เครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ด โดยไม่ผ่านกระบวนการนึ่งด้วยไอน้ำ

Oil Palm Fruit Mesocarp and Seed Centrifugal Stripping Machine without Sterilization Process

อาริษา โสภาจารย์ [1*] และ ธนะวิทย์ ทองวิเชียร [1]

Arrisa Sopajarn [1*] and Tanawit Thongwichean [1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ผลปาล์มน้ำมันร่วงมาแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดแบบไม่ผ่านกระบวนการนึ่งด้วยไอน้ำสำหรับนำเนื้อปาล์มน้ำมันเข้าสู่กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบแบบไม่ใช้ไอน้ำต่อไปซึ่งการสร้างเครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดนี้ได้ทำการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการเหวี่ยงแยกผลปาล์มน้ำมันร่วงในแนวตั้ง ซึ่งในการทดลองจะใช้ผลปาล์มน้ำมันร่วงครั้งละ 1 กิโลกรัม แล้วทำการทดลองโดยใช้มอเตอร์ขับขนาด 1 แรงม้า ที่ความเร็วรอบของเครื่องซึ่งกำหนดโดยมู่เล่ 3 ขนาด ได้แก่ 10 8 และ 6 นิ้ว ซึ่งมีขนาดความเร็วรอบเท่ากับ 418 528 และ 664 รอบต่อนาที ตามลำดับ พบว่า ที่ความเร็วรอบ 664 รอบต่อนาที สามารถแยกเนื้อปาล์มน้ำมันได้สูงที่สุดร้อยละ 65.00 และมีการแตกหักของเมล็ดน้อยที่สุดร้อยละ15.88

คำสำคัญ: เครื่องเหวี่ยงแยก, ปาล์มน้ำมัน, ผลปาล์มน้ำมันร่วง, กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม

[1] สาขาวิชาวิศวะเครื่องจักรกลเกษตร สาขาอุตสาหกรรม วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เลขที่ 414 หมู่ที่ 14 ตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา 90180

[1] Agricultural Machinery Engineering, Department of Industrial, Rattaphum College, Rajamangala University of Technology Srivijaya, 414 Moo 14, Tachamoung, Rattaphum, Songkhla 90180, Thailand.

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): am_rarrisa@hotmail.com

ABSTRACT

This research presents the design and construction of oil palm seed centrifugal stripping machine. The objective of this research is to separate the oil palm pulp (mesocarp) of oil palm falling fruit from the seed without sterilization process. The oil palm pulp was given for feeding to non-sterilization milling process. This oil palm seed centrifugal stripping machine was tried out to find the stable condition in spitting off of the oil palm pulp from the seed in vertical line. A kilogram of oil palm falling fruit was used once a time in the experiment. A machine power used was 1 horsepower motor and pulley set in 10, 8 and 6 inch, respectively. The rotational speed of 418, 528, and 664 rpm was tested to investigate the effect of performance of the centrifugal stripping machine. The result showed that, the speed of 664 rpm can separate the oil palm pulp in maximum of 65%, and 15.8% of minimum oil palm seed fracture.

Key words: centrifugal stripping machine, oil palm, oil palm falling fruit, palm oil extraction process

บทนำ

กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบแบ่งเป็น 2 แบบ คือ กระบวนการแบบเปียก (wet process) ซึ่งเป็นการใช้ไอน้ำในการนึ่ง กับกระบวนการแบบแห้ง (dryprocess) ซึ่งใช้การให้ความร้อนโดยไม่ใช้ไอน้ำ (Adeniyi *et al*., 2014; Umudee *et al*., 2013) ซึ่งในปัจจุบันกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบแบบมาตรฐานหรือแบบหีบแยกระหว่างน้ำมันจากเปลือกนอกหรือจากเนื้อปาล์มน้ำมัน (crude palm oil) กับน้ำมันเมล็ดใน (crude palm kernel oil) แบบไม่ใช้ไอน้ำเป็นกระบวนการที่ได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากเป็นกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบที่สามารถผลิตน้ำมันปาล์มดิบได้คุณภาพดีเทียบเท่ากับการสกัดน้ำมันปาล์มดิบแบบใช้ไอน้ำ ลดต้นทุนการผลิตและลดปัญหาน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการนึ่งผลปาล์มน้ำมันด้วยไอน้ำได้ ทั้งยังสามารถลดขั้นตอนการแยกน้ำออกจากน้ำมันปาล์มดิบหลังจากการหีบสกัดได้อีกด้วย

เครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดปาล์ม เป็นเครื่องจักรที่ออกแบบมาเพื่อรองรับกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบหีบแยกแบบไม่ใช้ไอน้ำจากผลปาล์มน้ำมันร่วง เพื่อให้ได้เนื้อปาล์มน้ำมันสำหรับส่งเข้าสู่กระบวนการหีบสกัดน้ำมันจากเนื้อปาล์มน้ำมัน (น้ำมันปาล์มจากเปลือกนอก) เพื่อลดปัญหาซึ่งเกิดจากกระบวนการนึ่งปาล์มด้วยไอน้ำ เช่น ปัญหาน้ำเสีย และใช้พลังงานในการต้มน้ำด้วยแรงดันสูงสำหรับนึ่งปาล์มน้ำมัน (Sarah and Taib, 2013; Umudee *et al*., 2013)

การสกัดน้ำมันแบบหีบผสม เป็นกระบวนการที่ได้รับความนิยมในกลุ่มเกษตรกรหรืออุตสาหกรรมขนาดย่อย เนื่องจากต้นทุนต่ำ แต่กระบวนการดังกล่าวผลิตน้ำมันปาล์มดิบได้คุณภาพต่ำเนื่องจากคุณสมบัติของน้ำมันปาล์มดิบจากเนื้อปาล์มน้ำมันกับเมล็ดในนั้นแตกต่างกัน การหีบแยกจึงช่วยให้ได้คุณภาพน้ำมันจากการสกัดที่มีคุณภาพสูงกว่า คือ ได้น้ำมันจากเนื้อปาล์ม

ที่มีปริมาณไขมันอิ่มตัวต่ำกว่าน้ำมันจากเมล็ดในปาล์ม แยกออกจากน้ำมันจากเมล็ดในซึ่งมีไขมันอิ่มตัวสูงไม่เหมาะกับการบริโภค แต่เหมาะสำหรับนำไปใช้อุปโภค เช่น ทำสบู่ เครื่องสำอาง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการผลิตเครื่องเหวี่ยงแยกขนาดเล็กสำหรับแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดปาล์ม เพื่อส่งเสริมการสกัดน้ำมันปาล์มดิบหีบสกัดแยกแบบไม่ใช้ไอน้ำ ให้กับกลุ่มเกษตรกรหรืออุตสาหกรรมขนาดย่อม

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เครื่องเหวี่ยงแยกแนวตั้งเป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับแยกวัสดุซึ่งเป็นของผสมสองวัฏภาคระหว่างของแข็งกับของเหลวที่มีความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะแตกต่างกัน โดยที่ของแข็งต้องไม่ละลายในของเหลว โดยเครื่องเหวี่ยงแยกจะทำหน้าที่เร่งให้ของแข็งตกตะกอนเร็วขึ้นด้วยการเคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวหนีศูนย์กลาง โดยปริมาณแรงเหวี่ยงจะมีค่ามากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับรัศมี ความเร็วของการหมุน และมวลของอนุภาค (นภดล และ ชฎิล, 2555)

