยหินพอก ส่วนเมล็ดขางพาราที่ถูกกะเทาะแล้วจะตกลงและรวบรวมไว้ในถังรองรับเมล็ด



รูปที่ 1 (a) กรวยหินบน (b) กรวยหินล่าง

เมล็ดขางพาราที่ผ่านการคัดขนาดแล้วจะป้อนลงสู่ถาดรองรับเมล็ดของส่วนลำเลียง เมล็ดจะถูกใบลำเลียงหมุนลำเลียงขึ้นไปตามความยาวของส่วนลำเลียงในแนวดิ่ง ไปออกที่ปลายของส่วนลำเลียง ตกลงบนถาดรองรับเมล็ดของส่วนกะเทาะ ส่วนลำเลียงจะได้รับกำลังขับมาจากมอเตอร์ ไฟฟ้า 220 โวลต์ ขนาด 1 แรงม้า โดยส่งกำลังผ่านสายพานและพูลเลย์ ทำให้ความเร็วรอบของเพลาลำเลียงหมุนช้า ๆ เพื่อให้ความสามารถของส่วนลำเลียงเมล็ดเหมาะสมกับความสามารถของส่วนกะเทาะเมล็ดขางพารา จากส่วนลำเลียงจะตกลงสู่ถาดรองรับของส่วนกะเทาะแล้วเคลื่อนที่ไปตามช่องลงสู่หัวกะเทาะ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ กรวยหินบนกับกรวยหินล่าง กรวยหินบนจะยึดติดกับที่แต่สามารถปรับระยะขึ้นลงในแนวดิ่งได้ สำหรับปรับระยะห่างของหน้าหิน ตรงกลางของกรวยหินแผ่นบนจะเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 cm. สำหรับเป็นช่องป้อนของเมล็ดให้ตกลงตรงกลางของการหมุน ส่วนกรวยหินล่างจะหมุนไปตามเพลาลำเลียง เมล็ดเมื่อตกลงบนกรวยหินล่างที่กำลังหมุน เมล็ดจะเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางให้เคลื่อนที่ออกตามแนวรัศมีของกรวยหิน ระหว่างที่เมล็ดเคลื่อนที่จะเคลื่อนผ่านผิวของกรวยหินทั้งสองอันที่พอกด้วยหินกากเพชร ซึ่งมีความคมและแข็งมาก ทำให้เปลือกของเมล็ดขางพาราแตกและแยกจากเมล็ด ทั้งเปลือกและเมล็ดในจะตกสู่ถาดรองรับด้านล่าง

### 2.1.3 ส่วนคัดแยกเปลือกออกจากเมล็ดใน

เมล็ดเมื่อผ่านการกะเทาะแล้วจะได้เปลือกและเมล็ดใน ทั้งสองส่วนจะตกลงบนถาดรองรับด้านล่าง ถาดรองรับจะบังคับเมล็ดที่ตกลงมาจากการกะเทาะให้ไหลลงเป็นแนวหน้ากระดาน ตัดกับการเคลื่อนที่ของลมในปล่องลม เปลือกซึ่งมีน้ำหนักเบาและมีพื้นที่ด้านลมมากจะถูกกระแสลมพัดออกไปทางช่องออกของเปลือก ส่วนเมล็ดในซึ่งหนักกว่าและมีลักษณะเป็นรูปทรงกลมจะถูกกระแสลมพัดไปใต้ระยะหนึ่งแล้วจะตกลงบนพื้นเอียงของปล่องลมซึ่งมีความเร็วของกระแสลมน้อยทำให้เมล็ดในของเมล็ดขางพาราสามารถลึ้ยย้อนกลับกับทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสลมได้ เมล็ดในจะเคลื่อนที่ออกทางช่องออกของเมล็ดในบริเวณด้านล่างเครื่องกะเทาะ ความเร็วของกระแสลมสามารถควบคุมได้ด้วยการเปิดและปิดแผ่นปิดช่องลมเข้า ถ้าเปิดแผ่นปิดช่องลมมากทำให้ลมเข้าชุดพัดลมได้มาก กระแสลมก็จะแรงมาก ถ้าเปิดแผ่นปิดช่องลมน้อย ลมจะเข้าชุดพัดลมได้น้อยกระแสลมก็ไหลช้า พัดลมจะได้รับกำลังขับมาจากมอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ขนาด ¼ แรงม้า ส่งกำลังผ่านพูลเลย์และสายพาน

