



รายงานการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์ม
ผ่านกระบวนการอบลมร้อน

Design And Development Of Palm Mesocarp Maceration
and Separator Machine By Hot Air Drying Process

สุพร ฤทธิภักดี Suporn Rittiphakdee

ชูเกียรติ ชูสกุล Chookiat Choosakul

ทวิช กล้าแท้ Tawich Klathae

เมธพร มีเดช Metaporn Meedate

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการจัดการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2567

การออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อน

สุพร ฤทธิภักดี¹ ชูเกียรติ ชูสกุล¹ ทวิช กล้าแท้¹ และ เมธาพร มีเดช²

บทคัดย่อ

การทำวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษารูปแบบของผิวแผ่นกดผลปาล์ม และแผ่นฉีกเนื้อปาล์มของเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อน ได้ออกแบบผิวแผ่นกดผลปาล์มไว้ 3 รูปแบบ คือ แบบเรียบ แบบลายตาข่าย แบบลายก้นหอย ส่วนแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม มีรูปแบบผิว คือ แบบเรียบ แบบเส้นตรง แบบเส้นโค้ง แรงกดที่ใช้ในการทดลอง 6.5 และ 12.5 กิโลกรัม การทดลองเป็นการนำผลปาล์มสุกที่ผ่านกระบวนการอบลมร้อนอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และนำเข้าทดลองด้วยเครื่องแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์มที่ผ่านกระบวนการอบลมร้อน ทดลองครั้งละ 2 กิโลกรัม ใช้เวลาในการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์มเวลา 30 วินาที ความเร็วรอบ 789 รอบต่อนาที ผลปาล์มมีน้ำหนักเฉลี่ย 8.68 กรัมต่อผล น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 1.70 กรัมต่อเมล็ด

ผลการทดลองพบว่า แผ่นกดผลปาล์มและแผ่นฉีกเนื้อปาล์มที่มีรูปแบบผิวเรียบให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มต่ำสุด ทั้งแรงกด 6.5 และ 12.5 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.96-3.22 เปอร์เซ็นต์ และผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายตาข่ายร่วมกับผิวฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นตรงให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดในปาล์มแตกต่างกันระหว่าง 8.57 เปอร์เซ็นต์ ที่แรงกด 6.5 กิโลกรัม และลดลง 7.80 เปอร์เซ็นต์ ที่แรงกด 12.5 กิโลกรัม และผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายก้นหอยร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นโค้งให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดในปาล์มแตกต่างกันต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ และที่แรงกด 6.5 กิโลกรัม ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายก้นหอยร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นโค้งให้ค่าเฉลี่ยเนื้อปาล์ม 74.87 เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยเมล็ดในปาล์ม 0.57 เปอร์เซ็นต์ เป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุด

คำสำคัญ: แผ่นกด, แผ่นฉีก, เนื้อปาล์ม, เมล็ดในปาล์ม

¹สาขาวิศวกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช

²สาขาการจัดการ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช

Design And Development Of Palm Mesocarp Maceration and Separator Machine By Hot Air Drying Process

Suporn Rittphakdee¹ Chookiat Choosakul¹ Tawich Klathae¹
and Metaporn Meedate²

Abstract

This study investigated the surface patterns of the pressing plate and tearing plate of an palm mesocarp maceration and separator machine by hot air drying process. Three types of pressing plate surfaces were designed: smooth, mesh, and spiral patterns. For the tearing plate, three surface patterns were tested: smooth, straight-line, and curved-line designs. The applied pressing forces were 6.5 kg and 12.5 kg. The experimental procedure involved using ripe palm fruits subjected to a hot air drying process at 130 °C for 30 minutes. Subsequently, the fruits were processed using the mesocarp separator. Each trial was conducted with 2 kilograms of palm fruits, with a separation time of 30 seconds at a rotational speed of 789 revolutions per minute. The average fruit weight was 8.68 grams per fruit, while the average seed weight was 1.70 grams per seed.

The experimental results revealed that both the pressing plate and tearing plate with smooth surfaces provided the lowest mesocarp recovery, yielding averages between 1.96% and 3.22% under both 6.5 kg and 12.5 kg of pressing force. The combination of a mesh pressing plate and a straight-line tearing plate produced the highest kernel breakage, at 8.57% with a 6.5 kg pressing force, decreasing to 7.80% at 12.5 kg. In contrast, the combination of a spiral pressing plate and a curved-line tearing plate yielded a kernel breakage rate of less than 1%. At a pressing force of 6.5 kg, this combination achieved an average mesocarp recovery of 74.87% and an average kernel breakage of only 0.57%, representing the most suitable operating condition.