สำหรับเครื่องกะเทาะเมล็ดพืชเป็นการประยุกต์นำหลักการของเครื่องเหวี่ยงแยกโดยอาศัยกระแทกแรงหนีศูนย์กลางความเร็วรอบการหมุน และชนิดของเป้ากระทบเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการแยกเปลือกหรือการกะเทาะเมล็ดพืชแต่ละชนิด (สาทิป และคณะ, 2554; Figueiredo *et al*., 2014; Gupta and Das, 1999) โดยสามารถคำนวณแรงหนีศูนย์กลางได้จากสมการที่ 1

$$F_c = ma_c \qquad (1)$$

เมื่อ F_C คือ แรงหนีศูนย์กลางที่กระทำต่อวัสดุ (kg.m/s^2 หรือ N)

m คือ มวลของวัสดุ (kg)

a_c คือ ความเร่งหนีศูนย์กลาง (m/s^2)

ปกติความเร่งหนีศูนย์กลางจะขึ้นอยู่กับรัศมี ความเร็วเชิงมุม และความเร็วเชิงเส้น ดังแสดงในสมการ

$$F_C = mr\omega^2 = \frac{mv^2}{r} \qquad (2)$$

เมื่อ F_C คือ แรงหนีศูนย์กลางที่กระทำต่อวัสดุ (kg.m/s^2 หรือ N)

r คือ รัศมีของทางเดิน (m)

ω คือ มวลของอนุภาค (kg)

ω คือ ความเร็วเชิงมุมของอนุภาค (rad/s)

F_C คือ ความเร็วเชิงเส้นสัมผัส (m/s)

ถ้าเปรียบเทียบแรงหมุนเหวี่ยงกับแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัสดุสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3 ซึ่งหากแรงหมุนเหวี่ยงสูงกว่าแรงดึงดูดของโลกจะทำให้วัสดุสามารถเคลื่อนที่ไปในทิศทางของแนวแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางและไปกระทบกับเป้าด้วยแรงกระแทกที่ต่ำหรือสูงนั้นขึ้นอยู่กับความเร็วในการหมุนและน้ำหนักของวัสดุ

$$\frac{F_c}{F_g} = \frac{0.011}{g} rN^2 \qquad (3)$$

เมื่อ F_g คือ แรงหนีศูนย์กลางที่กระทำต่อวัสดุ (kg.m/s^2 หรือ N)

F_g คือ แรงโน้มถ่วงเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัสดุ (kg.m/s^{2}หรือ N)

N คือ ความเร็วรอบ (rpm)

ณัฐกรณ์ และคณะ (2551) พัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง โดยศึกษาปัจจัยที่มีต่อสมรรถนะชุดกะเทาะเปลือกเมล็ด

ทานตะวันแบบใช้แรงเหวี่ยง ในการกะเทาะที่อัตราการป้อน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ความชื้นเมล็ดทานตะวัน 8.36 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก พบว่าควรใช้เป้ากระทบเป็นพื้นเหล็กที่ความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดที่เหมาะสม 1400 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 36.52 เปอร์เซ็นต์ โดยกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย 68.03 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดแตกเฉลี่ยรวม 31.96 เปอร์เซ็นต์

ณัฐกรณ์ (2552) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะและเปรียบเทียบชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันแบบใช้แรงเหวี่ยงด้วยเครื่องกะเทาะเมล็ดแบบแรงเหวี่ยงแกนเพลาแนวนอน พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการกะเทาะเมล็ดทานตะวันได้แก่ อัตราการป้อนเมล็ด ชนิดผนังเป้ากระทบเมล็ด ความเร็วรอบจานเหวี่ยง โดยเป้าผนังที่ใช้พื้นเหล็กเป็นวัสดุรองกระทบเมล็ดเหมาะสมที่สุด ที่สภาวะอัตราป้อนเมล็ด 125 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ด 1600 รอบต่อนาที (ความเร็วเชิงเส้น 25.13 เมตรต่อวินาที) เป็นสภาวะที่ดีที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดกะเทาะได้ 88.68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์เมล็ดกะเทาะได้เต็มเมล็ด 84.83 เปอร์เซ็นต์ รวมกับเมล็ดกะเทาะได้ที่แตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย 3.85 เปอร์เซ็นต์และส่วนที่เหลือคือเมล็ดที่แตกหักมากเฉลี่ย 11.32 เปอร์เซ็นต์