## 2.2 การทดสอบและประเมินผลการทำงาน

แบ่งการทดสอบและประเมินผลการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) การทดสอบการกะเทาะ และ 2) การทดสอบการคัดแยก

### 2.2.1 การทดสอบการกะเทาะ

#### 2.2.1.1 ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ

1) ระยะห่างของหัวกะเทาะ ศึกษาที่ระยะห่าง 17 18 และ 19 mm.

2) มุมเอียงของหัวกะเทาะ ศึกษาที่มุมเอียง 30 45 และ 60 องศา

3) ความเร็วรอบของเพลาลำเลียงศึกษาที่ความเร็วรอบ 70 90 110 130 150 170 และ 190 รอบต่อนาที

#### 2.2.1.2 ค่าชี้ผล

1) ประสิทธิภาพการกะเทาะ (%) =

$$\left( \frac{\text{เมล็ดที่ถูกกะเทาะ(kg)}}{\text{เมล็ดทั้งหมด(kg)}} \right) \times 100 \% \quad (1)$$

2) ประสิทธิภาพการกะเทาะ (%) =

$$\left( \frac{\text{เมล็ดในสมบูรณ์(kg)}}{\text{เมล็ดที่ถูกกะเทาะ(kg)}} \right) \times 100 \% \quad (2)$$



รูปที่ 2 ตัวอย่างเมล็ดยางพาราที่ทดสอบ

## 2.2.2 การทดสอบการคัดแยก

### 2.2.2.1 ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ

#### 1) ความเร็วลมที่ใช้ในการคัดแยก ศึกษาที่

ความเร็วลม 6 6.5 7 7.5 และ 8 m/s

#### 2.2.2.2 ค่าชี้ผล

#### 1) ประสิทธิภาพการคัดแยก(%) =

$$\left[ \frac{Fr1(P11 - a1)}{1-a1} + \frac{Fr2(P22 - a2)}{1-a2} \right] \times 100\% \quad (3)$$

โดยที่ Fr1 คือประสิทธิภาพการคัดแยกของส่วน #1 Fr2 คือประสิทธิภาพการคัดแยกของส่วน #2 P11 คือความบริสุทธิ์ของวัสดุที่แยกส่วน #1 P22 คือความบริสุทธิ์ของวัสดุที่แยกส่วน #2 a1 คือสัดส่วนของวัสดุที่แยกส่วน #1 a2 คือสัดส่วนของวัสดุที่แยกส่วน #2



รูปที่ 3 เครื่องกะเทาะเมล็ดยางพารา

ในการทดสอบจะใช้เมล็ดพันธุ์เดียวกันและความชื้นเท่ากัน  
ทุกการทดสอบ

## 3. ผลการทดลองและวิจารณ์

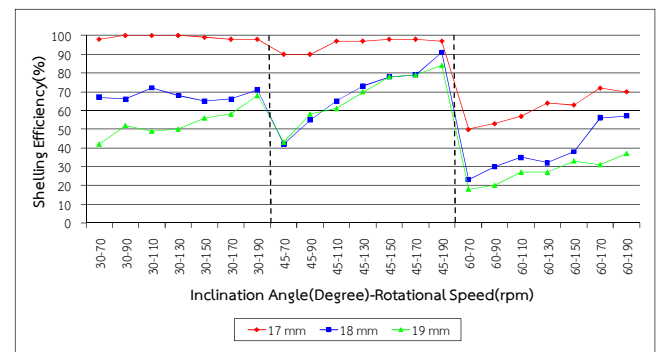
### 3.1 ผลการทดสอบการกะเทาะ

#### 3.1.1 อิทธิพลของระยะห่างของหัวกะเทาะ

##### 3.1.1.1 อิทธิพลของระยะห่างของหัวกะเทาะต่อ

ประสิทธิภาพการกะเทาะ

จากการทดสอบการกะเทาะที่ระยะห่างของหัวกะเทาะ 17 18 และ 19 mm. มุมเอียงของหัวกะเทาะ 30 45 และ 60 องศา ที่ความเร็วรอบของเพลาลูก 70 90 110 130 150 170 และ 190 รอบต่อนาที เพื่อหาประสิทธิภาพการกะเทาะ ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4

