รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม
Design and construction of machine to separate palm mesocarp from palm nut

นักวิจัย

ดร. นงเยาว์ เมืองดี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก ทุนดรุณาจารย์ (เงินรายได้มหาวิทยาลัย)
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ประจำปีงบประมาณ 2555 รหัสโครงการ S&T550366S

ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย) การออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม

(ภาษาอังกฤษ) Design and construction of machine to separate palm mesocarp from palm nut

คณะผู้ดำเนินการวิจัย

ชื่อ นามสกุล นงเยาว์ เมืองดี

คุณวุฒิ ดร.

สถานที่ทำงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

โทรศัพท์ 086-6877451

หน้าที่หรือความรับผิดชอบในโครงการ หัวหน้าโครงการ

เวลาที่ใช้ในโครงการวิจัย 2 ปี

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	5
บทคัดย่อ	6
บทที่ 1 บทนำ	8
วัตถุประสงค์	9
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	10
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	27
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	29
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	41
เอกสารอ้างอิง	44
ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป	46
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ผลงานที่ได้รับการจดอนุสิทธิบัตร	48
ภาคผนวก ข. บทความวิจัยที่นำเสนอในที่ประชุมวิชาการนานาชาติ	50

รายการตาราง

ตารางที่ 2.1 ลักษณะพันธุ์ปาล์มน้ำมัน 11
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม 36
ตารางที่ 4.2 ผลการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มที่ใช้หน้าจานแบบที่ 3 38
ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์ม 39
ตารางที่ 4.4 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ 39

รายการภาพประกอบ

รูปที่ 2.1 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม โรงงานสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน 12
รูปที่ 2.2 แผนภาพแสดงกระบวนการขนาดเล็กที่ไม่ใช้ไอน้ำแต่บีบน้ำมันรวม 13
รูปที่ 2.3 แผนภูมิการนำปาล์มน้ำมันไปใช้ประโยชน์ 14
รูปที่ 2.4 แผนภูมิแสดงกระบวนสกัดน้ำมันปาล์มแบบไม่ใช้ไอน้ำ (กำลังการผลิต 1 ตันผลปาล์มร่วง/ชม.) 16
รูปที่ 2.5 เครื่องปั่นแยกเนื้อออกจากเมล็ดปาล์ม 17
รูปที่ 2.6 ลักษณะการทำงานของเครื่องจักร 18
รูปที่ 2.7 การจัดวางและติดตั้งเครื่องจักรบนตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 40 ฟุต 19
รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มน้ำมัน 20
รูปที่ 2.9 เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มน้ำมัน ขณะใช้งาน 20
รูปที่ 2.10 ทะลายที่เหลือแต่ซังขณะกำลังถูกเหวี่ยงออกทางประตูทางออกซังปาล์ม 21
รูปที่ 2.11 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม 22
รูปที่ 2.12 เครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากกากปาล์ม 23
รูปที่ 2.13 แบบเครื่องแยกผลปาล์มจากทะลายปาล์มน้ำมัน 24
รูปที่ 2.14 เครื่องแยกผลปาล์มจากทะลายปาล์มน้ำมัน 24
รูปที่ 2.15 แบบเครื่องคัดแยกกากปาล์ม 25
รูปที่ 3.1 แบบเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม 27
รูปที่ 4.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม 31
รูปที่ 4.2 ภาพด้านข้างของเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม 32
รูปที่ 4.3 ลักษณะของถังครอบ 33
รูปที่ 4.4 ลักษณะหน้าจานสำหรับครูดเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม 33
รูปที่ 4.5 ลักษณะหน้าจานแบบต่าง ๆ 34
รูปที่ 4.6 ผลการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้หน้าจานแบบที่ 1 35
รูปที่ 4.7 ผลการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้หน้าจานแบบที่ 2 35
รูปที่ 4.8 ผลการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้หน้าจานแบบที่ 3 36
รูปที่ 4.9 เนื้อผลปาล์มและเมล็ดปาล์มที่ได้จากการแยกโดยเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ที่ใช้ หน้าจานแบบที่ 3 37
รูปที่ 5.1 ลักษณะภายนอกของเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม 42
รูปที่ 5.2 ลักษณะภายในของเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม 43

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สัญญาเลขที่ S&T550366S ผู้วิจัยขอขอบคุณ กองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และศูนย์เครื่องมือกลางที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือและยืมอุปกรณ์ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณทุกๆ คนในครอบครัวที่คอยช่วยเหลือ และให้กำลังใจ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นงเยาว์ เมืองดี
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

น้ำมันปาล์มอุดมไปด้วยแคโรทีนอยด์ และมีส่วนประกอบหลักเป็นกรดไขมันอิ่มตัว สามารถผลิตได้ในปริมาณมากและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ จึงมีการเพาะปลูกกันอย่างกว้างขวางในประเทศเขตร้อนชื้นในช่วงละติจูด 10 องศา ผลปาล์มน้ำมันมีน้ำหนักตั้งแต่ 6 ถึง 20 กรัม ประกอบด้วยเปลือกชั้นนอก (exocape) เปลือกชั้นกลาง (mesocarp) ซึ่งเป็นส่วนที่มีน้ำมันสูง เมล็ดปาล์มประกอบด้วยกะลา (endocarp, shell) และเมล็ดในปาล์ม (kernel หรือ endosperm) ซึ่งบรรจุน้ำมันเช่นกัน แต่น้ำมันเมล็ดในปาล์มมีคุณสมบัติไม่เหมือนกับน้ำมันปาล์มแต่มีคุณสมบัติคล้ายกับน้ำมันมะพร้าว (Poku, 2002) ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีเทคโนโลยีขนาดเล็กสำหรับเกษตรกรในการแยกเนื้อปาล์มออกจากผลปาล์ม งานวิจัยนี้มีจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยปาล์ม เกษตรกรรายย่อย และสำหรับอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มชุมชน เพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพน้ำมันที่สูงขึ้น เครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มประกอบด้วย 4 ส่วนคือ ส่วนต้นกำลัง ส่วนป้อนเข้า ส่วนบด และส่วนนำออก ส่วนสำคัญคือส่วนของหน้าจานสำหรับบดปาล์มซึ่งเป็นส่วนหลักของรายงานวิจัยนี้ หน้าจานมี 3 แบบ คือ (1) หน้าจานที่เจาะเป็นรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตรทั่วทั้งหน้าจาน และมีแท่งเหล็กรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเล็ก ๆ ด้านบนหน้าจาน (2) หน้าจานที่เจาะเป็นรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตรทั่วทั้งหน้าจาน (3) หน้าจานที่เจาะเป็นรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตรทั่วทั้งหน้าจาน และมีรอยเชื่อมเล็ก ๆ ด้านบนหน้าจาน ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม พบว่าการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้หน้าจานแบบที่ 3 ให้ผลการทดลองเป็นที่น่าพึงพอใจมากที่สุด โดยสามารถแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มได้จนเกลี้ยง

คำหลัก: เนื้อผลปาล์ม, การแยก, การสกัดน้ำมันปาล์ม

Abstract

Palm oil is rich in carotenoids and the major component of its glycerides is the saturated fatty acid palmitic. Because of its economic importance as high-yielding source of edible and technical oils, the oil palm is now grown as a plantation crop in most countries with high rainfall in tropical climates within 10 degrees of the equator. The individual fruit ranging from 6 to 20 gm, are made up of an outer skin (the exocape), a pulp (mesocarp) containing the palm oil in a fibrous matrix; a central nut consisting of a shell (endocarp); and the kernel, which itself contains an oil, quite different to palm oil, resembling coconut oil (Poku, 2002). Nowadays in Thailand there is no small-scale suitable machine for farmers to separate palm mesocarp from palm nut. This research aims to develop a machine to separate palm fruit mesocarp to yield palm oil of better quality. The machine has four units, namely a mechanical power unit, feed unit, mesocarp milling unit, and discharge unit. The vital part is the mesocarp milling disc, which is the main report of this paper. There are three types of discs according to the surface typography under this study: 1) a disk with small holes and rectangular steel bars on the disk surface; 2) a disk with small holes, each with 1.2 centimeter diameter; 3) a disk with small holes and small steel items on the disk surface. It was found that the highest yield was obtained from the disk with small steel items and can separate mesocarp cleanly from the palm nut.

Keywords: palm mesocarp, separation, palm oil milling

บทที่ 1

บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย สามารถทำรายได้ให้กับประเทศเป็นมูลค่ามหาศาล ถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีบทบาทสำคัญสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นในประเทศ เช่น มะพร้าว ถั่วเหลือง และทานตะวัน เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันที่มีส่วนแบ่งการตลาดในประเทศสูงสุด และมีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมน้ำมันพืชไทย โดยก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำมันพืชเป็นวัตถุดิบ ด้วยเหตุดังกล่าวจึงทำให้ความต้องการน้ำมันปาล์มในการบริโภคเพิ่มขึ้นทุกปี ดังจะเห็นได้จากพื้นที่ปลูกที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีการขยายพื้นที่ปลูกอย่างต่อเนื่อง แหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญได้แก่ ทางภาคใต้ของประเทศคือจังหวัดกระบี่ปลูกมากที่สุดของประเทศ รองลงมาคือสุราษฎร์ธานี และชุมพร ตามลำดับ ส่วนในภาคกลางแหล่งผลิตที่สำคัญคือจังหวัดชลบุรีและประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่กรมวิชาการเกษตรรับรองพันธุ์เป็นพันธุ์แนะนำคือพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2 และ 3 เนื่องจาก มีการขยายพื้นที่ปลูกอย่างรวดเร็วเพื่อตอบสนองความต้องการในการบริโภคที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งรัฐบาลได้มีนโยบายขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน เพื่อใช้เป็นพืชทดแทนพลังงาน ในช่วงที่มีปัญหาเรื่องราคาน้ำมันเชื้อเพลิงแพงทำให้น้ำมันปาล์มเป็นทางเลือกหนึ่งที่ใช้ผลิตไบโอดีเซลเพื่อทดแทนพลังงานที่ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ (พรรณนีย์, 2548) ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีศักยภาพในการแข่งขันสูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่นทั้งด้านการผลิตและการตลาด เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตและราคาต่ำกว่าพืชชนิดอื่น ดังนั้นส่วนแบ่งการผลิตน้ำมันปาล์มต่อน้ำมันพืชโลก จึงมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว คาดว่าน้ำมันปาล์มจะมีส่วนแบ่งการผลิตน้ำมันพืชโลกเป็นร้อยละ 31.24 ในปี 2559-2563 โดยมีประเทศในกลุ่มสมาชิกอาเซียนเป็นผู้ผลิตสำคัญคือมาเลเซียและอินโดนีเซีย (ศิริวรรณ และสุดารัตน์, 2547) และเนื่องจากในปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากผลปาล์มในปริมาณที่มากขึ้นในรูปของน้ำมันปาล์มโดยสกัดมาจากผลปาล์ม ซึ่งปาล์มเป็นพืชน้ำมันที่ให้ปริมาณน้ำมันสูงถึง 0.6 – 0.8 ตัน/ไร่/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น (บุษบา ล้อประเสริฐ, 2548) ปี 2557 ความต้องการใช้น้ำมันปาล์มของไทยเพื่อผลิตไบโอดีเซล 833,542 ตัน เพิ่มขึ้นจาก 772,043 ตันในปี 2556 ร้อยละ 7.39 เนื่องจากกระทรวงพลังงานประกาศเพิ่มสัดส่วนการใช้ไบโอดีเซลเป็น B7 ตั้งแต่วันที่ 14 พฤษภาคม 2557 เป็นต้นมาโดยภาพรวมการใช้น้ำมันปาล์มเพื่อการบริโภคและการผลิตไบโอดีเซลปี 2557 เท่ากับ 1,769,587 ตัน เพิ่มขึ้นจาก 1,729,930 ตัน ในปี 2556 ร้อยละ 2.24 (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มจากทะลายปาล์ม จะเริ่มจากการนำทะลายสด (FFB: Fresh Fruit Bunch) เข้าในหม้อนึ่ง ทำการอบที่อุณหภูมิ 130 - 135°C ความดัน 2.5 - 3 บาร์ นาน 50 - 75 นาที การอบทะลายจะช่วยหยุดปฏิกิริยาไลโปไลซีส ที่ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์ม และช่วยให้ผลปาล์มอ่อนนุ่มหลุดจากขั้วผลได้ง่าย (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันจังหวัดสุราษฎร์ธานี, มปป.) ผลปาล์มที่แยกออกจากทะลายแล้วจะถูกแยกน้ำมันออก น้ำมันที่ได้จะทำความสะอาดเพื่อแยกสิ่งสกปรกที่เจือปนในน้ำมัน (สลัดจ์) ซึ่งมีประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ทำให้ได้น้ำมันเปลือกผลปาล์มที่สะอาดประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักทะลายสด ส่วนเมล็ดในและเปลือกของผลปาล์มซึ่งแยกน้ำมันจากเปลือกแล้วจะถูกแยกเปลือกผลปาล์มออก ซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 13.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักทะลายสด ส่วนเมล็ดปาล์มจะถูกกะเทาะแยกเป็นกะลา (0.55 เปอร์เซ็นต์) และเมล็ดใน (0.5 เปอร์เซ็นต์) (ธีระพงศ์ จันทรนิยม, 2551)

โรงงานน้ำมันปาล์มชุมชนส่วนใหญ่มีกำลังการผลิตค่อนข้างต่ำ ไม่มีงบประมาณเพียงพอที่จะซื้อเครื่องบีบน้ำมันปาล์มเทคโนโลยีสูงที่สามารถทำการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มก่อนการบีบน้ำมันได้ จึงต้องใช้กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มแบบบีบน้ำมันผสม น้ำมันที่สกัดได้เป็นน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันปาล์มจากเปลือกและน้ำมันเมล็ดในปาล์ม ซึ่งเป็นน้ำมันเกรดต่ำ ดังนั้นเพื่อให้โรงงานน้ำมันปาล์มชุมชนสามารถผลิตน้ำมันเกรด A ได้ จึงจำเป็นต้องคิดค้นเทคโนโลยีในการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ที่ใช้ต้นทุนต่ำ งานวิจัยนี้มีจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มราคาถูกสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยปาล์ม เกษตรกรรายย่อย และอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มชุมชน ที่สามารถแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มได้ โดยผ่านหรือไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนก็ได้ ซึ่งจะสามารถนำเนื้อผลปาล์มที่ได้จากการคัดแยกด้วยวิธีนี้ไปทำการบีบเย็น และยังทำให้ขั้นตอนการสกัดน้ำมันปาล์มมีความรวดเร็วมากขึ้น ช่วยให้เกษตรกรรายย่อยมีอาชีพเสริมที่สามารถยกระดับฐานะของครอบครัวให้สูงขึ้นได้

วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยปาล์ม เกษตรกรรายย่อย และสำหรับอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มชุมชน ซึ่งเป็นการคิดค้นเครื่องมือเพื่อเชื่อมต่อกับกระบวนการผลิตทั้งแบบใช้ไอน้ำ และไม่ใช้ไอน้ำที่มีอยู่แล้ว และเพื่อเป็นจุดเริ่มในการต่อยอดไปสู่กระบวนการบีบเย็น โดยจะออกแบบให้เครื่องมีขีดความสามารถในการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มได้ในปริมาณไม่ต่ำกว่า 0.2 กิโลกรัมปาล์มดิบต่อนาที

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง ซึ่งเหมาะสมกับสภาพอากาศร้อนชื้น จัดอยู่บริเวณใกล้เคียงกับเส้นศูนย์สูตร ดังนั้นปาล์มน้ำมันจึงเจริญเติบโตได้ดีในภาคใต้ของประเทศไทยบริเวณพื้นที่ปลูกมากที่สุด คือจังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูลและตรัง ปาล์มที่มีอายุเต็มที่แล้วสามารถจะให้ผลประมาณ 1,600 ผลต่อทะลาย ผลปาล์มเป็นแบบ drupe ประกอบด้วยเปลือกชั้นนอก (exocarp) อยู่ด้านนอกสุด ผิวเป็นมันและแข็ง ส่วนที่อยู่ถัดไปเป็นเปลือกชั้นกลางหรือกาบ (mesocarp) เป็นเส้นใย เป็นส่วนทีมีน้ำมันสูง นำไปสกัดเป็นน้ำมันปาล์ม (palm oil) เปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นกลางเป็นส่วนที่มีน้ำมันอยู่ทั้งสองส่วน เรียกรวมกันว่า pericarp และมีชั้นในสุดเป็นกะลา (endocarp, shell) เป็นเปลือกแข็งสีดำ ถัดจากนี้ไปก็เป็นส่วนของเมล็ดซึ่งประกอบด้วยเมล็ดใน (kernel หรือ endosperm) ซึ่งมีน้ำมันอยู่เช่นกัน และส่วนของคัพภะ (embryo) พบส่วนของคัพภะบริเวณตาของผล (germ pore) ผลและเมล็ดเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุดเพราะเป็นส่วนที่จะให้น้ำมัน เมื่อสกัดน้ำมันจาก mesocarp ออกไป จะเหลือส่วนกะลาห่อหุ้มเมล็ดอยู่ ส่งไปขายหรือสกัดที่โรงงานต่อไป เพื่อสกัดเอาน้ำมันปาล์มจากเมล็ดใน (palm kernel oil) (กรมวิชาการเกษตร, 2547) น้ำมันปาล์มอุดมไปด้วยแคโรทีนอยด์ และมีส่วนประกอบหลักเป็นกรดไขมันอิ่มตัว สามารถผลิตได้ในปริมาณมากและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ จึงมีการเพาะปลูกกันอย่างกว้างขวางในประเทศเขตร้อนชื้น ในระหว่างเส้นละติจูดที่ 10 องศาเหนือ และเส้นละติจูดที่ 10 องศาใต้ ผลปาล์มน้ำมันมีน้ำหนักตั้งแต่ 6 ถึง 20 กรัม ประกอบด้วยเปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นกลาง ซึ่งเป็นส่วนทีมีน้ำมันสูง เมล็ดปาล์มประกอบด้วยกะลาและเมล็ดในปาล์ม ซึ่งบรรจุน้ำมันเช่นกัน แต่น้ำมันเมล็ดในปาล์มมีคุณสมบัติไม่เหมือนกับน้ำมันปาล์มแต่มีคุณสมบัติคล้ายกับน้ำมันมะพร้าว (Poku, 2002)

พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ ดูรา เทเนอรา และฟิสิเฟอรา การจำแนกชนิดของปาล์มน้ำมันทั้งสามชนิดสามารถสังเกตได้จากการปรากฏของเส้นใยสีน้ำตาลและลักษณะความหนากะลาของเมล็ดปาล์ม กล่าวคือ ปาล์มน้ำมันชนิดดูราไม่มีเส้นใยสีน้ำตาลปรากฏ ซึ่งแตกต่างกับปาล์มน้ำมันชนิดเทเนอราและ ฟิสิเฟอรา ที่มีเส้นใยสีน้ำตาลปรากฏในส่วนของเนื้อชั้นนอกของผล ดังนั้นในการจำแนกปาล์มน้ำมันชนิดเทเนอราและฟิสิเฟอราออกจากกันจำเป็นต้องสังเกตจากลักษณะความหนากะลาของเมล็ด (ธีระ, 2544) พันธุ์ดูรา (Dura) เป็นพันธุ์ที่มีกะลาหนาประมาณ 2-8 มิลลิเมตร มีชั้นเปลือกนอก (mesocarp) ที่ให้น้ำมัน ประมาณ 35-60% ของน้ำหนักผลปาล์ม พันธุ์ดูราที่มีกะลาหนามาก ๆ เรียกว่ามาโครคายา (macrocarya) คือกะลาหนาประมาณ 6-8 มิลลิเมตร พันธุ์ดูรานี้พบมากแถบตะวันออกไกล เช่น พันธุ์เดลีดูรา (Deli Dura) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง ปัจจุบันพันธุ์ดูรา มักใช้เป็นต้นแม่สำหรับปรับปรุงพันธุ์เพื่อผลิตลูกผสมเป็นการค้า พันธุ์ฟิสิเฟอรา (Pisifera) เป็นพันธุ์ที่มีกะลาบางมาก หรือบางครั้งไม่มีกะลาเมล็ดในเล็ก ขนาดผลเล็ก ช่อดอกตัวเมียมักเป็นหมัน ผลผลิตทะลายต่อต้นต่ำ ไม่เหมาะที่จะปลูกเป็นการค้า นิยมใช้พันธุ์ฟิสิเฟอราเป็นต้นพ่อสำหรับผลิตพันธุ์ลูกผสม พันธุ์เทเนอรา (Tenera) เป็นลูกผสมระหว่างพันธุ์แม่ดูราและพันธุ์พ่อฟิสิเฟอรา เป็นพันธุ์ที่มีกะลาบางประมาณ 0.5-4 มิลลิเมตร มีปริมาณของ mesocarp 60-90% ของน้ำหนักผล ผลผลิตทะลายสูง จึงนิยมปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน (กรมวิชาการเกษตร, 2547) องค์ประกอบของทะลายปาล์มโดยเฉลี่ยของ พันธุ์เทเนอร่า ดูร่า และฟิสิเฟอรา แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ลักษณะพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

ลักษณะ	ดูรา	เทเนอรา	ฟิสิเฟอรา
1. ความหนากะลา (มิลลิเมตร)	2-8	0.5-4	บางมาก
2. เส้นใยรอบกะลา	ไม่มี	มี	มี
3. ผล/ทะลาย (%)	60	60	มักเป็นหมัน
4. เปลือกนอก/ผล (%)	60-65	60-90	92-97
5. กะลา/ผล (%)	25-30	8-15	บางมาก
6. เนื้อใน/ผล (%)	4-20	3-28	3-8
7. น้ำมัน/เปลือกนอก (%)	50	50	30
8. น้ำมัน/ทะลาย	18-19.5	22.5-25.5	25-30

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2547)

หลังการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมัน จะมีการขนส่งผลผลิตเข้าสู่โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งมีกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม (mill processing) 2 แบบ คือ แบบมาตรฐาน (บีบน้ำมันแยก) และแบบบีบน้ำมันผสม โดยโรงงานแบบมาตรฐานเป็นโรงงานที่มีกำลังการผลิตสูง ประมาณ 30 - 80 ตันทะลายปาล์มสด/ชั่วโมง และน้ำมันที่ได้จัดเป็นน้ำมันเกรดเอ เนื่องจากมีการแยกชนิดของน้ำมันปาล์ม สำหรับโรงงานแบบบีบน้ำมันผสมเป็นโรงงานที่มีกำลังการผลิตค่อนข้างต่ำ และน้ำมันที่สกัดได้เป็นน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันปาล์มจากเปลือก และน้ำมันเมล็ดในปาล์ม (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, มปป.)

กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มแบบใช้ไอน้ำ โรงงานสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน แสดงดัง รูปที่ 2.1 กระบวนการผลิตจะมี 4 ขั้นตอน คือ

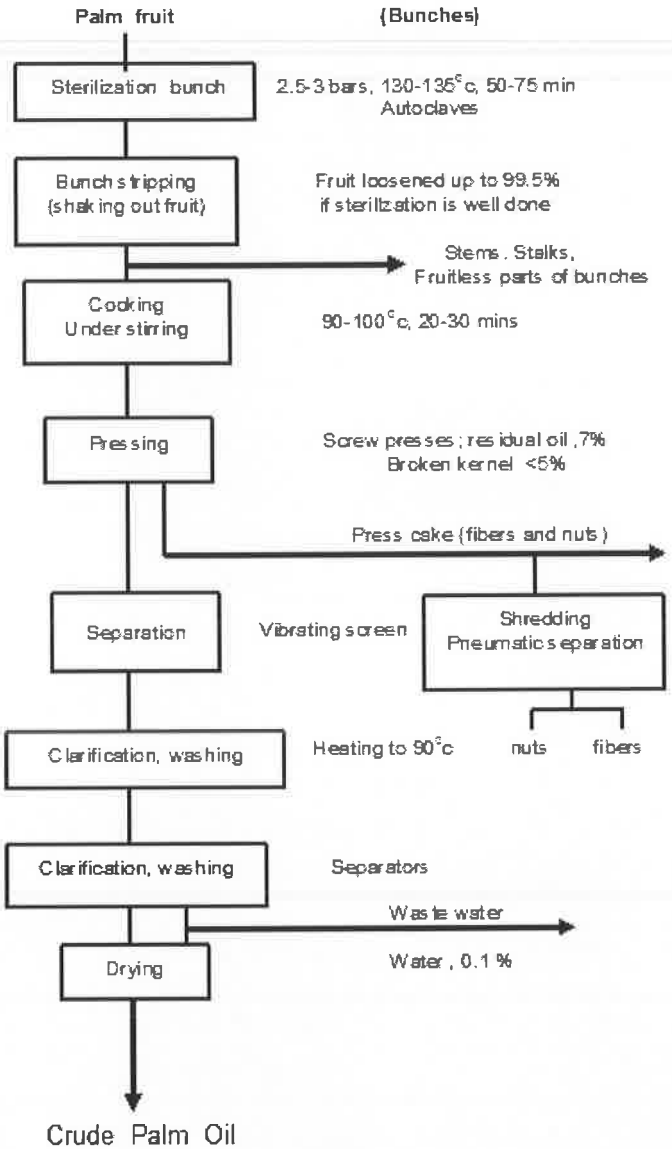
1. การอบทะลายด้วยไอน้ำ (sterilization) อบที่อุณหภูมิ 130 - 135°C ความดัน 2.5 - 3 bars นาน 50 - 75 นาที การอบทะลายจะช่วยหยุดปฏิกิริยาไลโปไลซีส ที่ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์ม และช่วยให้ผลปาล์มอ่อนนุ่มหลุดจากขั้วผลได้ง่าย

2. การแยกผล (stripping) เป็นการส่งทะลายเข้าเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลาย สำหรับทะลายเปล่าจะถูกแยกออกไป จากนั้นนำผลปาล์มไปย่อยด้วยเครื่องย่อยผลปาล์ม เพื่อให้ส่วนเปลือกแยกออกจากเมล็ด

3. การสกัดน้ำมัน (oil extraction) นำส่วนเปลือกอบที่อุณหภูมิ 90 - 100°C นาน 20 - 30 นาทีจากนั้นผ่านเข้าเครื่องบีบแบบเกลียวอัดคู่ จะได้น้ำมันปาล์มดิบที่มีองค์ประกอบคือ น้ำมัน 66 % น้ำ 24 % และของแข็ง 10 %

4. การทำความสะอาดน้ำมันปาล์มดิบ (clarification) นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการสกัด ส่งเข้าถังกรองเพื่อแยกน้ำและของแข็งออก จากนั้นนำเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อทำความสะอาดอีกครั้ง และไล่น้ำออกเพื่อทำให้แห้ง ส่งเข้าถังเก็บน้ำมันสำหรับรอการกลั่นหรือจำหน่ายต่อไป น้ำมันปาล์มดิบที่ได้แยกเป็นสองส่วน คือ ส่วนบนมีลักษณะเป็นของเหลวสีส้มแดง (crude palm oil olein) ประมาณ 30 - 50 % ส่วนล่างมีลักษณะเป็นไขสีเหลืองส้ม (crude palm oil stearin) ประมาณ 50 - 70 % สำหรับกากผลปาล์มจะถูกนำมาแยกเส้นใยออกจากเมล็ด นำเมล็ดที่ได้มาอบแห้งและทำความสะอาด จากนั้นนำเข้าเครื่องกะเทาะเพื่อแยก

กะลาออก และนำเมล็ดในมาอบแห้งให้มีความชื้นไม่เกิน 7 % จากนั้นบรรจุกระสอบเพื่อรอจำหน่าย หรือบีบน้ำมันต่อไป น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันเมล็ดในปาล์มที่ได้จากกระบวนการสกัด สามารถส่งเข้าสู่โรงงานเพื่อทำให้บริสุทธิ์ หรือจะนำไปแยกส่วน (fractionation) ก่อนก็ได้ ซึ่งจะได้น้ำมันปาล์มที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, มปป.)



รูปที่ 2.1 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มแบบใช้ไอน้ำ โรงงานสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน
ที่มา: ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันจังหวัดสุราษฎร์ธานี (มปป.)

ข้อดีของระบบคือ

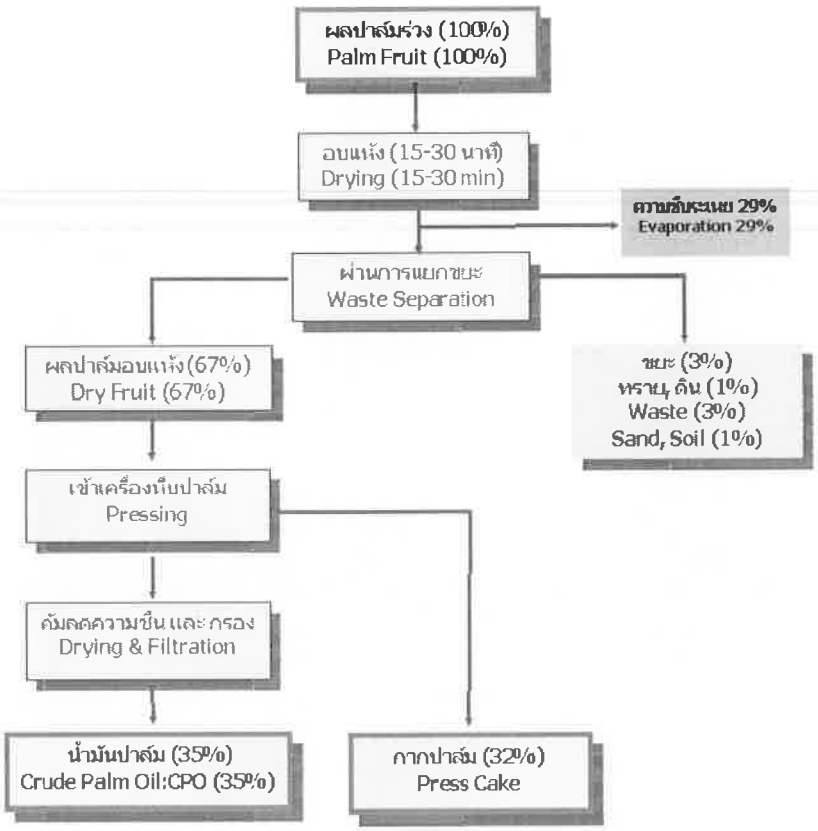
(1) ผลิตภัณฑ์ที่สกัดได้เป็นน้ำมันปาล์มเกรดเอ มีคุณภาพและสมบัติเหมาะต่อการใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เช่น การผลิตน้ำมันไบโอดีเซล หรือน้ำมันพืช

ข้อเสียของระบบคือ

(1) ในกระบวนการผลิตมีการใช้ไอน้ำจึงทำให้เกิดน้ำเสีย

(2) ระบบการสกัดประกอบด้วยเครื่องมือและเครื่องจักรมากกว่า จึงมีความซับซ้อนมากกว่า

กระบวนการขนาดเล็กที่ไม่ใช้ไอน้ำแต่บีบน้ำมันรวม แสดงดัง รูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แผนภาพแสดงกระบวนการขนาดเล็กที่ไม่ใช้ไอน้ำแต่บีบน้ำมันรวม
ที่มา: บัณฑิต (2552)

จากรูปที่ 2.2 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มนั้นจะไม่ได้ใช้ไอน้ำในการสกัดน้ำมันปาล์มโดยจะเริ่มต้นจากผลปาล์มร่วงจะถูกอบเพื่อลดความชื้นและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลเปสเพื่อไม่ให้มีการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระ หลังจากนั้น โดยจะใช้เวลาอบราว 15-30 ชม.ขึ้นอยู่กับความชื้นของผลปาล์มร่วงเริ่มต้น และจะมีการทำความสะอาดผลร่วงด้วยเครื่องทำความสะอาดแบบตะแกรงหมุน (rotary screen) ผลปาล์มอบแล้วที่สะอาดจะถูกส่งเข้าเครื่องบีบน้ำมันซึ่งเป็นแบบสกรูเดี่ยว โดยน้ำมันที่ได้จากกระบวนการจะเป็นน้ำมันแบบรวมคือน้ำมันรวมระหว่างเมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์มทำให้ค่าของไอโอดีน (Iodine Value: IV) ไม่เหมาะสมต่อกระบวนการกลั่น (Refinery) ซึ่งจะทำให้น้ำมันตกไปอยู่ในเกรดบีซึ่งจะจำหน่ายได้ในราคาที่ถูกกว่าน้ำมันเกรดเอราว 1-1.50 บาทต่อกิโลกรัม (ลิตร) นอกจากนั้นยังมีการสึกหรอของสกรูที่สูงเพราะเป็นการบีบน้ำมันรวมทั้งเมล็ดในซึ่งมีความแข็งจากกะลาซึ่งมีสัดส่วนของซิลิกาอยู่สูง ทำให้ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาเครื่องจักรค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามกระบวนการแบบนี้มีข้อดีหลายจุดคือ ไม่มีน้ำเสียในกระบวนการอีกทั้งกากเนื้อปาล์มที่ได้สามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้

ข้อดีของระบบคือ

(1) ระบบมีความยุ่งยากน้อยกว่าระบบสกัดแบบใช้ไอน้ำ

(2) กากเนื้อปาล์มที่ได้ยังมีคุณค่าสามารถจำหน่ายหรือใช้เป็นอาหารสัตว์

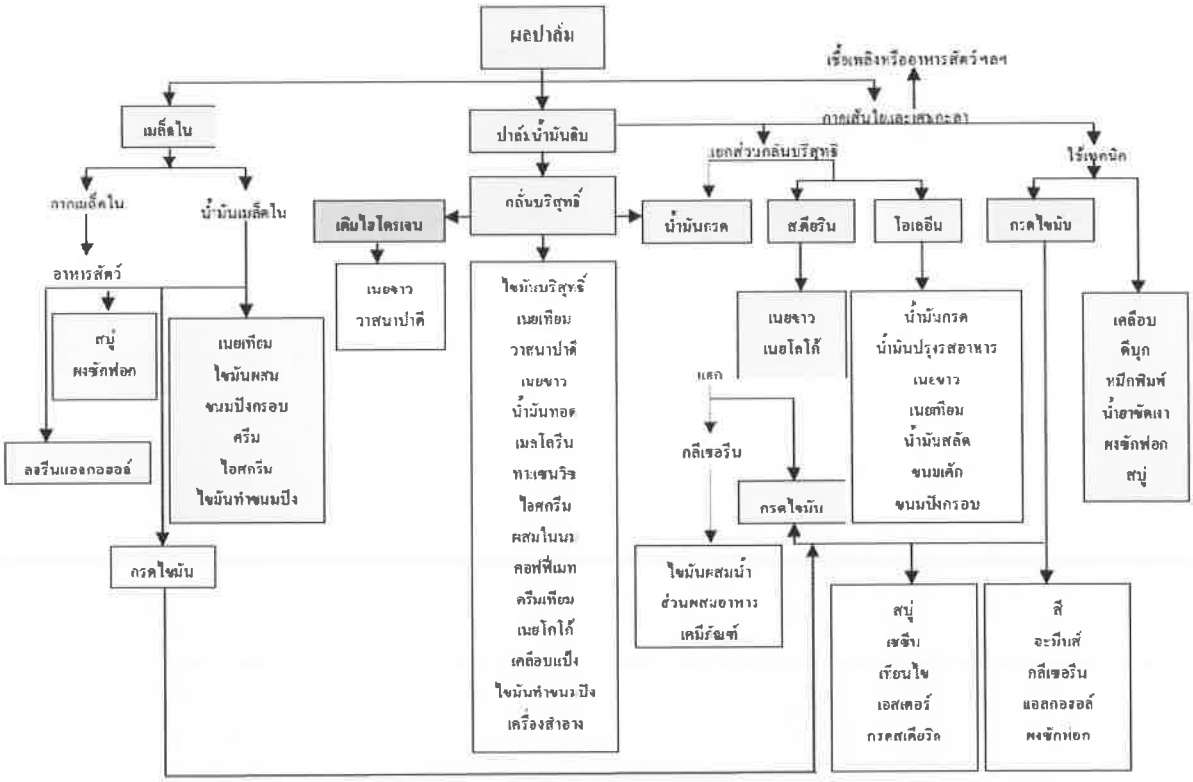
(3) ไม่มีน้ำเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

ข้อเสียของระบบคือ

(1) น้ำมันปาล์มที่ได้เป็นน้ำมันรวมระหว่างเนื้อปาล์มกับเมล็ดในปาล์ม ซึ่งมีค่าไอโอดีนไม่เหมาะที่จะใช้ในกระบวนการกลั่นต่อ ทำให้น้ำมันถูกลดเกรดเป็นน้ำมันปาล์มเกรดบีที่มีราคาขายต่ำกว่าน้ำมันเกรดเอประมาณ 1-1.50 บาทต่อกิโลกรัม (ลิตร)

(2) เครื่องจักรที่ใช้ในระบบการสกัดมีความสึกหรอมากกว่า เพราะใช้บีบเนื้อปาล์มและเมล็ดในปาล์ม (ที่มีความแข็ง) พร้อมกัน ทำให้มีค่าใช้จ่ายด้านการซ่อมแซมและบำรุงรักษาค่อนข้างสูง

ปาล์มน้ำมันสามารถนำมาแปรรูปเป็นสินค้าอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แผนภูมิการนำปาล์มน้ำมันไปใช้ประโยชน์
ที่มา: ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันจังหวัดสุราษฎร์ธานี (มปป.)