กลวัชร และคณะ (2556) ได้วิจัยและพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันพร้อมอุปกรณ์คัดแยกกากขนาดเล็กโดยใช้หลักการแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางไปกระทบกับผนังรอบแนวรัศมีของจานเหวี่ยงที่บุด้วยสายพานผ้าใบเพื่อลดการแตกของเมล็ดด้วยความเร็วเชิงเส้นประมาณ 35 เมตรต่อวินาที พบว่าได้เมล็ดทานตะวัน 3 ส่วน คือ ส่วนของเมล็ดที่ไม่กะเทาะ เมล็ดกะเทาะที่เป็นเมล็ดเต็ม และเมล็ดกะเทาะที่เป็นเมล็ดแตกผสมอยู่ร่วมกันที่อัตรากะเทาะ 60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ 67 เปอร์เซ็นต์ มีเมล็ดเต็ม 53 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดแตก 14 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดไม่กะเทาะ 32 เปอร์เซ็นต์

วุฒิพล และคณะ (2556) ได้พัฒนาเครื่องปลิดผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มซึ่งเป็นถังเหล็กทรงกระบอกมีซี่แยก และส่วนฐานหมุนด้านในจะเป็นทรงกรวยปากตัด โดยการเหวี่ยงทะลายปาล์มน้ำมันกระแทกกับซี่แยก ทำให้ผลปาล์มถูกซี่แยกปลิดออกจากทะลายร่วงหล่นลงช่องระหว่างถังกับฐานหมุน พบว่าความเร็วรอบ 85 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพในการแยกผลปาล์มออกจากทะลายได้ 93-97% สำหรับทะลายปาล์มสดที่กองทิ้งไว้ตั้งแต่ 3 วันขึ้นไป

วัสดุและอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การออกแบบเครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมัน

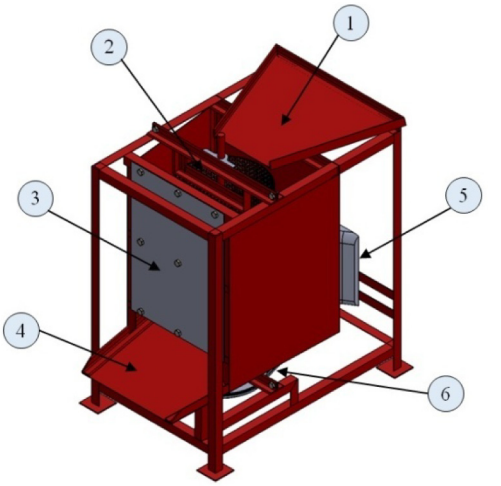
ตะแกรงเหล็กฉีก เป็นแผ่นโลหะที่ทำให้เป็นรูในลักษณะระดึง มีลักษณะเป็นรูปตาข่ายสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัดหรือรูปรังผึ้งต่อยึดกันทั้งแผ่น ตะแกรงเหล็กฉีกมีความคงทนแข็งแรงสูง รับแรงกระแทกได้ดีและไม่บิดงอเสียรูปง่าย อีกทั้งยังมีผิวเป็นสันนูนช่วยเพิ่มแรงเสียดทานได้ดี และน้ำหนักเบากว่าเหล็กแผ่นลายหรือตะแกรงเหล็กสำเร็จรูป

เครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อออกจากเมล็ดปาล์มน้ำมันแนวตั้ง ซึ่งออกแบบโดยใช้ตะแกรงเหล็กฉีกเบอร์ SX-53 ขนาดรูตะแกรง 25×61 มิลลิเมตร ทำเป็นตะแกรง 2 ชั้น ซึ่งเป็นหัวใจหลักของเครื่องแยก โดยตะแกรงเหล็กฉีกชั้นนอกเป็นทรงกระบอก ส่วนชั้นในมีลักษณะเป็นทรงกรวยคว่ำปลายตัดเพื่อกำหนดรัศมีการเหวี่ยงแยกที่ตำแหน่ง