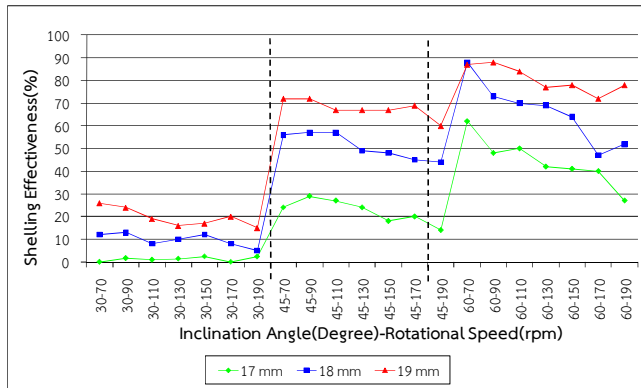


รูปที่ 4 อิทธิพลของระยะห่างของหัวกะเทาะต่อประสิทธิภาพการกะเทาะ

โดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของระยะห่างของหัวกะเทาะพบว่าที่ระยะห่างหัวกะเทาะ 17 mm. จะมีประสิทธิภาพการกะเทาะสูงสุดที่ทุก ๆ มุมเอียงของหัวกะเทาะและทุก ๆ ความเร็วรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะ และที่ระยะห่างหัวกะเทาะ 19 mm. ที่ทุก ๆ มุมเอียงของหัวกะเทาะและทุก ๆ ความเร็วรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะจะมีประสิทธิภาพการกะเทาะต่ำสุด จากผลการทดสอบจะพบว่าเมื่อระยะห่างของหัวกะเทาะเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพการกะเทาะลดลงเนื่องจากระยะห่างที่แคบจะทำให้เมล็ดแตกได้ง่ายกว่าระยะห่างที่กว้าง จากกราฟพบว่าที่ระยะห่างหัวกะเทาะ 17 mm. มุมเอียงของหัวกะเทาะ 30 องศา และความเร็วรอบของเพลากะเทาะ 90

110 และ 130 รอบต่อนาที จะมีประสิทธิภาพการกะเทาะสูงสุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

3.1.1.2 อิทธิพลของระยะห่างของหัวกะเทาะต่อประสิทธิภาพการกะเทาะ



รูปที่ 5 อิทธิพลของระยะห่างของหัวกะเทาะต่อประสิทธิภาพการกะเทาะ

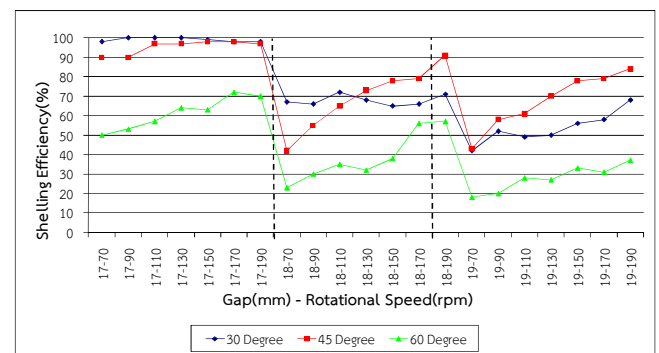
จากการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการกะเทาะโดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของระยะห่างของหัวกะเทาะ (รูปที่ 5) พบว่าที่ระยะห่างหัวกะเทาะ 19 mm. จะมีประสิทธิภาพการกะเทาะสูงสุดที่ทุก ๆ มุมเอียงของหัวกะเทาะและทุก ๆ ความเร็วรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะ และที่ระยะห่างหัวกะเทาะ 17 mm. ที่ทุก ๆ มุมเอียงของหัวกะเทาะและทุก ๆ ความเร็วรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะจะมีประสิทธิภาพการกะเทาะต่ำสุด จากผลการทดสอบจะพบว่าเมื่อระยะห่างของหัวกะเทาะเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพการกะเทาะเพิ่มขึ้นด้วย จากการพิจารณาขนาดเมล็ดขงพาราจากศูนย์ฝึกภาคสนามหนองระเวียงที่ใช้ในการทดสอบมีขนาด กว้าง × ยาว × หนา ของเมล็ดพร้อมเปลือก  $21.02 \times 23.35 \times 16.25$  mm. ขนาดของเมล็ดในเมื่อแกะเปลือกออกแล้ว  $15.70 \times 19.20 \times 12.75$  mm. จากการสังเกตการกะเทาะพบว่าเมล็ดขงพาราส่วนใหญ่จะถูกกะเทาะที่บริเวณด้านบนของหัวกะเทาะ ทำให้เมล็ดในที่ถูกกะเทาะแล้วเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างของหินที่มีระยะทางยาว 0.28 เมตร จึงทำให้เมล็ดในขงพาราที่เคลื่อนที่ผ่านช่องว่างที่มีระยะห่างมาก มีประสิทธิภาพการกะเทาะมากกว่าเมล็ดในขงพาราที่เคลื่อนที่ผ่านช่องว่างที่มีระยะแคบกว่า เนื่องจากระยะห่างที่แคบนอกจากจะทำให้เปลือกกะเทาะแล้ว