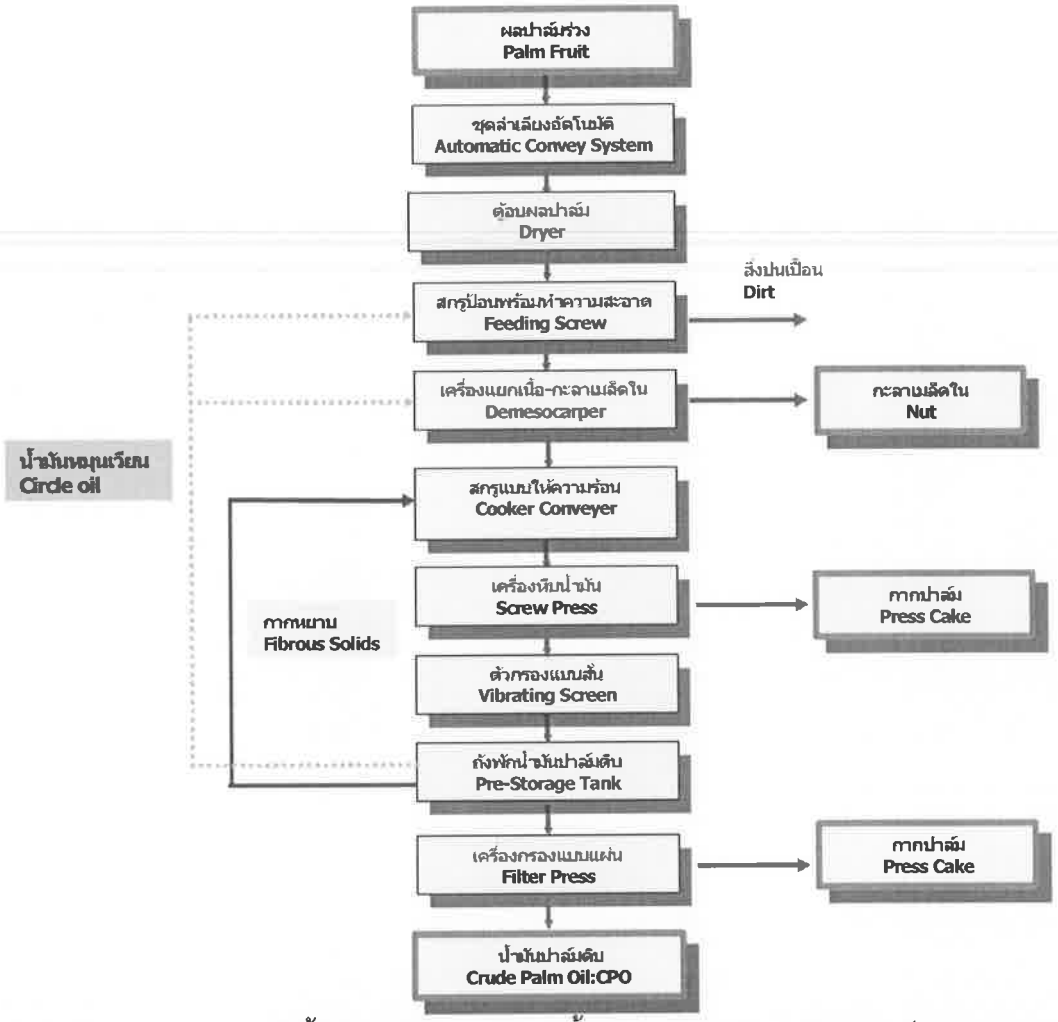
น้ำมันปาล์มสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย เช่น สบู่ นมข้มหวาน บะหมี่สำเร็จรูป น้ำมันพืช อาหารสัตว์ กรดไขมันต่างๆ สารตั้งต้นในอุตสาหกรรมต่างๆ ไม่ต่ำกว่า 200 ผลิตภัณฑ์ และอุตสาหกรรมโอริโอเคมิคอล รวมทั้งสามารถผลิตเป็นพลังงานทดแทน คือ ไบโอดีเซล (เมทธิลเอสเตอร์) (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม เป็นอุตสาหกรรมหลักในภาคใต้ของประเทศไทย แต่ก็เกิดของเสียเป็นจำนวนมากจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม ได้แก่ ทะลายเปล่า (Empty fruit bunchs: EFB) 20-28% ขี้เค็ก

(Decanter cake: DC) 4% เส้นใย (Fibers) 11-13% ขี้เถ้า (Ash) 4% และน้ำเสียจากโรงงานปาล์ม (Palm oil mill effluent: POME) 0.5-1.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มสด (Prasertsan and Prasertsan, 1996) อย่างไรก็ตามของเสียเหล่านี้สามารถนำไปสร้างมูลค่าเพิ่มได้ทั้งสิ้น ยกตัวอย่างเช่น น้ำเสียจากโรงงานปาล์ม สามารถนำไปใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ (biogas) ซึ่งให้ค่าความร้อนถึง 434.3 MJ/m^3 POME (Prasertsan and Sajjakulnukit, 2006) ทะลายเปล่าสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำฉนวนกันความร้อน (Insulation board) (Sihabut and Laemsak, 2010) กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ (สุธา และ เสาวนิต, 2544) นอกจากนั้นเส้นใยปาล์มยังสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษได้อีกด้วย (Sridach, 2010)

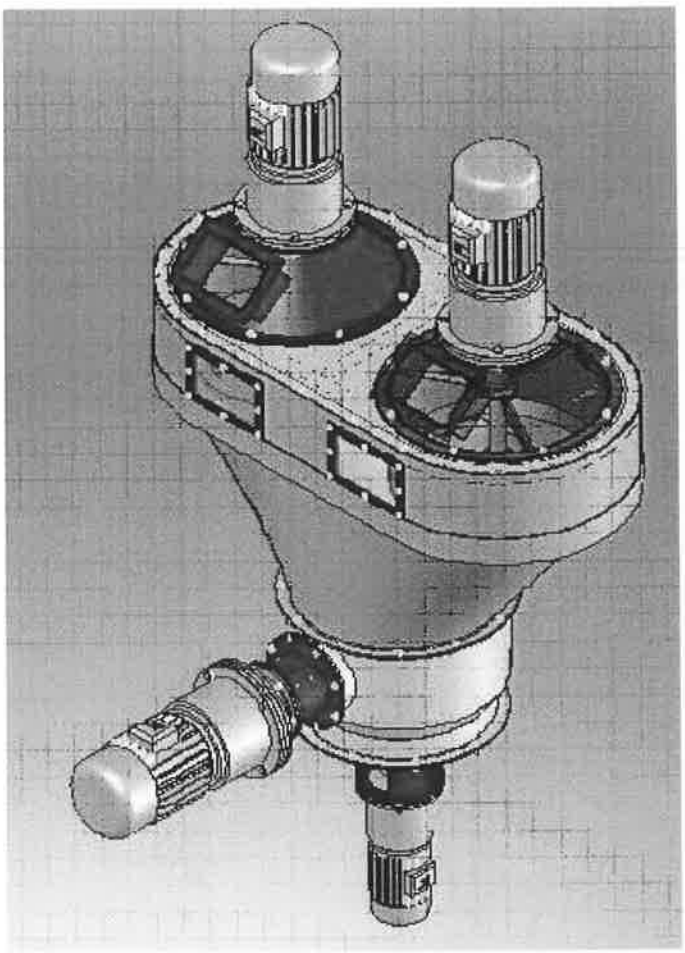
ในปี 2527 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้เริ่มดำเนินการโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก ตามพระราชดำริ โดยได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการพิเศษประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริเป็นจำนวนทั้งสิ้น 652,450 บาท ต่อมาโครงการฯ จึงได้พัฒนาโรงงานบีบน้ำมันปาล์มขนาดกำลังผลิตวันละไม่เกิน 5 ตันทะลาย โดยใช้ผลปาล์มร่วงเป็นวัตถุดิบและใช้วิธีการทอดผลปาล์มในน้ำมันปาล์มแทนการอบด้วยไอน้ำ ทำให้ใช้เงินลงทุนต่ำและไม่มีน้ำเสียในกระบวนการผลิต และได้พัฒนากระบวนการผลิตใหม่ โดยการนำเอากากผลปาล์มมาบีบเป็นอาหารสัตว์จำหน่าย และนำน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันเมล็ดในที่เป็นผลพลอยได้จากเครื่องบีบกากมาผลิตเป็นสบู่ซักล้างเพื่อจำหน่ายกันภายในท้องถิ่นอันเป็นการแปรรูปครบวงจรสนองพระราชดำริได้สำเร็จในเดือนกันยายน 2528 (สัณห์ชัย และสุรเชษฐ์, 2530)

ทีมวิจัยของศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และทีมงานของบริษัท เกรทอะโกร จำกัด ได้ทำการพัฒนาระบบสกัดน้ำมันปาล์มแบบไม่ใช้ไอน้ำระดับชุมชนขึ้น โดยมีแนวทางพัฒนาให้มีขนาดไม่ใหญ่ ลงทุนน้อย ติดตั้งและขยายกำลังการผลิตได้ง่าย มีกระบวนการทำงานสั้น และง่าย แต่ให้ผลผลิตเทียบเท่าระบบสกัดแบบใช้ไอน้ำ และได้น้ำมันปาล์มมีคุณภาพได้มาตรฐาน ระบบไม่ใช้ไอน้ำร้อนในการสกัด ทำให้ไม่ต้องสร้างระบบไอน้ำจึงประหยัดพลังงาน ไม่ทำให้เกิดน้ำเสีย และกากเหลือจากกระบวนการสกัดน้ำมันสามารถนำไปเป็นอาหารสัตว์ได้ ซึ่งทีมวิจัยพัฒนาร่วมได้ออกแบบกระบวนการต้นแบบดังแสดงในรูปที่ 2.4 และได้ยื่นขอจดสิทธิบัตรเลขที่คำขอ 0801002859



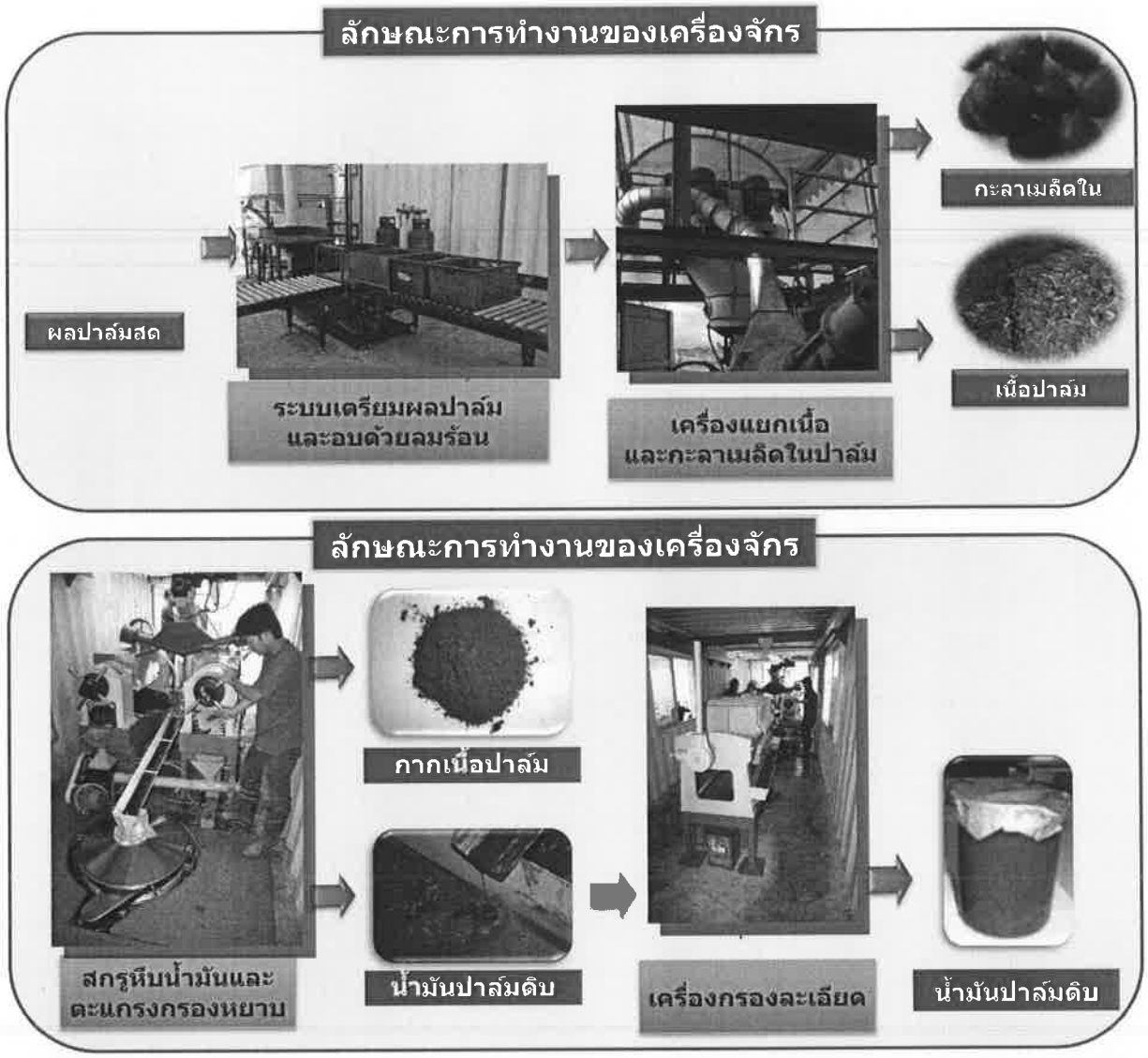
รูปที่ 2.4 แผนภูมิแสดงกระบวนสกัดน้ำมันปาล์มแบบไม่ใช้ไอน้ำ (กำลังการผลิต 1 ตันผลปาล์มร่วง/ชม.)
ที่มา: บัณฑิต จำรัส (2552)

กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มแบบไม่ใช้ไอน้ำระบบใหม่นี้ (รูปที่ 2.4) มีขั้นตอนการผลิตเริ่มต้นจากการเตรียมผลปาล์มสด (ผลปาล์มลูกร่วง) ใส่ตะกร้าเพื่อเข้าสู่ระบบเตรียมผลปาล์ม ซึ่งเป็นระบบลำเลียงอัตโนมัติ (Automatic Convey System) และผลปาล์มจะถูกลำเลียงเข้าสู่เครื่องอบผลปาล์มด้วยลมร้อนเพื่อทำการลดความชื้น และยับยั้งไม่ให้กรดไขมันอิสระ (FFA) เพิ่มขึ้น จากนั้นผลปาล์มจะถูกแยกเนื้อ (Mesocarp) ออกจากเมล็ด (Nut) ด้วยเครื่องแยกเนื้อ-กะลาเมล็ดใน (Demesocarper) (รูปที่ 2.5) กะลาเมล็ดในจะถูกส่งไปเก็บเพื่อรอจำหน่าย ส่วนเนื้อปาล์มจะถูกส่งไปเข้าเครื่องสกรูป้อนแบบให้ความร้อน (Cooker Conveyor) ซึ่งจะมีการใช้น้ำมันหลังจากกระบวนการกรองบางส่วนป้อนกลับมาใช้เป็นตัวทำละลายน้ำมันซึ่งอยู่ในเนื้อปาล์ม หลังจากนั้นเนื้อปาล์มจะถูกป้อนเข้าสู่สกรูบีบน้ำมัน (Screw Press) ซึ่งจะทำให้ได้น้ำมันปาล์มดิบ (CPO) และกากอาหารสัตว์ น้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้จะผ่านเข้าเครื่องตัวกรองแบบสั่น (Vibrating Screen) เพื่อกรองกากหยาบออกและนำไปบีบน้ำมันอีกครั้ง ส่วนน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการกรองจะถูกปั๊มส่งไปเข้ายังเครื่องกรองแบบแผ่น (Filter Press) ซึ่งจะเป็นการกรองละเอียด น้ำมันที่ได้จะสามารถเก็บเข้าถังสต็อกรอจำหน่ายหรือนำไปผลิตไบโอดีเซลต่อไป ดังแสดงรูปที่ 2.6 และ รูปที่ 2.7