ทางเข้าของผลปาล์มน้ำมันด้านบนให้น้อยกว่ารัศมีที่ตำแหน่งทางออกของผลปาล์มน้ำมันด้านล่างของเครื่องเหวี่ยงแยก ซึ่งในการแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดใช้หลักการเหวี่ยงแยกโดยอาศัยแรงหนีศูนย์กลางที่กระทำต่อวัสดุให้เหวี่ยงไปสัมผัสกับตะแกรงเหล็กฉีกเพื่อทำให้เนื้อปาล์มน้ำมันฉีกขาดหลุดจากเมล็ดและตกลงสู่ด้านล่างตามแรงโน้มถ่วง

ส่วนประกอบหลักของเครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อออกจากเมล็ดปาล์มน้ำมันแสดงดังภาพที่ 1 ได้แก่ ถาดส่งผลปาล์มน้ำมันเข้าสู่ตะแกรงแยก (1) ตะแกรงแยกเนื้อกับเมล็ดปาล์มน้ำมันซึ่งมีสองชั้น (2) ผนังเครื่องเหวี่ยงแยก (3) ถาดรับเนื้อและเมล็ดปาล์มน้ำมันหลังแยก (4) มอเตอร์ 1 แรงม้า (5) สายพาน (6)

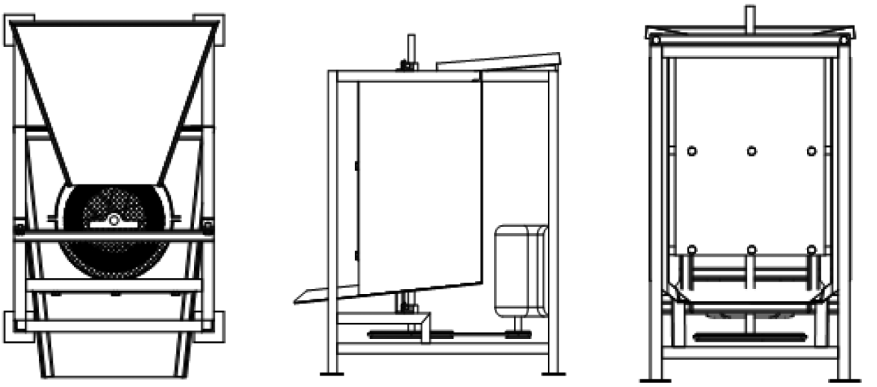
นำเครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดปาล์มซึ่งออกแบบและสร้างขึ้นมาทำการทดสอบประสิทธิภาพการแยกเนื้อปาล์มน้ำมันกับเมล็ดปาล์ม ซึ่งในการกำหนดความเร็วรอบในการทดลอง 3 ความเร็วรอบ โดยใช้มู่เล่ 3 ขนาดได้แก่ 10 8 และ 6 นิ้ว มาหาความเร็วรอบด้วยเครื่องมือวัดความเร็วรอบ (tachometer) จากนั้นนำผลปาล์มน้ำมันร่วงแบบคละขนาดมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งครั้งละ 1 กิโลกรัม แล้วนำไปทดลองโดยใช้เครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดปาล์มที่ออกแบบด้วยความเร็วรอบที่กำหนดทั้ง 3 ความเร็วรอบ และจับเวลาตั้งแต่เริ่มใส่ผลปาล์มลงไปในเครื่องจนแยกเนื้อปาล์มน้ำมันกับเมล็ดปาล์มจนเสร็จ (เนื้อปาล์มน้ำมันและเมล็ดทั้งหมดจะตกลงมาที่ทางออก) โดยการเก็บผลการทดลองโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง แต่ละความเร็วรอบจะเก็บผลทั้งหมด 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การแยกของเนื้อปาล์มน้ำมันกับเมล็ดปาล์มโดยคำนวณเปรียบเทียบกับน้ำหนักเริ่มต้นของผลปาล์มน้ำมันร่วง และหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเมล็ดปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบกับน้ำหนักของเมล็ดปาล์มรวมที่แยกได้แล้วนำผลเฉลี่ยมาพล็อตกราฟ