ยังทำให้เมล็ดในถูกเสียดสีส่งผลให้ได้เมล็ดในที่ไม่สมบูรณ์มาก จากกราฟพบว่าที่ระยะห่างหัวกะเทาะ 19 mm. มุมเอียงของหัวกะเทาะ 60 องศา และความเร็วรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะ 90 รอบต่อนาที จะมีประสิทธิภาพการกะเทาะสูงสุดเท่ากับ 88 เปอร์เซ็นต์

### 3.1.2 อิทธิพลของมุมเอียงของหัวกะเทาะ

3.1.2.1 อิทธิพลของมุมเอียงของหัวกะเทาะต่อประสิทธิภาพการกะเทาะ

จากการทดสอบการกะเทาะที่มุมเอียงของหัวกะเทาะ 30 45 และ 60 องศา (รูปที่ 6) เพื่อหาประสิทธิภาพการกะเทาะโดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของมุมเอียงของหัวกะเทาะ พบว่าที่มุมเอียง 45 องศา จะมีประสิทธิภาพการกะเทาะต่ำกว่าที่มุมเอียง 30 องศา ที่ระยะห่างของหัวกะเทาะ 17 mm.

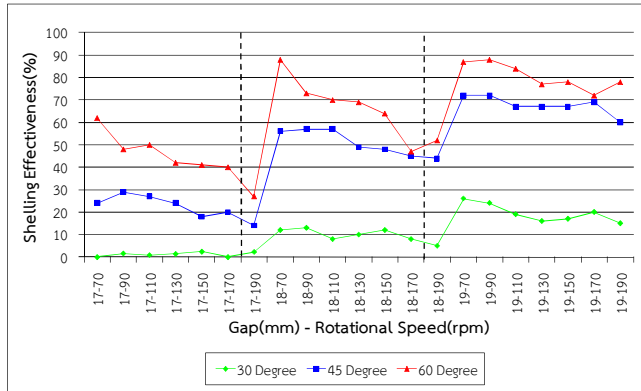


รูปที่ 6 อิทธิพลของมุมเอียงของหัวกะเทาะต่อประสิทธิภาพการกะเทาะ

แต่เมื่อเพิ่มระยะห่างหัวกะเทาะมากขึ้นพบว่าที่มุมเอียง 45 องศา จะมีประสิทธิภาพการกะเทาะเพิ่มขึ้นที่ทุก ๆ ความเร็วรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะ และที่มุมเอียงของหัวกะเทาะ 60 องศา ที่ทุก ๆ ระยะห่างของหัวกะเทาะและทุก ๆ ความเร็วรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะจะมีประสิทธิภาพการกะเทาะต่ำสุด จากผลการทดสอบจะพบว่าเมื่อมุมเอียงของหัวกะเทาะเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพการกะเทาะลดลงในช่วงแรก จากกราฟพบว่าที่มุมเอียงของหัวกะเทาะ 30 องศา ระยะห่างหัวกะเทาะ 17 mm. ความเร็วรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะ 90 110 และ 130 รอบต่อนาที จะมีประสิทธิภาพเท่ากันเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