Keywords: pressing plate, tearing plate, mesocarp, palm kernel

¹Engineering, College of Industrial Technology and Management, Rajamangala University of Technology Srivijaya

²Management, College of Industrial Technology and Management, Rajamangala University of Technology Srivijaya

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง “ออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกนํ้าปาล์มนํ้ามันโดยเมล็ดปาล์มผ่านการอบลมร้อน” ได้รับการสนับสนุนงบประมาณทุนอุดหนุนการวิจัยเงินรายได้ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ปีงบประมาณ 2567

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ ดร.มงคล เทพรัตน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ได้ให้ความร่วมมือทางด้านการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลอง และนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิศวกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการจัดการ ที่ได้ร่วมมือในการเก็บข้อมูลและการทดสอบ และขอขอบคุณนายกัมปนาท เวชสุนทร สาขาวิศวกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และการจัดการ ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านการออกแบบและเขียนแบบ และขอขอบคุณ ดร.เกริกวุฒิ กันเที่ยง และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน หมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภовังวิเศษ จังหวัดตรัง ให้สถานที่และวัสดุที่ใช้ในการทดลองงานวิจัยครั้งนี้

สุพร ฤทธิภักดี

หัวหน้าโครงการวิจัย

สิงหาคม 2568



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	4
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และการนำโครงการวิจัยไปใช้ประโยชน์	5
บทที่ 2 ทฤษฎีที่สำคัญ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ปาล์มน้ำมัน	6
2.2 น้ำมันปาล์ม	10
2.3 น้ำมันปาล์มแดง	12
2.4 การผลิตน้ำมันปาล์มแดงอย่างง่าย	12
2.5 เหล็กกล้าไร้สนิม	13
2.6 การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	15
2.7 ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์	15
2.8 รูปแบบลายแนวเชื่อม	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 การดำเนินการวิจัย	19
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	19
3.3 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง	23
3.4 วิธีการทดลอง	25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การบันทึกผลข้อมูล	26
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	27
บทที่ 4 ผลการทดสอบ และการวิเคราะห์ผล	
4.1 ข้อมูลพื้นฐาน	28
4.2 อิทธิพลของ ลักษณะผิวแผ่นกดผลปาล์ม แผ่นฉีกเนื้อปาล์ม แรงกด ต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์ม	28
4.3 อิทธิพลของลักษณะผิวแผ่นกดผลปาล์ม ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม และแรงกด ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่แตก	31
4.4 แรงกด ลักษณะผิวแผ่นกดผลปาล์ม และผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม ที่เหมาะสมในการแยกเนื้อผลปาล์ม	33
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	35
5.2 ข้อเสนอแนะ	36
บรรณานุกรม	37
ภาคผนวก ก เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก	39
ภาคผนวก ข ภาพสามมิติ และภาพด้านบน ด้านข้าง ด้านหน้า เครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมัน โดยเมล็ดปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อน	52
ภาคผนวก ค แบบสรุปข้อมูลโครงการวิจัยทุนสนับสนุนเงินรายได้ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567	55

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การเปรียบเทียบลักษณะผลปาล์มน้ำมัน	8
2.2 การใช้น้ำมันปาล์มในอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากปาล์มน้ำมันของประเทศไทย	9
4.1 องค์ประกอบของผลปาล์ม	28
4.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน อิทธิพลของลักษณะผิวแผ่นกตผลปาล์ม และผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม และแรงกด ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์ม	29
4.3 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์มที่มีผิวแผ่นกตผลปาล์ม (แบบเรียบ แบบลายตาข่าย และแบบลายกันหอย) ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม (แบบเรียบ แบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง) และแรงกด (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม) ในรูปแบบต่าง ๆ	29
4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน อิทธิพลของลักษณะผิวแผ่นกตผลปาล์ม ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม และแรงกด ของเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่แตก	31
4.5 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เปอร์เซ็นต์เมล็ดที่แตกที่มีผิวแผ่นกตผลปาล์ม (แบบเรียบ แบบลายตาข่าย และแบบลายกันหอย) ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม (แบบเรียบ แบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง) และ แรงกด (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม) ในรูปแบบต่าง ๆ	32
4.6 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เปอร์เซ็นต์เนื้อผลปาล์ม และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เปอร์เซ็นต์ เมล็ดที่แตก ที่มีผิวแผ่นกตผลปาล์ม ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม และแรงกดในรูปแบบต่าง ๆ	34