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ด

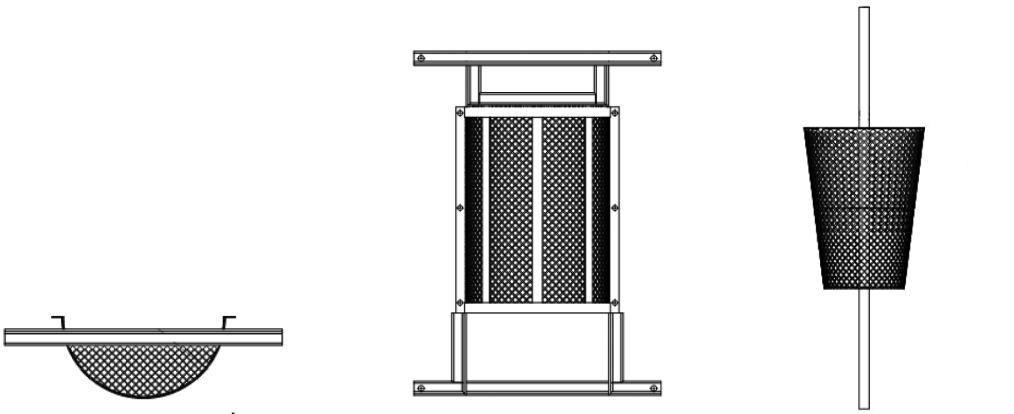
ผลการทดลอง

จากผลการทดลองหาความเร็วรอบของเครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดปาล์ม โดยใช้มู่เล่ 3 ขนาด ได้แก่ 10 8 และ 6 นิ้ว พบว่ามู่เล่แต่ละขนาดมีความเร็วรอบเท่ากับ 418 528 และ 664 รอบต่อนาที และเมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดปาล์ม พบว่าสามารถแยกเนื้อปาล์มน้ำมันกับเมล็ดปาล์มออกจากกันได้ทั้งสามความเร็วรอบซึ่งแต่ละความเร็วรอบจะมีประสิทธิภาพในการแยกแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาจากเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ยังมีเนื้อติดอยู่และความสมบูรณ์ของเมล็ดปาล์มน้ำมันหลังจากทำการแยกเนื้อ



(ก) ภาพฉายจากด้านบน (ข) ภาพฉายจากด้านข้าง (ค) ภาพฉายจากด้านหลัง

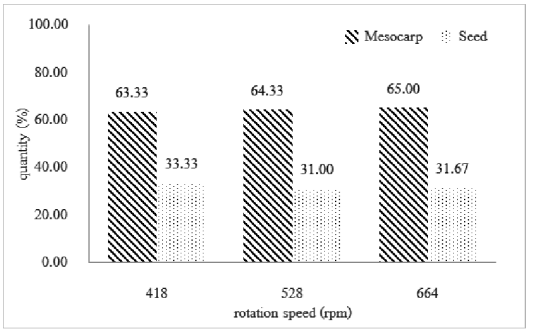
ภาพที่ 2 โครงสร้างภายนอกเครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ด



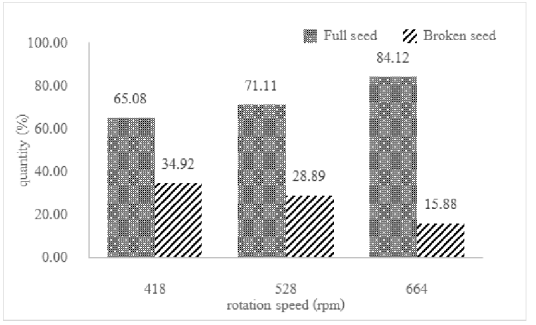
(ก) ภาพฉายตะแกรงนอกครึ่งซีกด้านบน (ข) ภาพฉายตะแกรงนอกด้านข้าง (ค) ภาพฉายตะแกรงในด้านข้าง