### 3.1.2.2 อิทธิพลของมุมเอียงของหัวกะเทาะต่อประสิทธิภาพการกะเทาะ

จากการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการกะเทาะโดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของมุมเอียงของหัวกะเทาะ (รูปที่ 7)



รูปที่ 7 อิทธิพลของมุมเอียงของหัวกะเทาะต่อประสิทธิภาพการกะเทาะ

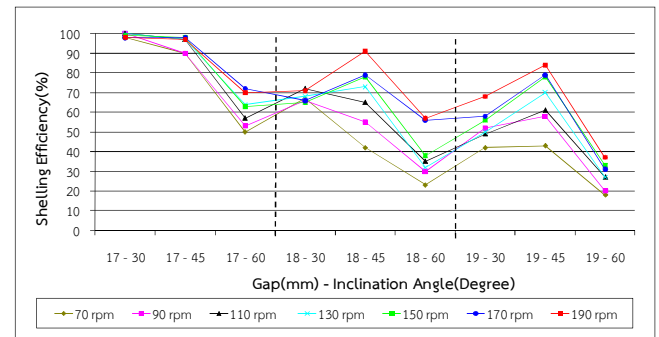
พบว่าที่มุมเอียง 60 องศา จะมีประสิทธิภาพการกะเทาะสูงสุดที่ทุก ๆ ระยะห่างของหัวกะเทาะและทุก ๆ ความเร็วรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะ และที่มุมเอียงของหัวกะเทาะ 30 องศา ที่ทุก ๆ ระยะห่างของหัวกะเทาะและทุก ๆ ความเร็วรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะจะมีประสิทธิภาพการกะเทาะต่ำสุด จากผลการทดสอบจะพบว่าเมื่อมุมเอียงของหัวกะเทาะเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพการกะเทาะเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากการกะเทาะที่อาศัยแรงเหวี่ยงของเมล็ดยางพารา ที่รอบต่ำจะเกิดแรงเหวี่ยงที่น้อยประกอบกับมุมที่ชันน้อยทำให้เมล็ดไม่สามารถไหลออกมาเองได้โดยไม่ต้องอาศัยแรงเหวี่ยงส่งผลทำให้เมล็ดในมีความสมบูรณ์มากกว่า ทำให้ประสิทธิภาพการกะเทาะที่มุมเอียงของหัวกะเทาะที่ 60 องศา สูงกว่าที่มุมเอียงของหัวกะเทาะที่ 45 องศา และ 30 องศา ตามลำดับ

### 3.1.3 อิทธิพลของความเร็รรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะ

#### 3.1.3.1 อิทธิพลของความเร็รรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะต่อประสิทธิภาพการกะเทาะ

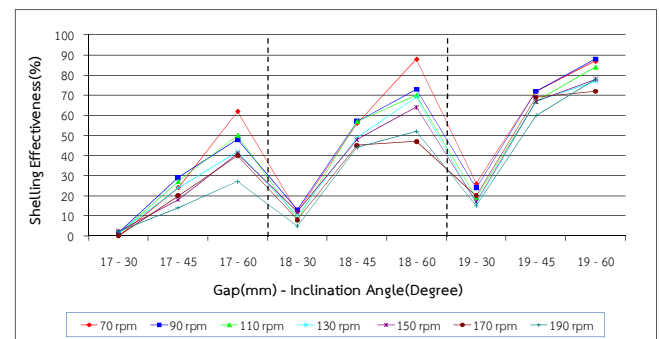
จากการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการกะเทาะโดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของความเร็รรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะ (รูปที่ 8) พบว่าที่ความเร็รรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะ 190 รอบต่อนาที จะมีประสิทธิภาพการกะเทาะสูงสุดที่เกือบทุก ๆ