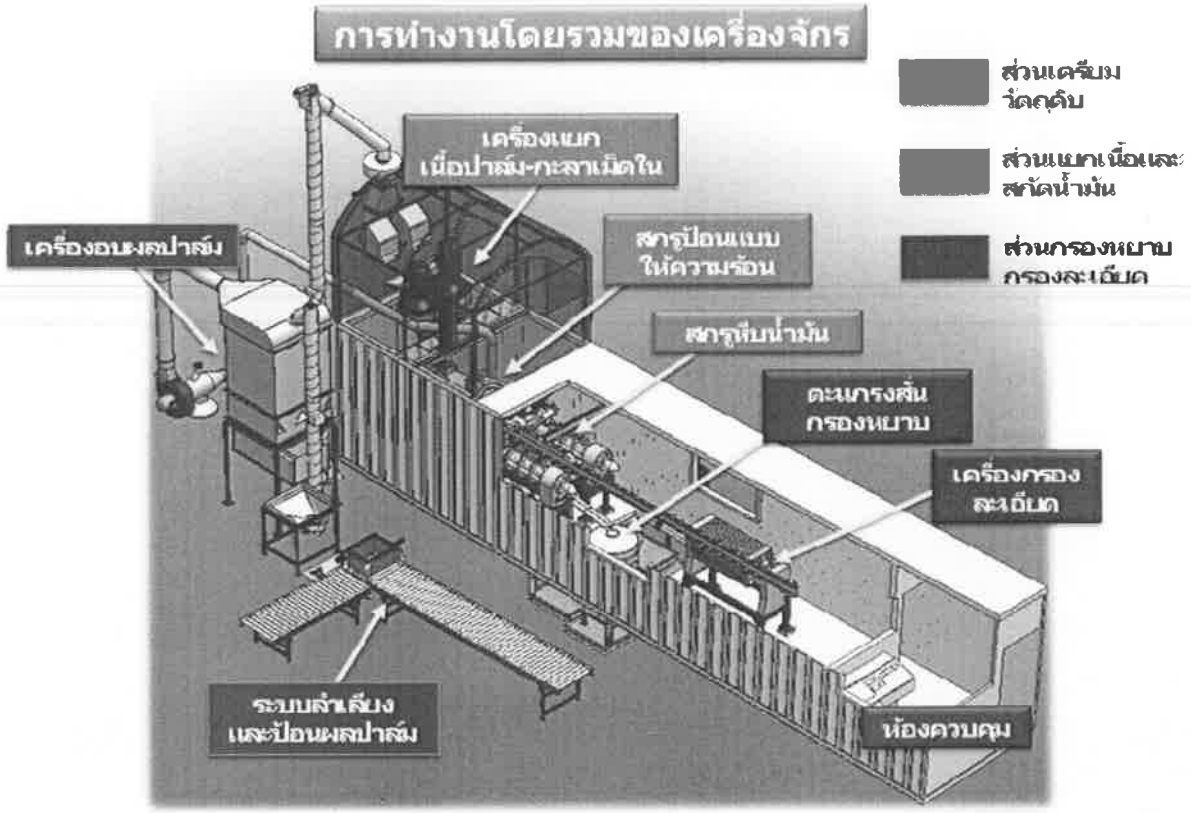


รูปที่ 2.5 เครื่องปั่นแยกเนื้อออกจากเมล็ดปาล์ม
ที่มา: บัณฑิต จำรัส (2552)

ในการพัฒนาระบบสกัดน้ำมันปาล์มแบบไม่ใช้ไอน้ำ ส่วนที่เป็นหัวใจของระบบอยู่ที่เครื่องปั่นแยกเนื้อออกจากเมล็ดในปาล์ม โดยเครื่องถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อปั่นแยกเนื้อ และเมล็ดปาล์มออกจากกัน ก่อนนำเนื้อปาล์มเข้าเครื่องบีบน้ำมันเพื่อสกัดน้ำมัน ซึ่งผลิตภัณฑ์น้ำมันปาล์มที่ได้จากการสกัดเป็นน้ำมันปาล์มเกรดเอ มีความชื้นและปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำ อีกทั้งยังมีคุณภาพเหมือนน้ำมันปาล์มที่สกัดได้จากระบบการสกัดแบบใช้ไอน้ำในปัจจุบัน



รูปที่ 2.6 ลักษณะการทำงานของเครื่องจักร
ที่มา: บัณฑิต จำรัส (2552)

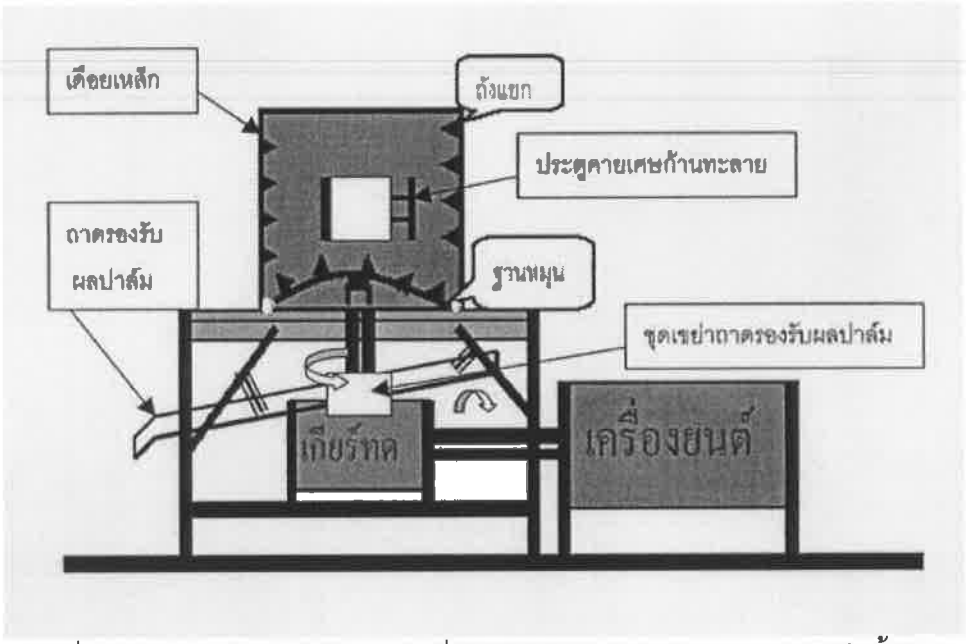


รูปที่ 2.7 การจัดวางและติดตั้งเครื่องจักรบนตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 40 ฟุต
ที่มา: บัณฑิต จำรัส (2552)

ระบบสกัดน้ำมันปาล์มแบบไม่ใช้ไอน้ำ ขนาด 1 ตันผลปาล์มร่วงต่อชั่วโมง ได้มีการออกแบบให้ใช้เครื่องจักรในกระบวนการไม่มาก เครื่องจักรจะถูกจัดวางและติดตั้งบนตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 40 ฟุต (รูปที่ 2.7) โดยมีการติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ ไปยังห้องควบคุม ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่งหัวตู้คอนเทนเนอร์ ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายชุดเครื่องจักรไปยังแหล่งวัตถุดิบแหล่งอื่นได้ง่าย (บัณฑิต จำรัส, 2552)

ผศ. จำลอง ปราบแก้ว ผศ.ดร. จารุวัตร เจริญสุข และ อ. ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พัฒนาเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มน้ำมัน (รูปที่ 2.8-2.10) สำหรับกลุ่มเกษตรกรโดยไม่ต้องฟันแยกทะลายก่อน เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรนำไปใช้เพื่อลดค่าขนส่งและทำให้สามารถขายผลปาล์มได้ในราคาที่สูงขึ้น และยังเป็นทางเลือกสำหรับโรงงานขนาดเล็กในการนำไปใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิต โครงเครื่องจะประกอบด้วยโครงสร้างเหล็ก และถังแยกทะลายปาล์มเป็นถังทรงกระบอก ภายในถังจะมีเดือยเหล็กติดอยู่โดยรอบ ถังนี้จะยึดติดกับโครงสร้าง ส่วนฐานก้นถังจะมีลักษณะโค้งมนติดเดือยเหล็กเช่นกันและจะถูกขับด้วยเครื่องยนต์ และจะมีรางรองรับผลปาล์มและคัดแยกสิ่งเจือปนจำพวกเศษผงออกไป สำหรับก้านทะลายก็จะถูกหมุนเหวี่ยงออกทางด้านข้างของถัง วิธีการใช้งานโดยนำทะลายปาล์มใส่ลงไปในถังด้านบนจำนวน 3-4 ทะลาย ชุดฐานหมุนเหวี่ยงก้นถังจะหมุนเหวี่ยงทะลายปาล์มให้กระแทกกับเดือยที่ผนังของถังทำให้ผลปาล์มหลุดออกจากทะลายปาล์มได้ และควรนำทะลายปาล์มที่ตัดแล้วไปบ่ม 2-3 วันก่อนที่จะนำเข้าเครื่องแยก หลังจากที่ผลปาล์มถูกแยกออกจากทะลายก็จะหล่นลงช่องระหว่างถังกับจานหมุนเหวี่ยง ซึ่งจะมีรางรองรับอยู่

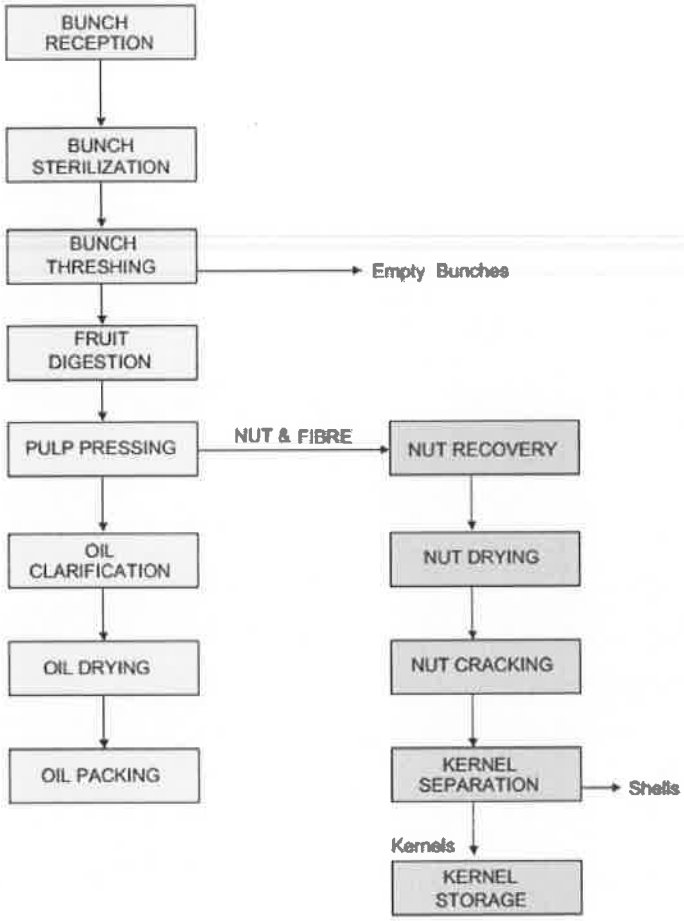
ผลปาล์มอยู่ด้านล่าง สิ่งเจือปนจำพวกเศษผงจะถูกคัดแยกออกไปเพื่อให้ได้เมล็ดปาล์มที่มีส่วนเจือปนน้อยที่สุด การคายเศษก้านทะลายออกจากเครื่อง ใช้เวลาประมาณ 1 นาที ผลปาล์มหลุดออกจากทะลายปาล์มหมด แล้วจะทำการเปิดประตูช่องทางออกของชังปาล์ม ชังปาล์มจะถูกเหวี่ยงออกมาจากถัง เมื่อชังปาล์มถูกเหวี่ยงออกมาจากถังหมดแล้วจึงปิดประตูช่องทางออก



รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มน้ำมัน
ที่มา: จำลอง ปราบแก้ว และคณะ (2545)

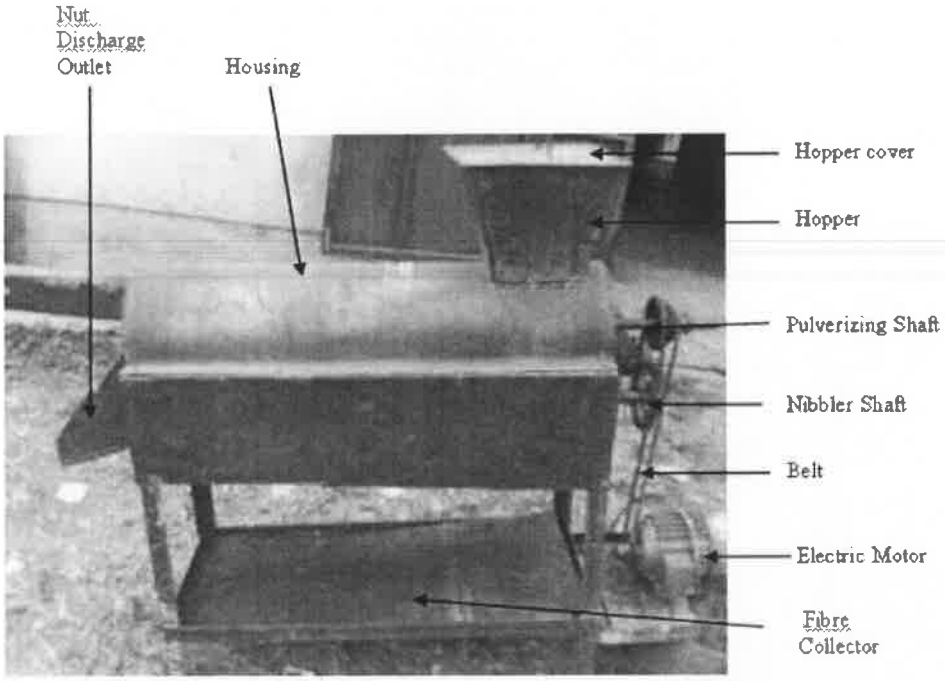
รูปที่ 2.9 เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มน้ำมัน ขณะใช้งาน
ที่มา: จำลอง ปราบแก้ว และคณะ (2545)

รูปที่ 2.10 ทะลายที่เหลือแต่ซังขณะกำลังถูกเหวี่ยงออกทางประตูทางออกซังปาล์ม
ที่มา: จำลอง ปราบแก้ว และคณะ (2545)



รูปที่ 2.11 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม
ที่มา: FAO (2004)

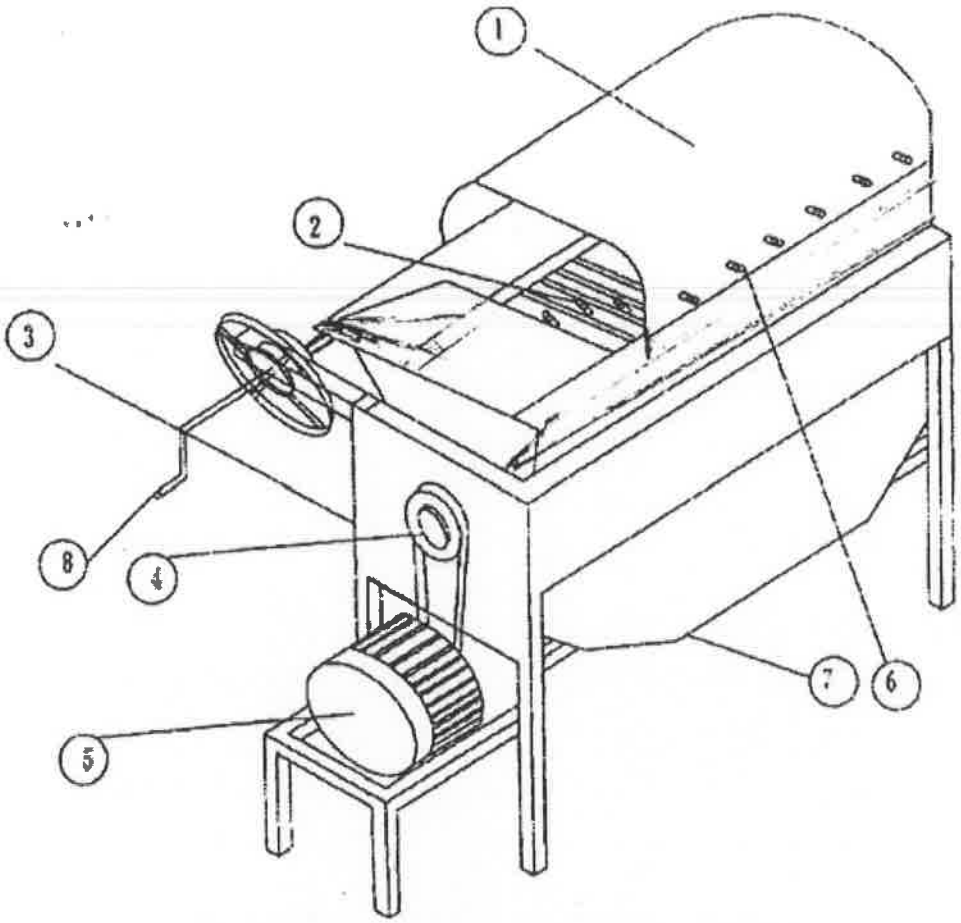
กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม (รูปที่ 2.11) จะทำการบีบน้ำมันปาล์มหลังจากการย่อยผลปาล์ม ซึ่งหลังจากการบีบน้ำมันปาล์มก็จะเหลือส่วนที่เป็นกากใยปาล์มและเมล็ดปาล์มปนกัน ดังนั้นเพื่อทำการแยกเมล็ดปาล์มออกจากกากใยปาล์ม Ologunagba และคณะ (2010) จึงคิดค้นประดิษฐ์เครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากกากปาล์ม (รูปที่ 2.12) ซึ่งมีกำลังผลิต 201.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



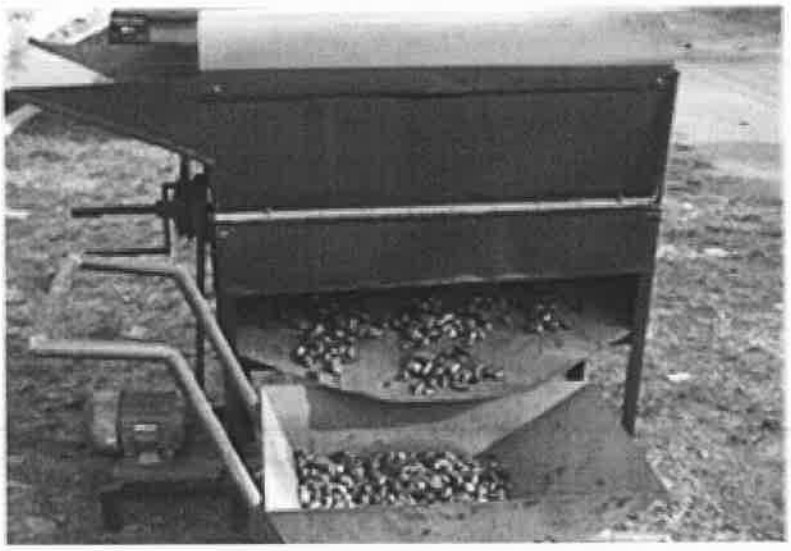
รูปที่ 2.12 เครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากกากใยปาล์ม
ที่มา: Ologunagba และคณะ (2010)

Ojomo et, al. (2010) ได้พัฒนาเครื่องแยกผลปาล์มจากทะลายปาล์มน้ำมัน (รูปที่ 2.13-2.14) ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. Housing
2. Beater arm
3. Frame
4. Pulley
5. Electric motor
6. Bolt and nut
7. Fruit outlet
8. Crank mechanism