ภาพที่ 3 ภาพโครงสร้างภายในเครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ด

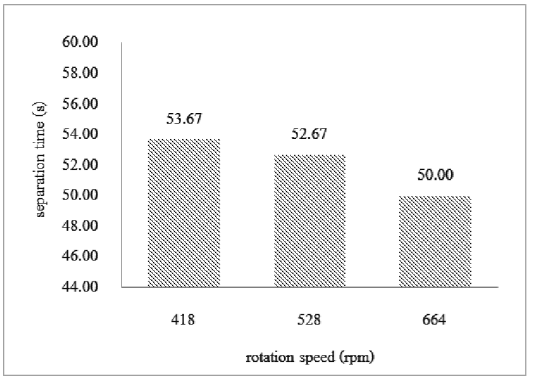
ผลการทดลองแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดด้วยเครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดปาล์ม ด้วยความเร็วรอบต่าง ๆ ที่กำหนดได้แก่ 418 528 และ 664 รอบต่อนาที พบว่าที่ความเร็วรอบ 664 รอบต่อนาที สามารถแยกเนื้อปาล์มน้ำมันได้สูงที่สุดเท่ากับ 65.00 เปอร์เซ็นต์ และมีการแตกหักของเมล็ดน้อยที่สุดเท่ากับ 15.88 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ความเร็วรอบเท่ากับ 528 และ 418 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์การแยกเนื้อปาล์มน้ำมันได้เท่ากับ 64.33 และ 63.33 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเมล็ดเท่ากับ 28.89 และ 34.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยในการแยกเนื้อปาล์มน้ำมันกับเมล็ดในแต่ละครั้งจะมีการสูญเสียน้ำหนักไปบางส่วนเนื่องจากจะมีเนื้อปาล์มน้ำมันติดอยู่กับตะแกรงแยก ซึ่งน้ำหนักที่สูญเสียคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยประมาณ 3-4 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักเริ่มต้น และเมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการแยกพบว่ามีความแตกต่างกันไม่มากโดยที่ความเร็วรอบ 418 528 และ 664 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการแยกเนื้อออกจากเมล็ดปาล์มน้ำมันน้ำหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 53.67 52.67 และ 50.00 วินาที ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองได้แสดงดังภาพที่ 4-7 จากสมการ



ภาพที่ 4 กราฟแสดงผลการแยกเนื้อปาล์มน้ำมัน (mesocarp) และเมล็ดปาล์ม (seed)



ภาพที่ 5 กราฟแสดงผลเมล็ดสมบูรณ์ (full seed) และเมล็ดแตก (broken seed) จากการแยกเนื้อกับเมล็ดปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 6 ระยะเวลาในการแยกต่อความเร็วรอบที่ใช้ในการแยกเนื้อปาล์มน้ำมันปริมาณ 1 กิโลกรัม

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 7 ลักษณะของเนื้อและเมล็ดปาล์มน้ำมันหลัง แยกด้วยเครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อออกจากเมล็ด (ก) เนื้อ (ข) เมล็ดสมบูรณ์ และ (ค) เมล็ดไม่สมบูรณ์