ระยะห่างของหัวกะเทาะและเกือบทุก ๆ มุมเอียงของหัวกะเทาะ จากผลการทดสอบจะพบว่าเมื่อความเร็รรอบของหัวกะเทาะเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพการกะเทาะเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากที่ความเร็รรอบสูง ๆ เมล็ดจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าที่ความเร็รรอบต่ำประกอบกับระยะห่างที่แคบ จากกราฟพบว่าที่ความเร็รรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะที่ทุก ๆ ความเร็รรอบ ที่ระยะห่างหัวกะเทาะ 17 mm. และมุมเอียงของหัวกะเทาะ 30 องศา จะมีประสิทธิภาพการกะเทาะประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 8 อิทธิพลของความเร็รรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะต่อประสิทธิภาพการกะเทาะ

#### 3.1.3.2 อิทธิพลของความเร็รรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะต่อประสิทธิภาพการกะเทาะ



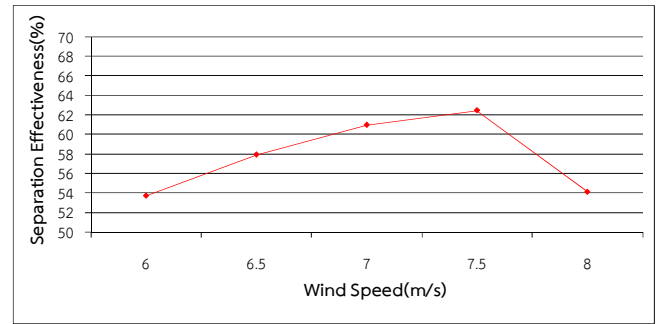
รูปที่ 9 อิทธิพลของความเร็รรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะต่อประสิทธิภาพการกะเทาะ

จากการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการกะเทาะโดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของความเร็รรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะ (รูปที่ 9) พบว่าที่ความเร็รรอบของเพลาลูกหัวกะเทาะ 70 และ 90 รอบต่อนาที จะมีประสิทธิภาพการกะเทาะสูงสุดที่เกือบทุก ๆ

ระยะห่างของหัวกะเทาะและเกือบทุก ๆ มุมเอียงของหัวกะเทาะจากผลการทดสอบจะพบว่าเมื่อความเร็วรอบของเพลากะเทาะเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพการกะเทาะลดลง เนื่องจากที่ความเร็วรอบต่ำเมล็ดในที่ถูกกะเทาะเปลือกออกแล้วจากบริเวณด้านบนของหัวกะเทาะจะเคลื่อนที่สัมผัสกับหินกะเทาะด้วยความเร็วที่น้อยกว่าที่ความเร็วรอบสูง ทำให้ได้เมล็ดในเต็มเมล็ดมากกว่าจากกราฟพบว่าที่ ความเร็วรอบของเพลากะเทาะ 70 รอบต่อนาที ระยะห่างหัวกะเทาะ 18 mm. และมุมเอียงของหัวกะเทาะ 60 องศา จะมีประสิทธิภาพการกะเทาะเท่ากับ 88 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเท่ากับที่ ความเร็วรอบของเพลากะเทาะ 90 รอบต่อนาที ระยะห่างหัวกะเทาะ 19 mm. และ มุมเอียงของหัวกะเทาะ 60 องศา ด้วยประสิทธิภาพและประสิทธิภาพการกะเทาะจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของหน้ากรวยหินทั้งสอง ความเอียงและความเร็วรอบของกรวยหิน

### 3.2 ผลการทดสอบการคัดแยก

จากรูปที่ 10 จะเห็นว่าเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจาก 6 เมตรต่อวินาที ไปจนถึง 7.5 เมตรต่อวินาที โดยเพิ่มครั้งละ 0.5 เมตรต่อวินาที จะทำให้ประสิทธิภาพการคัดแยกเพิ่มขึ้นจากต่ำสุด 53.7 เปอร์เซ็นต์ จนถึงสูงสุด 62.44 เปอร์เซ็นต์ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าที่ความเร็วลมต่ำ ๆ จะมีเมล็ดในสมบูรณ์และเปลือกออกทางช่องออกของเมล็ดในมากและออกที่ช่องทางออกของเปลือกน้อยกว่าที่ความเร็วสูง ๆ แต่เมื่อเพิ่มความเร็วจาก 7.5 เมตรต่อวินาที ไปเป็น 8.0 เมตรต่อวินาที ประสิทธิภาพการคัดแยกกลับลดลงจาก 62.44 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 54.09 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้ว่าที่ความเร็วสูง ๆ จะทำให้เปลือกออกที่ช่องทางออกของเมล็ดในน้อยลงแต่กลับทำให้เมล็ดในออกที่ช่องทางออกของเปลือกเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองที่ความเร็วตั้งแต่ 6 เมตรต่อวินาที ไปจนถึง 8 เมตรต่อวินาที โดยเพิ่มครั้งละ 0.5 เมตรต่อวินาที พบว่าที่ความเร็วลม 7.5 เมตรต่อวินาที จะให้ประสิทธิภาพการคัดแยกสูงสุดเท่ากับ 62.44 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการคัดแยกกับความเร็วลม