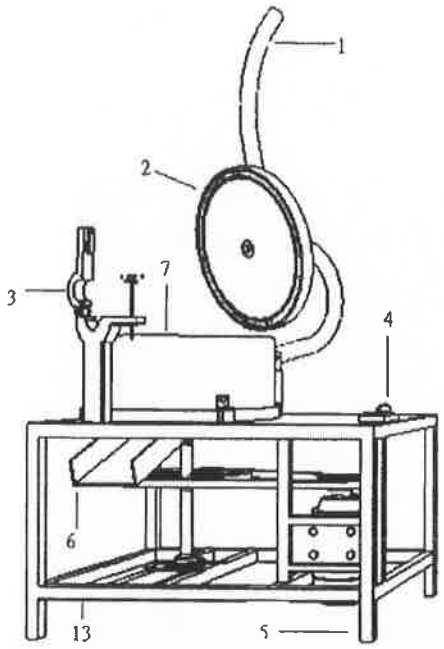


รูปที่ 2.13 แบบเครื่องแยกผลปาล์มจากทะลายปาล์มน้ำมัน
ที่มา: Ojomo และคณะ (2010)



รูปที่ 2.14 เครื่องแยกผลปาล์มจากทะลายปาล์มน้ำมัน
ที่มา: Ojomo และคณะ (2010)

นงเยาว์ เมืองดี และคณะ (2555) ได้คิดค้นเครื่องคัดแยกกากปาล์ม (รูปที่ 2.15) ที่ประกอบด้วยถัง 2 ชั้น คือ ถังชั้นนอกมีลักษณะทรงกระบอกมีผิวเรียบทำหน้าที่รองรับเนื้อปาล์มที่ถูกหมุนเหวี่ยงออกมาจากถังชั้นใน และถังชั้นในเป็นตะแกรงรอบทิศทาง ทั้งรอบ ๆ ถัง และก้นถังเจาะรูตะแกรงเป็นวงกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรง 1.2 เซนติเมตร โดยมีจานวางที่ยึดอยู่กับแกนเพลา ประกอบอยู่และรอบๆ จานวางจะติดตั้งตัวกวาดไว้สำหรับกวาดเนื้อปาล์ม และมีฝาปิด ทำงานโดยมีมอเตอร์ ถ่ายทอดกำลังไปยังพลูเลย์ โดยมีสายพาน เป็นตัวถ่ายทอดกำลังไปยังพูลเลย์ ที่ติดตั้งอยู่บนแกนของเพลา เมื่อมอเตอร์ทำงาน ล้อขับของมอเตอร์ จะส่งกำลังผ่านสายพานไปยังพลูเลย์ เพื่อให้แกนเพลาหมุน เมื่อ แกนเพลาหมุน ถังลูกในที่มีลักษณะเป็นตะแกรงที่ติดอยู่กับแกนของเพลาก็จะหมุนไปด้วย เป็นการหมุนเหวี่ยงผลปาล์มเพื่อให้เนื้อปาล์มและเมล็ดหลุดออกจากกัน



รูปที่ 2.15 แบบเครื่องคัดแยกกากปาล์ม
ที่มา: นงเยาว์ เมืองดี และคณะ (2555)

ทฤษฎีการออกแบบเครื่องจักรกล

กรรมมันต์ ชูประเสริฐ และคณะ (2539) ได้เสนอแนวคิดและองค์ประกอบในการออกแบบว่าสามารถแสดงขั้นตอนและความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

1) รับรู้ความต้องการ การออกแบบเริ่มต้นจากผู้ออกแบบรับรู้ความต้องการของลูกค้า ในด้านการใช้งาน คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ความแข็งแรง ความทนทาน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์งานออกแบบพัฒนา และปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์

2) กำหนดลักษณะจำเพาะและศึกษารายละเอียด รวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการให้ได้มากที่สุดเช่น คุณลักษณะ อายุการใช้งาน ขนาด จำนวนที่ผลิต ราคาและสิ่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงได้บ้าง อันเนื่องมาจากการออกแบบ เช่น กรรมวิธีการผลิต การเลือกใช้วัสดุ การแข่งขันทางการตลาด เมื่อได้ลักษณะจำเพาะของสิ่งที่ออกแบบแล้ว ต่อไปให้ทำการศึกษารายละเอียด เพื่อกำหนดเลือกใช้วัสดุ วิธีการผลิตรวมถึงความต้องการของฝ่ายจัดจำหน่าย เนื่องจากบ่อยครั้งที่ได้ศึกษารายละเอียดออกมาแล้วต้องมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะจำเพาะใหม่เนื่องจากไม่สอดคล้องกับความต้องการของท้องตลาด

3) สังเคราะห์ความคิดในการออกแบบ ภายหลังทำการศึกษารายละเอียดของสิ่งที่จะออกแบบแล้ว ต้องดำเนินการสังเคราะห์ความคิด เพื่อวิเคราะห์หล่อหลอมความคิดเก่าและความคิดใหม่เข้าด้วยกัน จนทำให้เกิดสิ่งใหม่ซึ่งดีกว่า มีคุณค่า และอำนวยประโยชน์ได้มากที่สุด

4) วิเคราะห์ ออกแบบและปรับปรุง เมื่อผ่าน 3 ขั้นตอนแรกแล้ว ก็จะเข้าสู่การวิเคราะห์รายละเอียดต่างๆของสิ่งที่ออกแบบ โดยพิจารณาถึงหน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วน กลไกการทำงานที่สัมพันธ์กัน วิธีการผลิต ความสะดวกรวดเร็ว ต้นทุนต่ำ แล้วจึงทำการออกแบบส่วนประกอบใหญ่ๆ และชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วนให้มีความสัมพันธ์กันจนสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์โดยมีขนาดและลักษณะรูปร่างที่เหมาะสม ด้วยเหตุนี้จึงต้องย้อนกลับไปพิจารณาให้เป็นไปตามลักษณะจำเพาะ และทำการปรับปรุงให้เป็นไปตามความต้องการและการใช้ให้มากที่สุด

สำหรับขั้นตอนการออกแบบสามารถแบ่งได้เป็น การออกแบบเบื้องต้นและการออกแบบรายละเอียด คือ การกำหนดรายละเอียด ขนาดจริงของชิ้นส่วน ส่วนประกอบต่างๆที่จะต้องผลิตขึ้นเองหรือเป็นชิ้นส่วนมาตรฐาน (Standard part) โดยมีการแสดงรายละเอียดและขนาดต่างๆ ของชิ้นส่วนด้วยแบบ (Drawing) ซึ่งมีทั้งแบบแยกส่วน (Detail drawing) และแบบประกอบ (Assembly drawing) ซึ่งแสดงรายการวัสดุ จำนวนชิ้นส่วน ชื่อชิ้นส่วน วัสดุที่ใช้ ความละเอียดของผิว ค่าพิกัดความเผื่อ ความแข็งที่ต้องการ และอาจระบุถึงกรรมวิธีทางความร้อน ลักษณะการเชื่อมด้วย (ถ้ามี) หลังจากนั้นเป็นการสร้างเครื่องต้นแบบตามรายละเอียดที่ได้ออกแบบขึ้นทั้งหมด

5) ทดสอบและประเมิน เมื่อสร้างต้นแบบเสร็จต้องทำการทดสอบหรือประเมิน ในปัจจุบันการทดสอบมีทั้งวิธีการทดสอบโดยส่งกำลังกระทำจริงต่อต้นแบบและทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ทางวิศวกรรม (Computer Aided Engineering) เพื่อบันทึกเป็นข้อมูลสำหรับใช้ย้อนกลับมาปรับปรุงการออกแบบเบื้องต้นหรือรายละเอียดบางประการ หลังจากเปลี่ยนแปลงปรับปรุงแล้วจะต้องทำการทดสอบใหม่จนกระทั่งสิ่งที่ออกแบบนั้นมีคุณภาพ หรือมีสมรรถนะสามารถทำงานได้ตามต้องการ

บทที่ 3

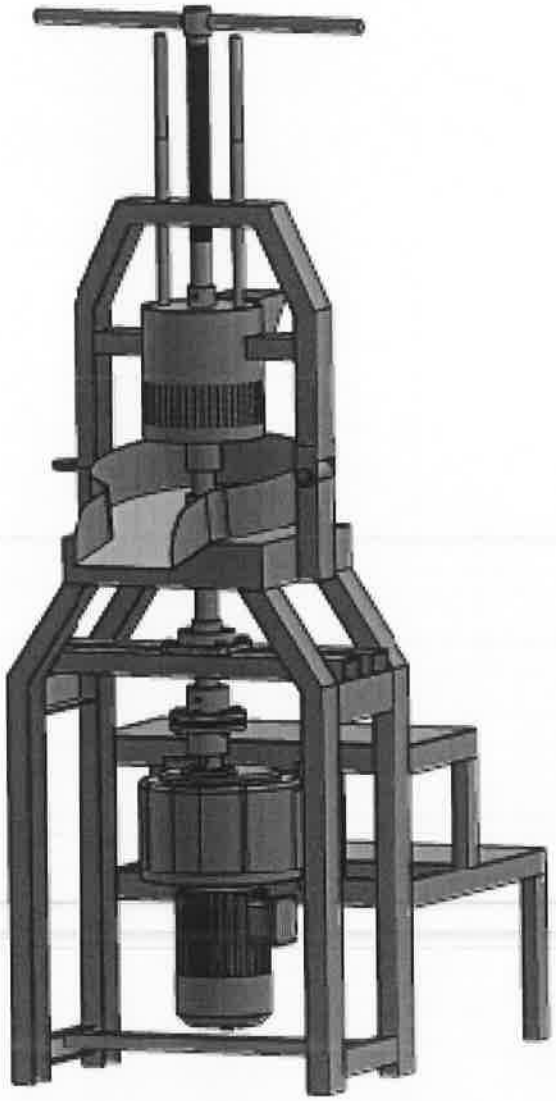
วิธีการวิจัย

3. 1 การศึกษา สำรวจ และรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพของผลปาล์ม

โดยจะศึกษา สำรวจ และรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของผลปาล์ม ได้แก่ ขนาดของผลปาล์ม ความหนาของผิวเปลือกนอก ความหนาของกะลา ความแข็งของกะลา ขนาดของเมล็ด และลักษณะเนื้อในของปาล์มน้ำมัน

3. 2 การออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม

แบบเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แบบเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม

เครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) สร้างฐานของตัวโครงสำหรับติดตั้งมอเตอร์เครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม
2) เชื่อมต่อแกนเพลากับปลายด้านส่งกำลังของมอเตอร์
3) ติดตั้งถาดรองรับในแนวเอียงด้านบนของมอเตอร์
4) ติดตั้งหน้าจาน ที่ปลายด้านบนของแกนเพลา
5) ติดตั้งชุดบีบอัดให้ครอบหน้าจานที่ติดตั้งที่ปลายด้านบนของแกนเพลา
6) ยึดฝาถังครอบให้ติดกับเกลียวหมุน
7) ทำช่องรับผลปาล์ม ที่ด้านข้างส่วนบนของถังครอบ
8) ติดตั้งสวิทช์เปิดปิดที่ด้านข้างตัวโครงใกล้กับมอเตอร์

3. 3 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม

โดยจะทำการทดสอบประสิทธิภาพการแยกเนื้อผลปาล์มของผลปาล์มดิบเปรียบเทียบกับผลปาล์มที่ผ่านการนึ่งให้ความร้อนแล้ว ว่าแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ถ้าไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ก็ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม การแยกเนื้อปาล์มที่ไม่ได้ผ่านการนึ่งให้ความร้อนนั้น ยังมีการทำงานของเอนไซม์ไลเปสอยู่ตลอดเวลา ถ้าปล่อยไว้เนิ่นนาน ผลที่ตามมาคือเกิดกรดไขมันอิสระสูงมาก จึงควรนำเนื้อผลปาล์มที่ได้เข้าสู่กระบวนการบีบน้ำมันทันที

3. 4 การทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่อง

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าโดยใช้สูตร

$$W = Pt$$

เมื่อกำหนดให้	W = พลังงานไฟฟ้า	หน่วยเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh)
	P = กำลังไฟฟ้า	หน่วยเป็นกิโลวัตต์ (kW)
	t = เวลา	หน่วยเป็นชั่วโมง (h)

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลปาล์ม

นงเยาว์ เมืองดี (2553) ได้ศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลปาล์มที่ใช้ในการทดลองผ่ากับเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า จำนวน 4 พันธุ์ คือพันธุ์เทเนอรา พันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 ซึ่งจากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลปาล์มในแต่ละสายพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะที่ศึกษาได้ดังนี้

1) พันธุ์เทเนอรา
   - กะลาบางตั้งแต่ 0-3.5 มิลลิเมตร
   - เนื้อปาล์มชั้นนอกมาก หนาตั้งแต่ 5-13 มิลลิเมตร
   - เนื้อเมล็ดในปาล์มหนา 12-17 มิลลิเมตร
   - มีรูปร่างของผลตั้งแต่รูปไข่หรือรูปยาวรี จนถึงผลกลม
   - มีสีผลเมื่อดิบเป็นสีดำ เมื่อสุกเป็นสีแดงส้ม
   - เส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 2.7-3.3 ซ.ม.
   - ความยาวผลอยู่ระหว่าง 4-4.5 ซ.ม.

2) พันธุ์สุราษฎร์ธานี 1
   - กะลาบางตั้งแต่ 1-2.5 มิลลิเมตร
   - เนื้อปาล์มชั้นนอกมาก หนาตั้งแต่ 4-13 มิลลิเมตร
   - เนื้อเมล็ดในปาล์มหนา 8-12 มิลลิเมตร
   - มีรูปร่างของผลเรียวแหลมจนถึงรูปไข่หรือรูปยาวรี
   - ผลเป็นสีเขียวเมื่อผลดิบ แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้มเมื่อผลสุก
   - เส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 2.3-2.8 ซ.ม.
   - ความยาวผลอยู่ระหว่าง 3.2-3.8 ซ.ม.

3) พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2
   - กะลาหนาตั้งแต่ 1.5-4 มิลลิเมตร
   - เนื้อปาล์มชั้นนอก หนาตั้งแต่ 3-12 มิลลิเมตร
   - เนื้อเมล็ดในปาล์มหนา 10-16 มิลลิเมตร
   - มีรูปร่างของผลค่อนข้างยาว
   - มีสีผลเมื่อดิบเป็นสีดำ เมื่อสุกเป็นสีแดงส้ม
   - เส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 2.2-2.6 ซ.ม.
   - ความยาวผลอยู่ระหว่าง 3.4-4.6 ซ.ม.

4) พันธุ์สุราษฎร์ธานี 3
   - กะลาบางตั้งแต่ 1-3.5 มิลลิเมตร
   - เนื้อปาล์มชั้นนอกมาก หนาตั้งแต่ 5-15 มิลลิเมตร

- เนื้อเมล็ดในปาล์มหนา 8-13 มิลลิเมตร
- มีรูปร่างของผลค่อนข้างยาวหรือรูปยาวรี
- มีสีผลเมื่อดิบเป็นสีดำ เมื่อสุกเป็นสีแดงส้ม
- เส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 2.1-2.5 ซ.ม.
- ความยาวผลอยู่ระหว่าง 3.5-4.4 ซ.ม.

4.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม

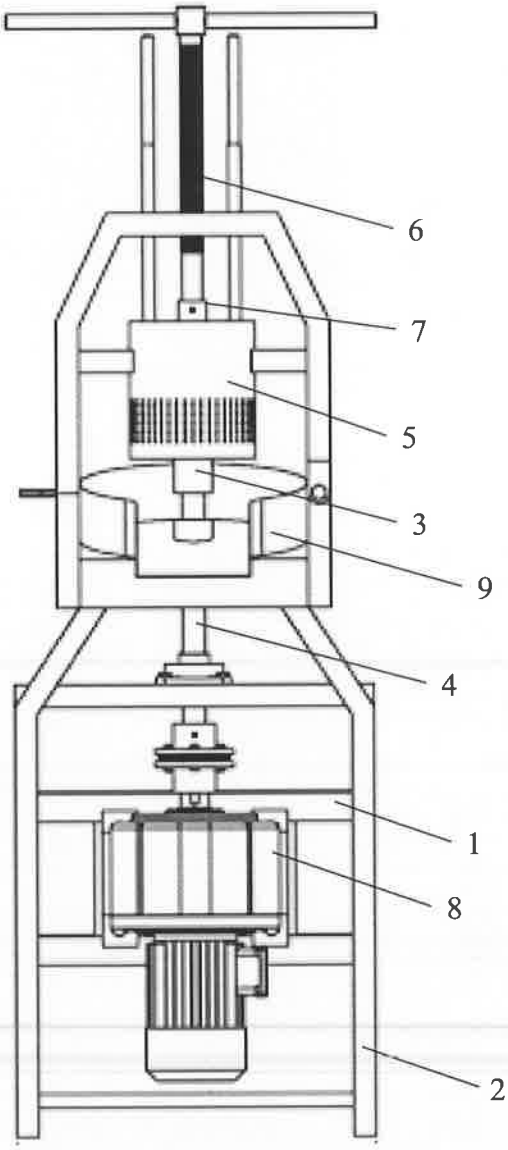
ผลการออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม สามารถแสดงให้เห็นตามรูปที่ 4.1 ถึง รูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นถึงเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ซึ่งมีลักษณะที่ประกอบด้วย ตัวโครง (1) ทำด้วยเหล็ก ส่วนล่างจะติดตั้งมอเตอร์พร้อมเกียร์ (8) ที่ปลายด้านส่งกำลังของมอเตอร์จะเชื่อมต่อกับแกนเพลา (4) ซึ่งด้านบนจะติดตั้งถาดรองรับ (9) ในแนวเอียง และที่ปลายด้านบนของแกนเพลาจะติดตั้งหน้าจาน (3) สำหรับครูดเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ส่วนบนสุดเป็นชุดบีบอัดประกอบด้วยถังครอบ (5) ที่ฝาถังครอบยึดติดกับเกลียวหมุน (6) ซึ่งฝาถังครอบด้านในมีหน้าจานซึ่งมีลักษณะคล้ายกับหน้าจานที่ติดอยู่กับปลายด้านบนของแกนเพลา และที่ด้านข้างส่วนบนของถังครอบมีช่องรับผลปาล์ม (10) ที่ต้องการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม สวิทช์เปิดปิดติดตั้งอยู่ด้านข้างตัวโครงใกล้กับมอเตอร์ ส่วนล่างของโครงประกอบด้วยขาตั้ง (2) มีเหล็กเชื่อมระหว่างขาตั้ง (2) ซึ่งกลไกภายในของเครื่องประกอบด้วยมอเตอร์ (8) เป็นตัวส่งกำลังไปยังแกนเพลา (4) เมื่อมอเตอร์ทำงานจะส่งกำลังไปให้แกนเพลาหมุน เมื่อแกนเพลา (4) หมุนหน้าจาน (3) ที่ติดอยู่กับแกนของเพลาก็จะหมุนไปด้วยทำให้เกิดแรงบิด และแรงอัดที่เกิดจากการกดทับของฝาถังครอบ (7) ด้านบน ที่ติดอยู่กับเกลียวหมุน (6) ทำให้เกิดการเสียดสีเป็นการครูดเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม

การทำงานของเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มตามการประดิษฐ์นี้ เริ่มจากการนำผลปาล์มดิบหรือผลปาล์มที่ผ่านการนึ่งหรือผ่านการอบด้วยเตาอบจนสุกแล้วใส่ลงในถัง (5) และหมุนเกลียวหมุน (6) ให้ฝาครอบ (7) ทับบนผลปาล์ม จากนั้นเปิดสวิตช์ให้มอเตอร์ (8) ทำงาน มอเตอร์จะส่งกำลังไปยังแกนเพลา (4) ทำให้หน้าจาน (3) ที่ยึดติดอยู่กับแกนเพลา (4) หมุน ขณะเดียวกันให้ค่อย ๆ ทำการหมุนเกลียวหมุนลงมาอีกเรื่อย ๆ จนเกิดการบดขยี้ทำให้เนื้อปาล์มแยกออกจากเมล็ดปาล์ม

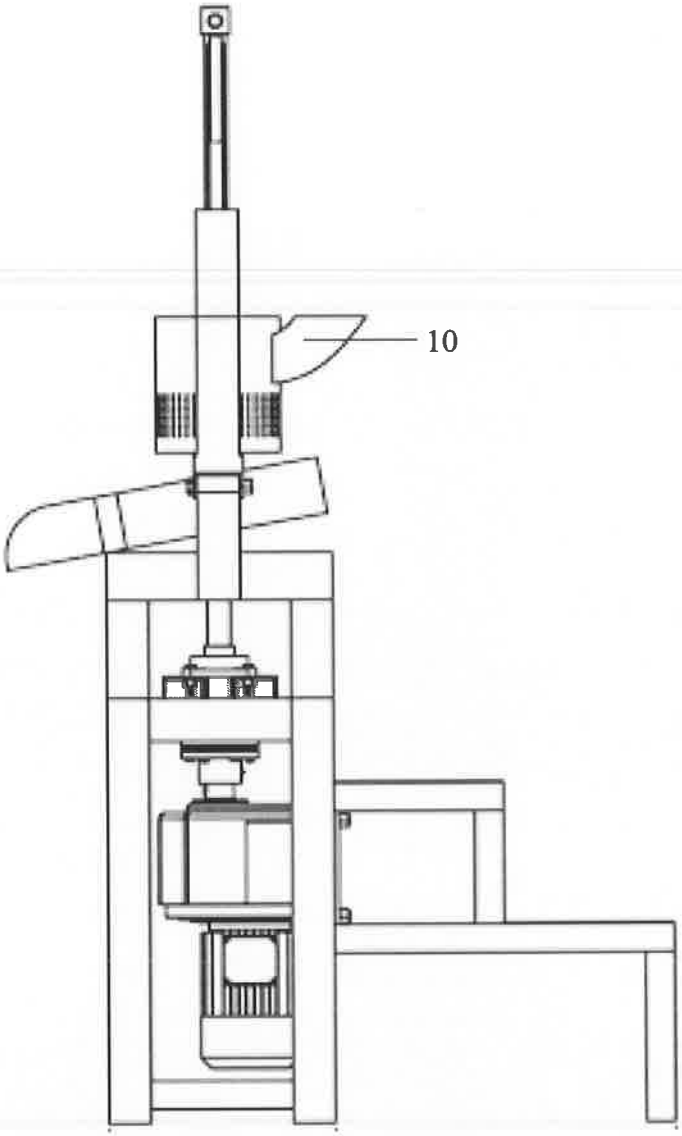
เครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ประกอบด้วย

- ตัวโครง (1) เป็นรูปสี่เหลี่ยม เป็นโครงสร้างของเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม
- ขาตั้ง (2) เป็นฐานของเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ติดตั้งอยู่ที่ส่วนล่างของตัวโครง
- หน้าจาน (3) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ครูดแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม
- แกนเพลา (4) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ไปยังหน้าจานที่ยึดติดอยู่ที่ปลายด้านบนของแกนเพลา
- ถังครอบ (5) มีลักษณะเป็นทรงกระบอกและเจาะรูเป็นวงกลมรอบ ๆ ยึดติดกับฝาถังครอบและเกลียวหมุน

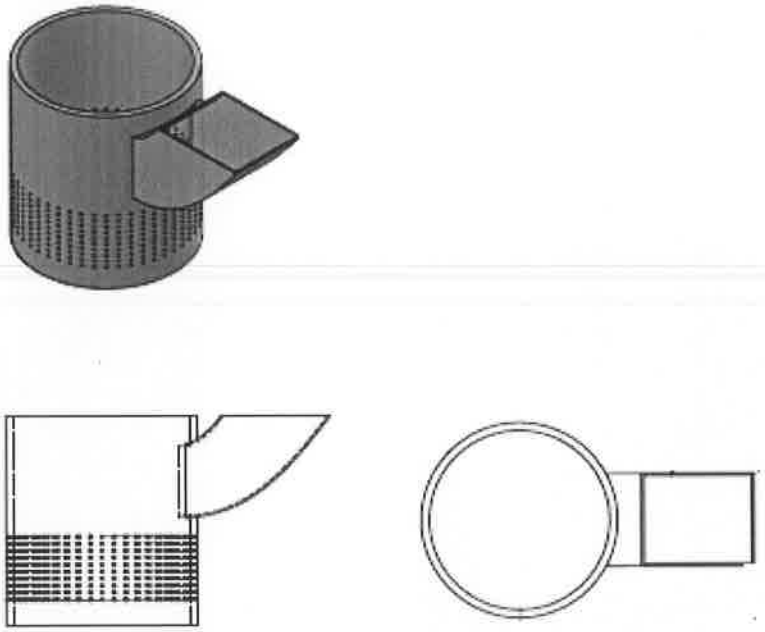
- เกลียวหมุน (6) ใช้สำหรับหมุนฝาถังครอบขึ้นหรือลง
- ฝาถังครอบ (7) ใช้กดทับผลปาล์มในขณะที่ทำการครูด
- มอเตอร์ (8) ติดตั้งอยู่ใต้ตัวโครง ที่ปลายด้านส่งกำลังของมอเตอร์ จะเชื่อมต่อกับแกนเพลา เมื่อมอเตอร์ทำงานจะทำให้แกนเพลาหมุน เมื่อแกนเพลา หมุนหน้าจานที่ติดอยู่กับแกนของเพลาก็จะหมุนไปด้วย
- ถาดรองรับ (9) ติดตั้งในแนวเอียง ที่ด้านบนของมอเตอร์ ด้านล่างของหน้าจาน
- ช่องรับผลปาล์ม (10) เป็นช่องรับผลปาล์มที่ต้องการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ติดตั้งที่ด้านข้างส่วนบนของถังครอบ



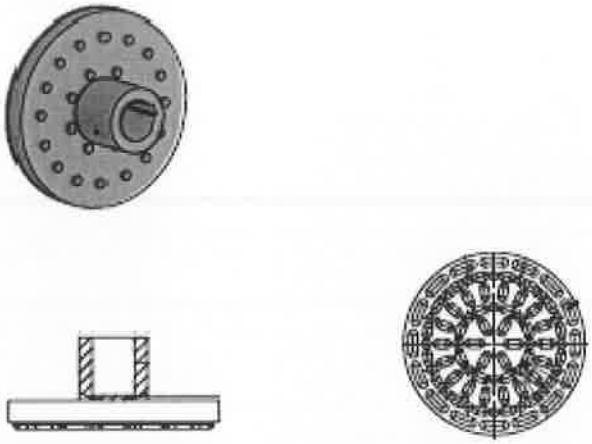
รูปที่ 4.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม



รูปที่ 4.2 ภาพด้านข้างของเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม



รูปที่ 4.3 ลักษณะของถังครอบ

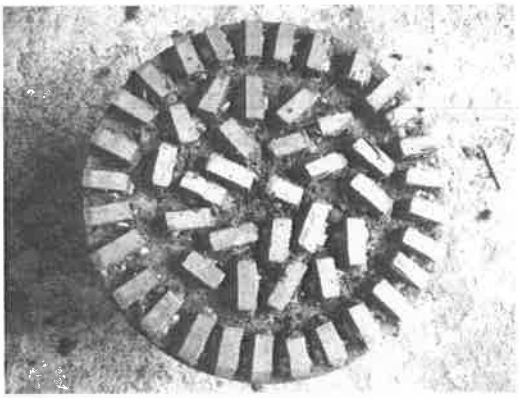


รูปที่ 4.4 ลักษณะหน้าจานสำหรับครูดเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม

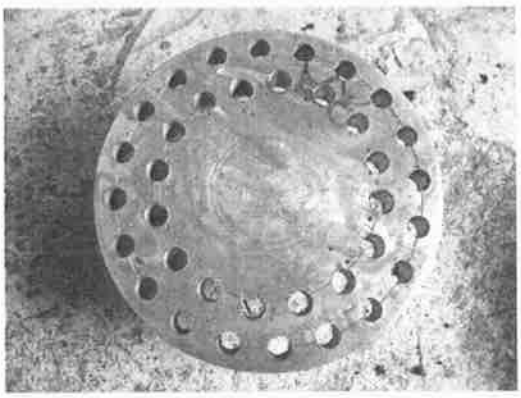
4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ทำการทดลองโดยใช้หน้าจานสำหรับครูดเนื้อปาล์ม 3 แบบ คือ (1) หน้าจานที่เจาะเป็นรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตรทั่วทั้งหน้าจาน และมีแท่งเหล็กรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเล็ก ๆ ด้านบนหน้าจาน (2) หน้าจานที่เจาะเป็นรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตรทั่วทั้งหน้าจาน (3) หน้าจานที่เจาะเป็นรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตรทั่วทั้งหน้าจาน และมีรอยเชื่อมเล็ก ๆ ด้านบนหน้าจาน ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ผลการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ด

ปาล์มโดยใช้หน้าจานแบบที่ 1 แสดงดังรูปที่ 4.6 ผลการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้หน้าจานแบบที่ 2 แสดงดังรูปที่ 4.7 และผลการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้หน้าจานแบบที่ 3 แสดงดังรูปที่ 4.8



(1) หน้าจานที่เจาะเป็นรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตรทั่วทั้งหน้าจาน และมีแท่งเหล็กรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 1x3 เซนติเมตร จำนวน 52 แท่ง ด้านบนหน้าจาน



(2) หน้าจานที่เจาะเป็นรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตร จำนวน 36 รู ทั่วทั้งหน้าจาน

(3) หน้าจานที่เจาะเป็นรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตร ทั่วทั้งหน้าจาน และมีรอยเชื่อมขนาด 0.8x3.5 เซนติเมตร จำนวน 32 รอย ด้านบนหน้าจาน

รูปที่ 4.5 ลักษณะหน้าจานแบบต่าง ๆ

รูปที่ 4.6 ผลการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้หน้าจานแบบที่ 1

รูปที่ 4.7 ผลการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้หน้าจานแบบที่ 2

รูปที่ 4.8 ผลการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้หน้าจานแบบที่ 3

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มของผลปาล์มอบไมโครเวฟเปรียบเทียบกับผลปาล์มนึ่ง โดยใช้หน้าจานแบบต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 4.1 หน้าจานแบบที่ 1 สามารถแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดได้ แต่ยังคงมีเนื้อผลปาล์มปาล์มติดเมล็ดอยู่บ้าง หน้าจานแบบที่ 2 ไม่สามารถแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดได้ ยังคงมีเนื้อผลปาล์มติดอยู่กับเมล็ดในปริมาณมาก ในขณะที่หน้าจานแบบที่ 3 สามารถแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดได้จนเมล็ดเกลี้ยง โดยผลการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มของผลปาล์มอบไมโครเวฟไม่แตกต่างกับผลปาล์มนึ่ง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม

แบบหน้าจาน	ผลปาล์มอบไมโครเวฟ			ผลปาล์มนึ่ง		
	น้ำหนักปาล์ม (กรัม)	เวลาที่ใช้ (นาที)	ลักษณะการแยกของเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม	น้ำหนักปาล์ม (กรัม)	เวลาที่ใช้ (นาที)	ลักษณะการแยกของเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม
แบบที่ 1	1001	2	สามารถแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดได้ แต่ยังคงมีเนื้อผลปาล์มติดเมล็ดอยู่บ้าง	999	2	สามารถแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดได้ แต่ยังคงมีเนื้อผลปาล์มติดเมล็ดอยู่บ้าง
แบบที่ 2	1003	2.07	ไม่สามารถแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดได้ ยังคงมีเนื้อผลปาล์มติดอยู่กับเมล็ดในปริมาณมาก	1003	2.42	ไม่สามารถแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดได้ ยังคงมีเนื้อผลปาล์มติดเมล็ดอยู่ในปริมาณมาก
แบบที่ 3	1005	2.01	สามารถแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดได้จนเมล็ดเกลี้ยง	1001	2.28	สามารถแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดได้จนเมล็ดเกลี้ยง

จากการทดลองใส่ผลปาล์มนึ่งในปริมาณครั้งละ 1 กิโลกรัม ลงในเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยทดลองกับหน้าจานทั้ง 3 แบบ พบว่าการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้หน้าจานแบบที่ 3 ให้ผลการทดลองเป็นที่น่าพึงพอใจมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 4.9 โดยสามารถแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มได้จนเกลี้ยงหมด ภายในเวลาประมาณ 2 นาที ซึ่งบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการที่ต้องการออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มให้มีขีดความสามารถในการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มได้ในปริมาณไม่ต่ำกว่า 0.2 กิโลกรัมปาล์มดิบต่อนาที

รูปที่ 4.9 เนื้อผลปาล์มและเมล็ดปาล์มที่ได้จากการแยกโดยเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ที่ใช้หน้าจานแบบที่ 3

จากการทดลองแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้เครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ที่ใช้หน้าจานแบบที่ 3 ทำการแยกเนื้อผลปาล์มจากผลปาล์มดิบ ผลปาล์มนึ่ง และ ผลปาล์มอบไมโครเวฟ แสดงดังตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าผลการแยกเนื้อผลปาล์มจากผลปาล์มดิบจะได้เนื้อผลปาล์มเฉลี่ย 63.42% ได้เมล็ดปาล์มเฉลี่ย 37.83% และได้น้ำมันเฉลี่ย 15.17% ผลการแยกเนื้อผลปาล์มจากผลปาล์มนึ่งจะได้เนื้อผลปาล์มเฉลี่ย 70.80% ได้เมล็ดปาล์มเฉลี่ย 29.20% และได้น้ำมันเฉลี่ย 15.57% ผลการแยกเนื้อผลปาล์มจากผลปาล์มอบไมโครเวฟจะได้เนื้อผลปาล์มเฉลี่ย 54.60% ได้เมล็ดปาล์มเฉลี่ย 45.40% และได้น้ำมันเฉลี่ย 9.60%

ตารางที่ 4.2 ผลการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ที่ใช้หน้าจานแบบที่ 3

ปาล์มดิบ	น้ำหนักเริ่มต้น (g)	น้ำหนักเนื้อ (g)	% เนื้อ	น้ำหนักเมล็ด (g)	% เมล็ด	ปริมาณน้ำมัน (g)	% น้ำมัน
1	1000.00	636.00	63.60	364.00	36.40	160.00	16.00
2	600.00	387.00	64.50	213.00	35.50	91.00	15.17
3	600.00	373.00	62.17	227.00	37.83	86.00	14.33
ค่าเฉลี่ย	733.33	465.33	63.42	268.00	36.58	112.33	15.17
ปาล์มนึ่ง							
1	1000.00	785.00	78.50	215.00	21.50	221.00	22.10
2	1000.00	657.00	65.70	343.00	34.30	133.00	13.30
3	1000.00	682.00	68.20	318.00	31.80	113.00	11.30
ค่าเฉลี่ย	1000.00	708.00	70.80	292.00	29.20	155.67	15.57
ปาล์มอบไมโครเวฟ							
1	1000.00	357.00	35.70	643.00	64.30	53.00	5.30
2	1000.00	742.00	74.20	258.00	25.80	94.00	9.40
3	1000.00	539.00	53.90	461.00	46.10	141.00	14.10
ค่าเฉลี่ย	1000.00	546.00	54.60	454.00	45.40	96.00	9.60

4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์ม

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มของเนื้อผลปาล์มที่ได้จากการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้เครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ที่ใช้หน้าจานแบบที่ 3 ทำการแยกเนื้อผลปาล์มจากผลปาล์มดิบ ผลปาล์มนึ่ง และ ผลปาล์มอบไมโครเวฟ แสดงดังตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ (ตารางที่ 4.4) จะเห็นได้ว่า % yield ของปาล์มดิบและปาล์มนึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อยแต่ค่า % yield ของปาล์มอบไมโครเวฟต่ำกว่าค่ามาตรฐานมาก เมื่อพิจารณาค่าความชื้นจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นของทุกตัวอย่างไม่เกินค่าที่มาตรฐานกำหนด ค่าไอโอดีนของปาล์มดิบและปาล์มนึ่งอยู่ที่ช่วงที่มาตรฐานกำหนด แต่ค่าไอโอดีนของปาล์มอบไมโครเวฟต่ำกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย ปริมาณกรดไขมันอิสระของปาล์มดิบสูงกว่ามาตรฐานมาก อาจเนื่องมาจากไม่ได้นำเนื้อผลปาล์มไปสกัดน้ำมันทันทีหลังจากการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มสูงมาก (ทำการสกัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันหลังจากทำการแยกเนื้อผลปาล์มประมาณ 48 ชั่วโมง) ส่วนปาล์มนึ่งมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงกว่ามาตรฐานเล็กน้อย ปาล์มอบไมโครเวฟมีปริมาณกรดไขมัน 4.39% ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐาน น้ำมันที่สกัดจากเนื้อผลปาล์มดิบและเนื้อผลปาล์มนึ่ง มีค่า DOBI ตามที่มาตรฐานกำหนด แต่น้ำมันที่สกัดจากเนื้อผลปาล์มอบไมโครเวฟมีค่า DOBI ต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าทุกตัวอย่างมีปริมาณวิตามิน