สรุปผลการทดลอง

เครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดสามารถแยกเนื้อปาล์มน้ำมันสดได้ดีโดยที่มีการแตกหักของเมล็ดน้อย แต่ยังคงมีเนื้อปาล์มน้ำมันบางส่วนที่ยังติดอยู่กับเมล็ดหลังจากแยกเสร็จ เมื่อทดสอบโดยใช้มู่เล่ 3 ขนาด ซึ่งมีความเร็วรอบเท่ากับ 418 528 และ 664 รอบต่อนาที พบว่าที่ความเร็วรอบ 664 รอบต่อนาที สามารถแยกเนื้อปาล์มน้ำมันได้สูงที่สุดเท่ากับ 65.00 เปอร์เซ็นต์ และมีการแตกหักของเมล็ดน้อยที่สุดเท่ากับ 15.88 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบราคาเครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดที่ออกแบบพบว่ามีขนาดค่อนข้างกะทัดรัดและราคาถูกกว่าท้องตลาดประมาณครึ่งหนึ่งของราคาเครื่องแยกที่มีขนาดเดียวกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์พิชิต แก้วแจ้ง สำหรับการให้คำแนะนำในการพัฒนา ปรับปรุง และสร้างเครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อออกจากเมล็ดปาล์มน้ำมันจนสำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัย นายปิยนันท์ สุวรรณรัตน์ นายธนาวุฒิ เบ็ญลาเต๊ะ และนายสันติ จิตตะปาโร

เอกสารอ้างอิง

กลวัชร ทิมินกุล, วุฒิพล จันสระคู, นิทัศน์ ตั้งพินิจกุล, พิมล วุฒิสินธ์, อนุชิต ฉ่ำสิงห์ และ นันทวรรณ สโรบล. 2556. วิจัยและพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันพร้อมอุปกรณ์คัดแยกกาก, น. 314-320. *ใน* **ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6.** สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย และกรมส่งเสริมการเกษตร, ประจวบคีรีขันธ์.

ณัฐกรณ์ ชื่นขำ. 2552. การพัฒนาและเปรียบเทียบเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐกรณ์ ชื่นขำ, ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์ และ อนุพันธ์ เทิดวงศ์วรกุล. 2551. การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง, น. 323-333. *ใน* **การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 5.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

นภดล สิโนทก และ ชฎิล ศรีรัตนโยธิน. 2555. การศึกษาและวิเคราะห์ค่าปัจจัยที่เหมาะสมในการกรองน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วุฒิพล จันทร์สระคู, ธนกฤต โยธาทูล, ประยูร จันทองอ่อน, กลวัชร ทิมินกุล และ พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์. 2556. การทดสอบและพัฒนาเครื่องปลิดผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, น. 284-288. *ใน* **ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6.** สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, ประจวบคีรีขันธ์.

สาทิป รัตนภาสกร, นวภัทรา หนูนาค และ อำนาจ คูตะคุ. 2554. ศึกษาการกะเทาะเปลือกเมล็ดมะรุมโดยใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์, น. 667-672. *ใน* **การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 12.** สมาคม

วิศวกรรมเกษตร และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, ชลบุรี.

Adeniyi, O.R., Ogunsola, G.O. and Oluwusi, D. 2014. Methods of Palm Oil Processing in Ogun state, Nigeria: A Resource Use Efficiency Assessment. **American International Journal of Contemporary Research** 4(8): 173-179.

Figueiredo, A.K.d., Rodríguez, L.M., Riccobene, I.C. and Nolasco, S.M. 2014. Analysis of the Performance of a Dehulling System for Confectionary Sunflower Seeds. **Food and Nutrition Sciences** 5: 541-548.

Gupta, R.K. and Das, S.K. 1999. Performance of centrifugal dehulling system for sunflower seeds. **Journal of Food Engineering** 42: 191-198.

Sarah, M. and Taib, M.R. 2013. Microwave Sterilization of Oil Palm Fruits: Effect of Power, Temperature and D-value on Oil Quality. **Journal of Medical and Bioengineering** 2(3): 153-156.

Umudee, I., Chongcheawchamnan, M., Kiatweerasakul, M. and Tongurai, C. 2013. Sterilization of Oil Palm Fresh Fruit Using Microwave Technique. **International Journal of Chemical Engineering and Applications** 4(3): 111-113.