### 4. สรุปผลการศึกษา

เครื่องกะเทาะเมล็ดยางพาราที่ออกแบบและสร้างขึ้นสามารถกะเทาะเมล็ดยางพาราที่มีขนาดเมล็ดในพร้อมเปลือกกว้าง 21.02 mm. ยาว 23.35 mm.หนา 16.25 mm. และขนาดเมล็ดในกว้าง 15.70 mm. ยาว 19.20 mm. หนา 12.75 mm. ได้โดยมีความสามารถในการกะเทาะ 60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยที่ระยะห่างหัวกะเทาะ 17 mm. มุมเอียงของหัวกะเทาะ 30 องศา และความเร็วรอบของเพลากะเทาะ 90 110 และ 130 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพการกะเทาะสูงสุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระยะห่างหัวกะเทาะ 19 mm. มุมเอียงของหัวกะเทาะ 60 องศา และความเร็วรอบของเพลากะเทาะ 90 รอบต่อนาที จะมีประสิทธิภาพการกะเทาะสูงสุดเท่ากับ 88 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเร็วลม 7.5 เมตรต่อวินาที จะให้ประสิทธิภาพการคัดแยกสูงสุดเท่ากับ 62.44 เปอร์เซ็นต์

#### กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ยางพารา : เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ระดับประเทศ ภาค และจังหวัด ปี 2565. เข้าถึงได้จาก: <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/para%20rubber%2065.pdf> [เข้าถึงเมื่อ 21 พฤษภาคม 2567]