A สูง โดยเฉพาะเนื้อผลปาล์มดิบและเนื้อผลปาล์มนึ่ง ส่วนค่า Impurity จะเห็นได้ว่ามีเพียงผลปาล์มอบไมโครเวฟเท่านั้นที่มีค่า Impurity ไม่เกินค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์ม

ตัวอย่าง	% yield	moisture	Iodine Value	Free fatty acid (%)	DOBI	Vitamin A	Impurity
ปาล์มดิบ	15.17	0.40	52.80	18.95	2.46	494.99	0.83
ปาล์มนึ่ง	15.57	0.23	52.60	5.14	3.23	510.44	0.50
ปาล์มอบไมโครเวฟ	9.60	0.05	51.49	4.39	1.93	226.37	0.02

ตารางที่ 4.4 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ

ตัวอย่าง	% yield	moisture	Iodine Value	Free fatty acid	DOBI	Vitamin A	Impurity
น้ำมันปาล์มดิบ CPO	18-22	ไม่เกิน 0.5 %	52-55	ไม่เกิน 5%	ไม่ต่ำกว่า 2	-	ไม่เกิน 0.05 %

4.5 ผลการทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าโดยใช้สูตร

$$W = Pt$$

เมื่อกำหนดให้ W = พลังงานไฟฟ้า หน่วยเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh)
P = กำลังไฟฟ้า หน่วยเป็นกิโลวัตต์ (kW)
t = เวลา หน่วยเป็นชั่วโมง (h)

การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า *(P)*

สำหรับการทดลองนี้ มอเตอร์ที่ใช้กับเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม มีขนาด 2 Hps ซึ่งสามารถคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

มอเตอร์ขนาด 1 Hps มีกำลังไฟฟ้า *(P)* = 0.7457 kW

มอเตอร์ขนาด 2 Hps มีกำลังไฟฟ้า *(P)* = 2 x 0.7457 = 1.4914 kW

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า *(W)* เมื่อใช้หน้าจานแบบที่ 1 ใช้เวลาในการแยก 2 นาที

เมื่อ P = 1.4914 kW

t = (2)/(60) = 0.0333 h (เวลาที่ใช้)

จะได้ $W = Pt$ = 1.4914 x 0.0333 = 0.0497 kWh

ดังนั้น การแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้เครื่องการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม เมื่อใช้หน้าจานแบบที่ 1 ใช้พลังงานไฟฟ้า 0.0497 kWh ต่อน้ำหนักผลปาล์มนึ่ง 999 กรัม

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า *(W)* เมื่อใช้หน้าจานแบบที่ 2 ใช้เวลาในการแยก 2.42 นาที

เมื่อ P = 1.4914 kW

t = (2.42)/(60) = 0.0403 h (เวลาที่ใช้)

จะได้ $W = Pt$ = 1.4914 x 0.0403 = 0.0602 kWh

ดังนั้น การแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้เครื่องการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม เมื่อใช้หน้าจานแบบที่ 2 ใช้พลังงานไฟฟ้า 0.0602 kWh ต่อน้ำหนักผลปาล์มนึ่ง 1003 กรัม

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า *(W)* เมื่อใช้หน้าจานแบบที่ 3 ใช้เวลาในการแยก 2.28 นาที

เมื่อ P = 1.4914 kW

t = (2.28)/(60) = 0.0380 h (เวลาที่ใช้)

จะได้ $W = Pt$ = 1.4914 x 0.0380 = 0.0567 kWh

ดังนั้น การแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยใช้เครื่องการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม เมื่อใช้หน้าจานแบบที่ 3 ใช้พลังงานไฟฟ้า 0.0567 kWh ต่อน้ำหนักผลปาล์มนึ่ง 1001 กรัม

บทที่ 5

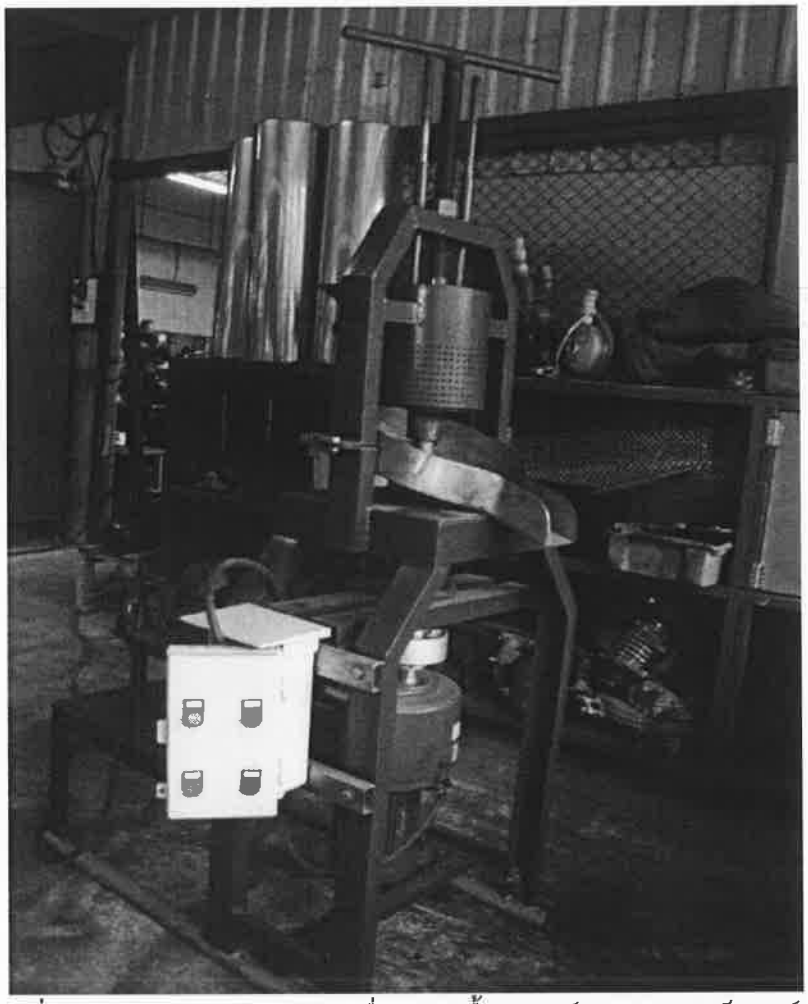
สรุปผลการวิจัย

กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มจากทะลายปาล์ม จะเริ่มจากการนำทะลายสด (FFB: Fresh Fruit Bunch) เข้าในหม้อนึ่งซึ่งมีความดันสูงเพื่อให้ผลปาล์มหลุดจากทะลาย ผลปาล์มที่แยกออกจากทะลายแล้วจะถูกแยกน้ำมันออก น้ำมันที่ได้จะทำความสะอาดเพื่อแยกสิ่งสกปรกที่เจือปนในน้ำมัน (สลัดจ์) ทำให้ได้น้ำมันเปลือกผลปาล์มที่สะอาด ส่วนเมล็ดในและกากใยจะถูกแยกออกไป เมล็ดปาล์มจะถูกกะเทาะแยกเป็นกะลาและเมล็ดใน กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มส่วนใหญ่จะเป็นการสกัดจากชั้นเปลือกหรือที่เรียกว่า Mesocarp ดังนั้นเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มจึงจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีในการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีในการแยกเนื้อผลปาล์มยังไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร ทำให้เกิดแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มที่สามารถแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มได้ และยังทำให้ขั้นตอนการสกัดน้ำมันมีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

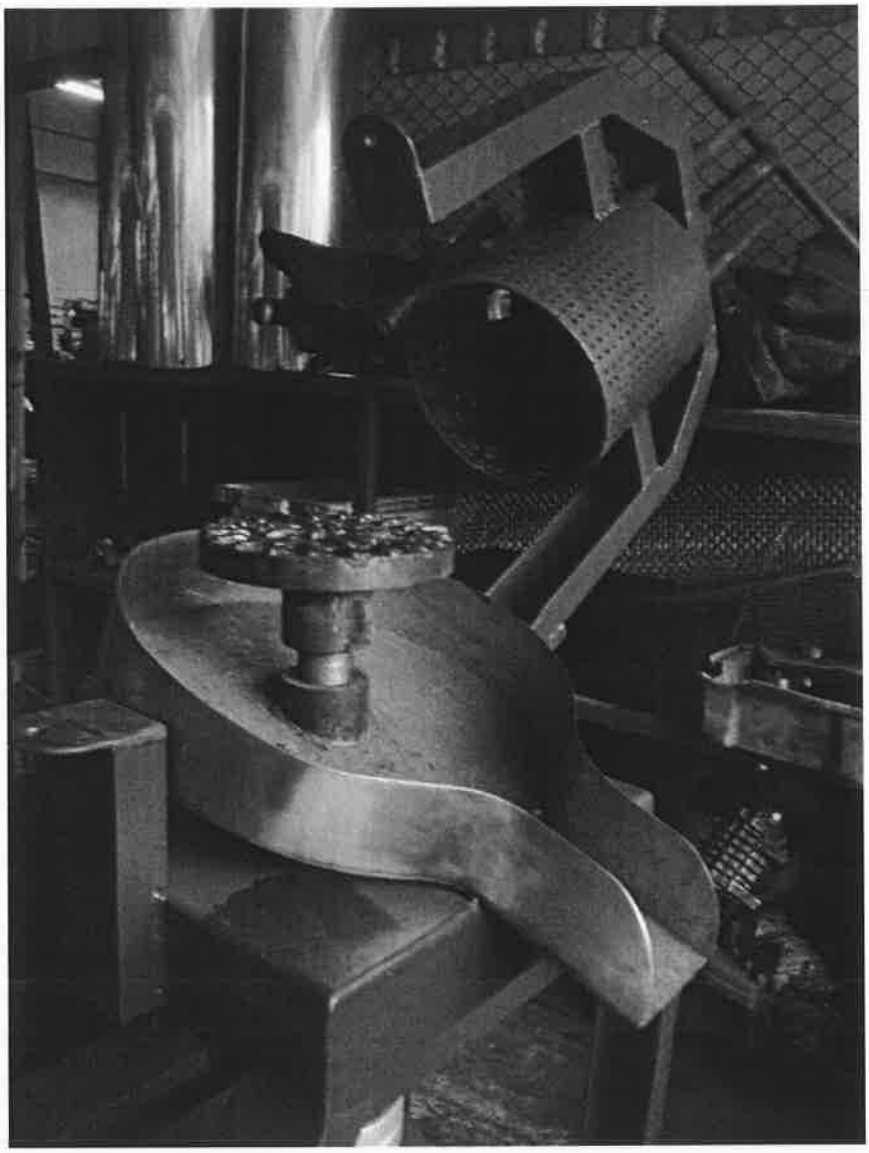
เครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม (รูปที่ 5.1 ถึงรูปที่ 5.2) ที่ได้ทำการประดิษฐ์ขึ้นนี้มีลักษณะที่ประกอบด้วย ตัวโครง มีขาหลัก 4 ขา ส่วนล่างจะติดตั้งมอเตอร์พร้อมเกียร์ ที่ปลายด้านส่งกำลังของมอเตอร์จะเชื่อมต่อกับแกนหมุนซึ่งด้านบนจะติดตั้งถาดรองรับในแนวเอียง และที่ปลายบนสุดของแกนหมุนจะติดตั้งหน้าจานที่แต้มให้เกิดรอยนูนเล็กน้อย หลาย ๆ รอย สำหรับครูดเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ส่วนบนสุดเป็นชุดบีบอัดประกอบด้วยถังครอบที่ฝาด้านในเป็นหน้าจานยึดติดกับเกลียวหมุนซึ่งหน้าจานมีลักษณะเหมือนกับหน้าจานที่ติดอยู่กับแกนเพลา และที่ด้านข้างส่วนบนของถังครอบจะมีช่องรับผลปาล์มที่ต้องการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มลงไปในถัง จากนั้นหมุนเกลียวซึ่งยึดติดกับหน้าจานลงมาทับผลปาล์มที่อยู่ในถัง แล้วเปิดสวิทช์ให้มอเตอร์ทำงานด้วยความเร็ว 9 รอบต่อนาที เมื่อมอเตอร์ทำงานแกนเพลาที่ติดตั้งหน้าจานไว้ก็จะหมุนครูดเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม เป็นการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม จากนั้นสามารถนำเนื้อผลปาล์มไปสกัดน้ำมันจากเปลือกผลปาล์ม ส่วนเมล็ดปาล์มจะถูกกะเทาะแยกเป็นกะลาและเมล็ดในเพื่อสกัดเป็นน้ำมันจากเมล็ดในปาล์มต่อไป ทำให้ขั้นตอนการสกัดน้ำมันมีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งทำให้ผลผลิตที่ได้รับมีปริมาณและคุณภาพเพิ่มมากขึ้นด้วย

การแยกเนื้อปาล์มที่ไม่ได้ผ่านการนึ่งให้ความร้อนนั้น ยังมีการทำงานของเอนไซม์ไลเปสอยู่ตลอดเวลา ถ้าปล่อยไว้เนิ่นนาน ผลที่ตามมาคือเกิดกรดไขมันอิสระสูงมาก จึงควรนำเนื้อผลปาล์มที่ได้เข้าสู่กระบวนการบีบน้ำมันทันที

เครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม ที่ได้ทำการประดิษฐ์ขึ้นนี้ ได้ออกแบบให้เหมาะสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยปาล์ม เกษตรกรรายย่อย และอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มชุมชน เป็นการคิดค้นเครื่องมือเพื่อเชื่อมต่อกับกระบวนการผลิตทั้งแบบใช้ไอน้ำ และไม่ใช้ไอน้ำที่มีอยู่แล้ว เพื่อเป็นจุดเริ่มในการต่อยอดไปสู่กระบวนการบีบเย็น โดยจะออกแบบให้เครื่องมีขีดความสามารถในการแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มได้ในปริมาณไม่ต่ำกว่า 0.2 กิโลกรัมปาล์มดิบต่อนาที



รูปที่ 5.1 ลักษณะภายนอกของเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม



รูปที่ 5.2 ลักษณะภายในของเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม

เอกสารอ้างอิง

กรรมมันต์ ชูประเสริฐ,อนันต์ อกนิษฐาชาติและทวี งามวิไลทร. 2539. การออกแบบเครื่องจักรกล. กรุงเทพฯ: แมคกรอ-ฮิล อินเตอร์เนชั่นแนล เอ็นเตอร์ไพรส์ อิงค์.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการปาล์มน้ำมัน. โรงพิมพ์ดอกเบี้ย กรุงเทพฯ. 188 หน้า.

จำลอง ปราบแก้ว จารุวัตร เจริญสุข และ ปัญญา แดงวิไลลักษณ์. 2545. เครื่องแยกผลปาล์มจากทะลายชนิดถังกลมและฐานหมุน. จดหมายข่าว ปาล์มน้ำมัน ปีที่ 3 ฉบับที่ 4 เดือนธันวาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ นิทัศน์ สองศรี ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ ชัยรัตน์ นิลนนท์ และ ยงยุทธ เชื้อมงคล. 2544. การกระจายตัว สหสัมพันธ์ และอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ในลูกชั่วที่ 2 ของปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์ ฉบับ วทท. 23(ฉบับพิเศษ): 705-715.

ธีระพงศ์ จันทรนิยม. 2551. ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ: เอ็ม นอว์ลิจ สแตรททิจิค จำกัด.

นงเยาว์ เมืองดี. 2553. เครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นงเยาว์ เมืองดี เบญจมาภรณ์ พิมพา จันทนา ไชยสงคราม พาทิณี เมืองมีศรี อรพินท์ เพิ่มแก้ว ปิยะพงษ์ รอดนาโพธิ และ คัมภีร์ ช่วยเพชร. 2555. เครื่องคัดแยกกากปาล์ม. เลขที่คำขอ: 1201002647 วันที่ขอ: 01 มิถุนายน 2555 เลขที่ประกาศ: 138924 วันที่ประกาศ: 16 มกราคม 2558. ระบบสืบค้นข้อมูลสิทธิบัตรออนไลน์. กรมทรัพย์สินทางปัญญา.

บัณฑิต จำรัส บริษัท เกรท อะโกร จำกัด. 2552. ระบบสกัดน้ำมันปาล์มแบบไม่ใช้ไอน้ำ ขนาด 1 ตันผลปาล์มร่วงต่อชั่วโมง. งานประชุมวิชาการวิศวกรรมเครือเจริญโภคภัณฑ์.

บุษบา ล้อประเสริฐ. 2548. ปาล์มน้ำมัน. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตร. กรุงเทพฯ.

พรรณนีย์ วิชชาชู. 2548. น้ำมันปาล์มกับไบโอดีเซล. จดหมายข่าวผลิใบ ก้าวใหม่การวิจัยและพัฒนาการเกษตร 7 (12): 2-5.

ศิริวรรณ ประเศรษฐานนท์ และ สุดารัตน์ เตชะศรีประเสริฐ. 2547. ยุทธศาสตร์อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ปี 2547-2572. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. มปป. การแปรรูปปาล์มน้ำมัน. วิชาการปาล์มน้ำมัน (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.doa.go.th/palm/linkTechnical/oil%20palm%20processing.html [19 พฤษภาคม 2557].

สัณห์ชัย กลิ่นพิกุล และ สุรเชษฐ์ ชิระมณี. 2530. โรงงานหีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กสำหรับเกษตรสวนปาล์มรายย่อยของประเทศไทย. โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กตามพระราชดำริ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. สงขลา.

สุธา วัฒนสิทธ์ และ เสาวนิต คูประเสริฐ. 2544. การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสัตว์. ว.สงขลานครินทร์ วทท. 2544 23(ฉบับพิเศษ): 741-752.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2558. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

FAO. 2004. Small Scale Palm Oil Processing in African. FAO Agricultural Service. Bulletin 148.

Ojomo A. O., Ologunagba, F. O., and Alagha S. A. 2010. Performance evaluation of a palm fruit bunch stripper. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 5(9): 29-33.

Ologunagba, F. O., Olutayo, L. A. and Ale, M.O. 2010. Development of palm nut and fiber separator. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 5: 10-15.

Poku, K. 2002. Small-scale palm oil processing in Africa. FAO agricultural services bulletin N°148, FAO, Roma.