- [2] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. สถิติการส่งออกปี 2566. เข้าถึงได้จาก: <https://impexpth.oae.go.th/export> [เข้าถึงเมื่อ 21 พฤษภาคม 2567]
- [3] Ravindran V, Ravindran G. Some nutritional and anti-nutritional characteristics of para-rubber (*Hevea brasiliensis*) seeds. *Food Chemistry*. 1988;30:93-102.
- [4] เปลื้อง บุญแก้ว. การใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในอาหารไก่กระตัง [วิทยานิพนธ์]. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2552.
- [5] ภิราภรณ์ ทุมรัตน์. ผลของเนื้อในเมล็ดยางพาราในอาหารเป็ดและน้ำหนักร่งต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกร [วิทยานิพนธ์]. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2552.
- [6] อารณ ส่องแสง, และคณะ. การเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อและการยอมรับของผู้บริโภคต่อไก่แดงสุราษฎร์ธานี และไก่ค้อลอนที่เลี้ยงในการผลิตเชิงพาณิชย์และการเสริมเนื้อในยางพาราทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร. มหาวิทยาลัยทักษิณ; 2558.
- [7] นวรัตน์ ผอบงา. ผลของเนื้อในเมล็ดยางพาราเพื่อเป็นแหล่งของกรดไขมันลิโนเลอิกและลิโนเลนิกต่อประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ในโคนมสาว [วิทยานิพนธ์]. ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2559.
- [8] ฉัตรชัย แก้วพิลา, และคณะ. พัฒนานวัตกรรมไขมันไหลผ่านกระเพาะรูเมนโดยใช้น้ำมันเมล็ดยางพาราเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ในแม่โคเนื้อ สมรรถนะการผลิตและคุณภาพซากโคขุน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน; 2564.
- [9] เทิดชัย เวียรศิลป์, และคณะ. ผลการใช้กากเมล็ดยางพาราเลี้ยงสุกร. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ; ม.ป.ป.
- [10] จุฑารัตน์ พรหมพฤกษ์. ผลของการใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากในสุกรขุน (25-95 กก.) [วิทยานิพนธ์]. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2551.
- [11] ปิ่น จันจุฬา, และคณะ. การใช้ประโยชน์ของเนื้อในเมล็ดยางพาราและกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเพื่อทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารแพะ. คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2551.
- [12] ไชยยันต์ ไชยยะ, และคณะ. การผลิตถ่านกัมมันต์จากเปลือกเมล็ดยางพาราโดยใช้การกระตุ้นด้วยไอน้ำ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ; 2551.
- [13] ไชยยันต์ ไชยยะ, และคณะ. อิทธิพลของสารกระตุ้นที่มีต่อหมูทำหน้าทีและประสิทธิภาพในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากเปลือกเมล็ดยางพารา. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ; 2552.
- [14] วราวุฒิ สงวนพิมพ์. การดูดซับฟีนอลจากสารละลายน้ำโดยใช้ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากเปลือกเมล็ดยางพารา [วิทยานิพนธ์]. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา; 2562.
- [15] ประชาสันติ ไตรยสุทธิ, และคณะ. การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดยางพาราโดยวิธีกรด-เอสเตอริฟิเคชันและต่าง-ทรานเอสเตอริฟิเคชัน. ใน: การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3. 23-25 พฤษภาคม 2550; กรุงเทพฯ. 2550. หน้า 1-6.
- [16] พัทธกร ภาเรือง. การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดยางพารา [วิทยานิพนธ์]. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2550.
- [17] วรณิ ลิ้มมัน. การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดยางพาราด้วยเครื่องปฏิกรณ์แบบไม่ใช้พลังงานความร้อน [วิทยานิพนธ์]. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2552.
- [18] ไชยยันต์ ไชยยะ. การผลิตน้ำมันชีวภาพจากเปลือกและกากเมล็ดยางพาราด้วยกระบวนการไพโรไลซิส. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ; 2554.
- [19] ศศิมล วุฒิกนกกาญจน์, และคณะ. การสังเคราะห์ไบโอดีเซลประเภทเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันเมล็ดยางพาราและน้ำมันสบู่ดำโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธุ์จากเปลือกหอยแครง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ; 2557.
- [20] อธิยา คงเซ็น. การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดยางพาราที่มีกรดไขมันอิสระสูงโดยปฏิกิริยาทรานเอสเตอริฟิเคชันที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธุ์ [วิทยานิพนธ์]. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2557.

- [21] พรทิพย์ เดชพิชัย. การศึกษาศักยภาพของเมล็ดยางพารา เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซลในเขตภาคใต้. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต; 2558.
- [22] ณรงค์ หุชัยภูมิ, นิรุติ อ่อนสูง. การศึกษาสมรรถนะและความเสียหายของชิ้นส่วนเครื่องยนต์จากเงื่อนไขการใช้งานจริงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กที่ใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลจากเมล็ดยางพารา. ใน: การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 35. 20-22 กรกฎาคม 2564; นครปฐม. 2564. หน้า 157-165.
- [23] กิตติชาติ เผ่าพงษ์ไพบูลย์, และคณะ. การพัฒนาสมบัติทางกลและทางกายภาพของถ่านอัดแท่งจากเมล็ดยางพาราโดยผสมกับกะลามะพร้าวเพื่อใช้เป็นพลังงานทางเลือก. วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม. 2566;16(1):158-167.
- [24] วรณวิไล ไกรเพชร, ภรณ์ ศรีธรรมรินทร์. การผลิตดีเซลชีวภาพจากน้ำมันเมล็ดยางพารา. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มศว. ม.ป.ป.;1(1):8-15.
- [25] จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์. เครื่องจักรกลการเกษตร เล่ม 2. คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง; 2543.
- [26] สุธะเชษฐ์ ก้อนจันทร์, นลิน เพียรทอง. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตลูกหินขัดข้าวแบบใหม่ที่ใช้วัสดุทดแทน. วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. 2551;1(1):43-53.
- [27] สุรพงศ์ บางพาน, สุขอังคณา ลี. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างลูกหินขัดข้าวที่ขึ้นรูปด้วยหินกากเพชรและหินเขี้ยวหนุมาน. วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. 2551;1(1):33-42.