Prasertsan, S. and Prasertsan, P. 1996. Biomass residues from palm oil mills in Thailand: An overview on quantity and potential usage. Biomass and Bioenergy. 11 (5): 387–395.

Prasertsan, S. and Sajjakulnukit. B. 2006. Biomass and bio-gas energy in Thailand: Potential, opportunity and barriers, Renewable Energy. 31(5): 599-610.

Sihabut, T. and Laemsak, N. 2010. Feasibility of producing insulation boards from oil palm fronds and empty Fruit bunches. Songklanakarin J. Sci. Technol. 32 (1): 63-69.

Sridach, W. 2010. Pulping and paper properties of Palmyra palm fruit fibers. Songklanakarin J. Sci. Technol. 32 (2): 201-205.

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

สำหรับงานวิจัยต่อไปที่จะพัฒนาต่อยอดจากงานวิจัยนี้ คือ

1. ออกแบบเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มที่ทำงานแบบต่อเนื่อง เพื่อให้การแยกเนื้อปาล์มเร็วและสะดวกขึ้น
2. ศึกษาระยะเวลาตั้งแต่การแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์มจนกระทั่งเข้าเครื่องบีบน้ำมันปาล์ม (retention time) ที่จะไม่ส่งผลกระทบต่อการก่อตัวของกรดไขมันอิสระ (FFA) ในเนื้อผลปาล์มที่แยกออกจากเมล็ดปาล์มแล้ว
3. ออกแบบและสร้างเครื่องบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยปาล์ม
4. ออกแบบและสร้างเครื่องบีบน้ำมันปาล์มแบบเย็นจากเนื้อผลปาล์มที่ได้จากการแยกโดยเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม
5. ออกแบบและสร้างเครื่องบีบน้ำมันปาล์มแบบเกลียวอัด (screw press) เพื่อบีบน้ำมันจากเนื้อผลปาล์ม และจากเมล็ดในปาล์ม ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพราะเครื่องที่มีใช้ในอุตสาหกรรมมีการออกแบบไม่ชัดเจน และไม่แน่ใจว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดแล้วหรือยัง
6. ออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะกะลาปาล์ม
7. ออกแบบและสร้างโรงบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแห่งมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี (PSU-Surat Palm Oil Pilot Plant)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ผลงานที่ได้รับการจดอนุสิทธิบัตร

เลขที่อนุสิทธิบัตร 9407

อสป./200 - ข

อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
ขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542
รมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

รับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี)
ดัง ในอนุสิทธิบัตรนี้

าย	1903000899
อนุสิทธิบัตร	5 สิงหาคม 2557
์	ศ.นงเยาว์ เมืองดี และ รศ.ดร.อุไรวะ ประเสริฐสรรพ์
ีการประดิษฐ์	เครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากผลปาล์ม

ให้ผู้รองก สิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้	ณ	วันที่	23	เดือน	ตุลาคม	พ.ศ.	2557
หมดอายุ	ณ	วันที่	4	เดือน	สิงหาคม	พ.ศ.	2563

(ลงชื่อ).....

(นางมาลี โชคล้ำเลิศ)
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

พนักงานเจ้าหน้าที่

หมายเหตุ
1. ผู้รองอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีปีแรกปีที่ 6 ของอนุสิทธิบัตร มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรจะสิ้นอายุ
2. ผู้รองอนุสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวก็ได้
3. ภายใน 90 วันก่อนวันสิ้นอายุอนุสิทธิบัตร ผู้รองอนุสิทธิบัตรมีสิทธิยื่นขอต่ออายุอนุสิทธิบัตรได้ 2 ครั้ง ๆ ละ 5 ปี
ครั้งละ 2 ปี โดยยื่นคำขอลงก่อนอายุ ต่อพนักงานเจ้าหน้าที่
4. ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรและการโอนอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

019881

ภาคผนวก ข. บทความวิจัยที่นำเสนอในที่ประชุมวิชาการนานาชาติ

A bench-top machine for oil palm mesocarp separation

Nongyao Mueangdee[1,a], Suteera Prasertsan[2,b]

[1]Department of Industrial Management Technology, Faculty of Science and Industrial Technology, Prince of Songkla University, Surat Thani campus, Surat Thani 84100, Thailand

[2]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineer, Prince of Songkla University, Songkhla 90110, Thailand

[a]nongyao_mueangdee@yahoo.com, [b]suteerapsu@gmail.com

Corespinding author: Nongyao Mueangdee[1,a]

Keywords: palm mesocarp, separation, palm oil milling

Abstract. Palm oil is rich in carotenoids and the major component of its glycerides is the saturated fatty acid palmitic. Because of its economic importance as high-yielding source of edible and technical oils, the oil palm is now grown as a plantation crop in most countries with high rainfall in tropical climates within 10 of the equator. The individual fruit ranging from 6 to 20 gm, are made up of an outer skin (the exocape), a pulp (mesocarp) containing the palm oil in a fibrous matrix; a central nut consisting of a shell (endocarp); and the kernel, which itself contains an oil, quite different to palm oil, resembling coconut oil [3]. Nowaday in Thailand there is no small-scale suitable machine for farmers to separate palm mesocarp from palm nut. This research aims to develop a machine to separate palm fruit mesocarp to yield palm oil of better quality. The machine has four units, namely a mechanical power unit, feed unit, mesocarp milling unit, and discharge unit. The vital part is the mesocarp milling disc, which is the main report of this paper. There are three types of discs according to the surface typography under this study: 1) a disk with small holes and rectangular steel bars on the disk surface; 2) a disk with small holes, each with 1.2 centimeter diameter; 3) a disk with small holes and small steel items on the disk surface. It was found that the highest yield was obtained from the disk with small steel items and can separate mesocarp cleanly from the palm fruit.

Introduction

Oil palm is economically important because of its high-yield of edible oil. Oil palms are now grown in large plantation in many countries with high rainfall and tropical climate, within 10 degrees from the equator. The individual fruit range in size from 6 to 20 gm, and have an outer skin (exocape), pulp (mesocarp) containing the palm oil in its fibrous matrix, and a central nut. The nut consists of a shell (endocarp) and a kernel that contains oil, similar to coconut oil [3]. Palm oil milling is normally a large industry with intense investment cost. Small indigenous industry has adopted the coconut oil screw presses, but yields mixed oil from the mesocarp and the nuts. The mixed oil is considered as low-quality oil in the market view point. As its high potential for biodiesel production and the subsequent renewable energy strategy, Thailand has pushed forward a plan to increase her palm oil production. However, large plantation is not possible for the limited agricultural land. Many small rubber plantations were replaced by oil palm trees. To cope with the scattering production, there is a pressing need for small-scale milling equipment which capable to extract mesocarp oil only. This paper reports the design, build and test of a bench-top equipment to prove the concept which is expected to be suitable for further small-scale machine development.

Design Concept

Product designers habitually balance on the verge of arts, crafts and science, while customarily co-operating in teams consisting of designers and representatives from other fields of expertise, they might be rather discerning in identifying the set of implements to draw from. Such instruments, or more specifically tools and techniques, can significantly further design projects and the way in which those projects are executed. Creativity and decision-making are major components of design projects [1]. In general in engineering as we design new products and systems, we utilize science, and engineering methods and tools to manage the complexity by transforming the problem from complex to manageable and controlled [2]. The design of a bench-top equipment, we utilize science, and engineering methods to reach pressing need for small-scale milling equipment which capable to extract mesocarp oil. The design concept borrowed traditional manual rice milling machine, where rough surface mill out the rice husk, which, in this case represented by the mesocarp.

A bench-top machine for oil palm mesocarp separation

The machine to separate palm mesocarp from palm nut was designed and constructed for oil palm research unit in order to serve small farmers. It comprises of 4 units namely, a mechanical power unit, feed unit, mesocarp milling unit, and discharge unit. Fig. 1 shows the designed machine. It's frame is made of steel, and the bottom of frame houses a motor connected via gears to the mesocarp milling unit, with linkage to the feed unit on top of the frame. The output unit is between the motor and the mesocarp milling unit.

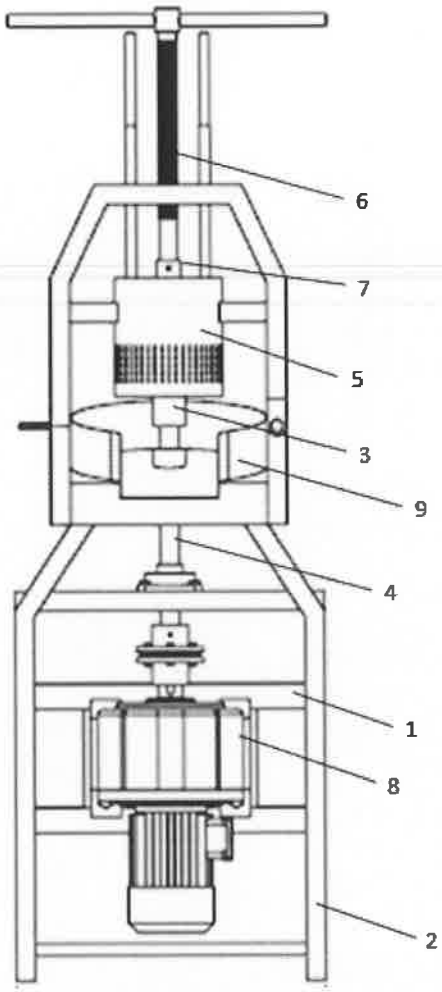


Fig. 1. Drawing of a bench-top machine for oil palm mesocarp separation.

The bench-top machine for oil palm mesocarp separation (Fig. 1, Fig. 2) consists of the following parts:

1 - structure frame
2 - tripod
3 - disk
4 - axle
5 - bucket
6 - screw
7 - lid
8 - motor
9 - tray

Materials used to construct the machine that separates palm mesocarp from palm nut were as follows:

1. stainless steel
2. metal sheet
3. metal structure
4. knot and screw
5. motor and gear 2HP, 380V 10RPM
6. flanged rigid couplings

7. flange bearings UCF 208-40
8. control box

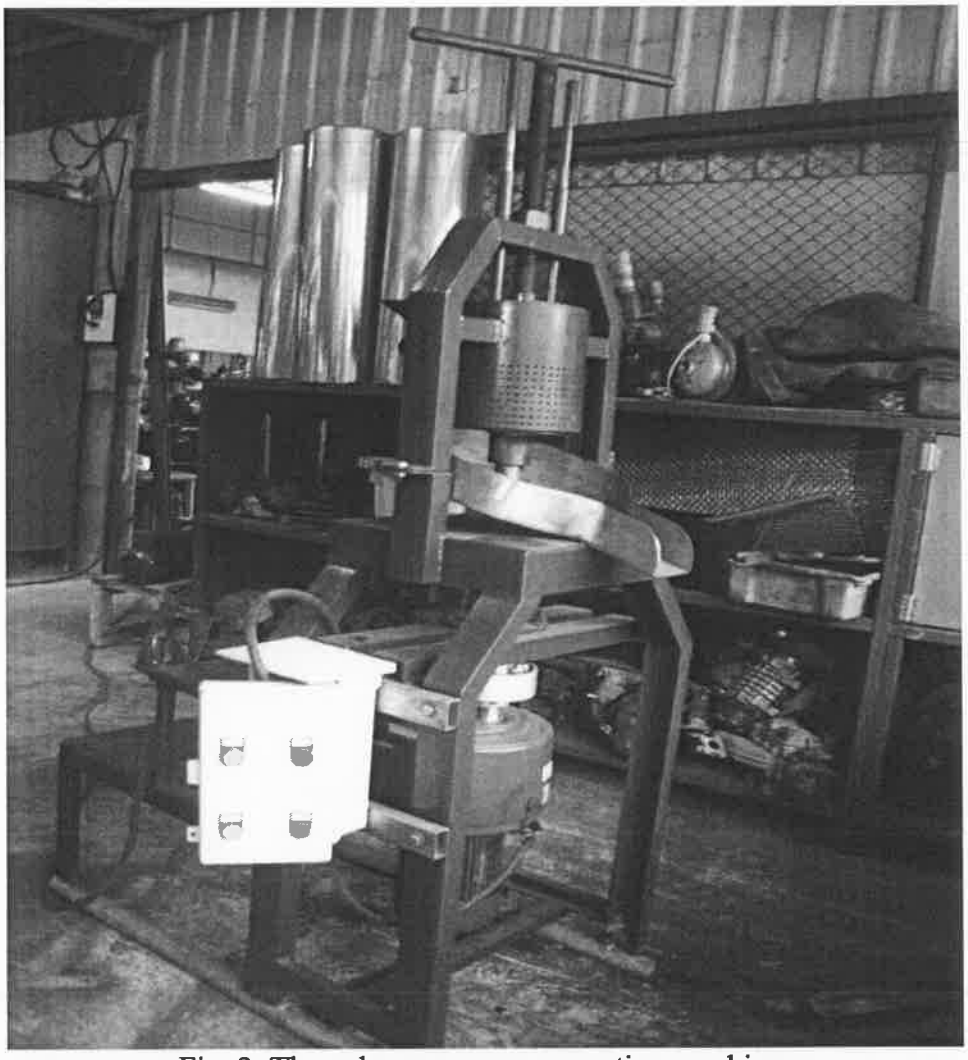
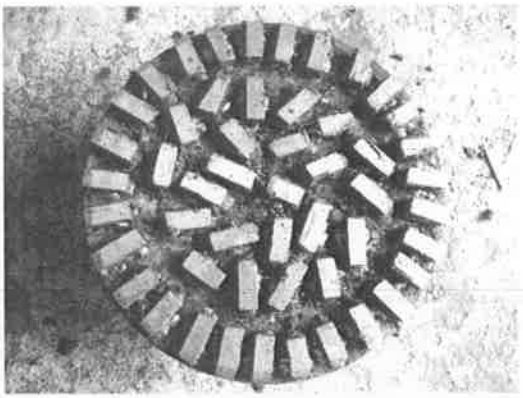


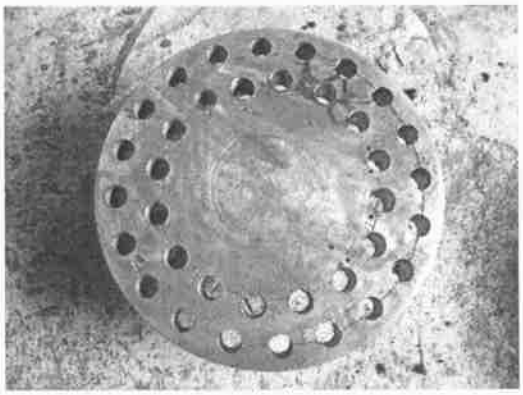
Fig. 2. The palm mesocarp separation machine.

Testing of the bench-top machine for oil palm mesocarp separation

On testing the efficiency of this machine we used three types of separation disk: 1) a disk with 52 rectangular steel bars (1x3 centimeters) on the disk surface (Fig. 3(a)); 2) a disk with 36 holes, each with 1.2 centimeter diameter (Fig. 3(b)); and 3) a disk with 32 cylindrical rounded steel protrusions (0.8x3.5 centimeters) fixed flat on the disk surface (Fig. 3(c)). In the efficiency tests the third option separated palm mesocarp cleanly from palm nut.



(a) Separation disk with 52 rectangular steel bars (1x3 centimeters) on the disk surface.



(b) Separation disk with 36 holes, each with 1.2 centimeter diameter.

(c) Separation disk with 32 rounded steel protrusions (0.8x3.5 centimeters) on the disk surface.

Fig. 3. Different separation diskes.

Fig. 4. Palm mesocarp and palm nuts after mechanical separation with the machine described using the third option.

Table 1. The efficiency test result of a bench-top machine for oil palm mesocarp separation.

Types of separation disk	**microwave palm**			**vapor palm**		
	palm weight (g)	separation time (minutes)	separation characteristic	palm weight (g)	separation time (minutes)	separation characteristic
Disk with 52 rectangular steel bars	1001	2	The disk can't give clean separation of palm mesocarp from palm nuts.	999	2	The disk can't give clean separation of palm mesocarp from palm nuts.
Disk with 36 holes	1003	2.07	The disk can't separate palm mesocarp from palm nuts.	1003	2.42	The disk can't separate palm mesocarp from palm nuts.
Disk with 32 steel items	1005	2.01	The disk can give clean separation of palm mesocarp from palm nuts.	1001	2.28	The disk can give clean separation of palm mesocarp from palm nuts.

The efficiency test result of a bench-top machine for oil palm mesocarp separation shows in table 1. Disk with 52 rectangular steel bars can't give clean separation of palm mesocarp from palm nuts, disk with 36 holes can't separate palm mesocarp from palm nuts, but disk with 32 steel items separated palm mesocarp cleanly from palm nut.

The initial users of this laboratory bench-top machine include researchers, teachers, and students who studying palm oil production. Later on similar machines can help farmers separate palm mesocarp from palm nut, so that they can compress palm mesocarp and produce palm oil themselves, which is a new option in managing the economy of the farm. The palm fruit can be easily and safely separated into palm mesocarp and palm nut, and the

power consumption is low, while the machine is robust and should require little maintenance. The palm nuts were not cracked in our testing. Fig. 4 shows palm mesocarp and palm nuts after their separation, and demonstrates the cleanness of this separation.

Summary

We designed a bench-top mechanical separation machine for the process palm fruit so that mesocarp and palm nuts can be collected. The design of the machine ensures safe operation, the energy requirement is low, and the design is robust for practical use. In efficiency tests, a separation disk with rounded protrusion on the surface of a perforated disk gave clean separation of palm mesocarp from palm nuts, and the processing required about 2 minutes per 1 kilogram of palm fruit. Aside from research use in the laboratory, similar devices could be useful to small-scale processing on farms.

Acknowledgements

The author gratefully acknowledges financial support from Prince of Songkla University, (contract reference number S&T5503665) Hat Yai, Songkhla, Thailand. Dr. Seppo Karrila provided helpful comments and suggestions on the draft manuscript.

References

[1] E. Lutters, F.J.A.M. van Houten, A. Bernard, E. Mermoz, C.S.L. Schutte. Tools and techniques for product design. CIRP Annals – Manufacturing Technology 63, 607–630. (2014).

[2] W. ElMaraghy, HA. ElMaraghy, T. Tomiyama, L. Monostori. Complexity in Engineering Design and Manufacturing. CIRP Annals – Manufacturing Technology 61(2):793–814. (2012).

[3] K. Poku: Small-scale palm oil processing in Africa. FAO agricultural services bulletin N°148, FAO, Roma. (2002).