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนผังอย่างง่ายของกระบวนการทำน้ำมันปาล์มดิบให้บริสุทธิ์ และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนต่าง ๆ	11
2.2 การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	15
2.3 ใบผสมดินเชื่อมพอกแข็งลายแนวเชื่อมแบบตาข่ายก่อนการใช้งาน	18
3.1 เตาอบลมร้อนด้วยไฟฟ้า	19
3.2 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบไฟฟ้า	20
3.3 ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบเรียบ	20
3.4 ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายตาข่าย	21
3.5 ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายกันหอย	21
3.6 ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเรียบ	22
3.7 ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นตรง	22
3.8 ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นโค้ง	23
3.9 เครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อน	23
3.10 ผลปาล์มสุกอายุ 20 วัน	24
3.11 ผลปาล์มที่แยกออกจากทะลายปาล์ม	24
3.12 ผลปาล์มขณะอบลมร้อนด้วยไฟฟ้า	25
4.1 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์ม ที่มีผิวแผ่นกดผลปาล์ม (แบบเรียบ แบบลายตาข่าย และแบบลายกันหอย) ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม (แบบเรียบ แบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง) และ แรงกด (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม)	30
4.2 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เมล็ดแตก ที่มีผิวแผ่นกดผลปาล์ม (แบบเรียบ แบบลายตาข่าย และแบบลายกันหอย) ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม (แบบเรียบ แบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง) และ แรงกด (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม)	33
ก 1 เนื้อปาล์ม เมล็ดในและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 1	40
ก 2 เนื้อปาล์ม เมล็ดในและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 2	40
ก 3 เนื้อปาล์ม เมล็ดในและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 3	41

[illegible]

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก 18 เนื้อปาล์ม เมล็ดในและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 12.5 กิโลกรัม แผ่นกตลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 3	48
ก 19 เนื้อปาล์ม เมล็ดในและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกตลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 1	49
ก 20 เนื้อปาล์ม เมล็ดในและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี แรงกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกตลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 2	49
ก 21 เนื้อปาล์ม เมล็ดในและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี แรงกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกตลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 3	50
ก 22 เนื้อปาล์ม เมล็ดในและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี แรงกด 12.5 กิโลกรัม แผ่นกตลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 1	50
ก 23 เนื้อปาล์ม เมล็ดในและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 12.5 กิโลกรัม แผ่นกตลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 2	51
ก 24 เนื้อปาล์ม เมล็ดในและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี แรงกด 12.5 กิโลกรัม แผ่นกตลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 3	51
ข 1 ภาพสามมิติของเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่าน กระบวนการอบลมร้อน	53
ข 2 ภาพด้านบน ด้านข้าง และด้านหน้าของเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมัน โดยเมล็ดปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อน	54

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ตามที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน หมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภอสว่างวีระ จังหวัดตรัง ได้จัดตั้งกลุ่มขึ้นมาเพื่อดำเนินกิจกรรมด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากปาล์มน้ำมัน เช่น การผลิตน้ำมันปาล์มแดงเพื่อการบริโภค การผลิตสบู่จากน้ำมันปาล์มแดง การผลิตสบู่จากไขปาล์ม การผลิตยาหม่องที่มีส่วนผสมไขปาล์ม การผลิตครีมบำรุงผิว การผลิตลิปสติก เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ได้ดำเนินการผลิต น้ำมันปาล์มแดงเป็นผลิตภัณฑ์หลัก น้ำมันปาล์มแดงจะแยกออกมาจากน้ำมันปาล์มดิบ นอกจากจะได้น้ำมันปาล์มแดงแล้ว ยังได้ผลิตภัณฑ์ส่วนที่เป็นไขปาล์ม โดยวางแผนการผลิตไว้สำหรับการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ (CPO : Crude Palm Oil) ชั่วโมงละ 20 ลิตร ซึ่งเมื่อได้ดำเนินการทดสอบระบบการผลิตและได้เดินเครื่องในการผลิต พบว่า ยังมีปัญหาขั้นตอน การแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดในปาล์ม ซึ่งหากมีการปรับปรุงขั้นตอนการแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดในปาล์มได้เพิ่มมากขึ้น จะทำให้สามารถดำเนินการผลิตน้ำมันปาล์มดิบได้มากกว่า 20 ลิตร และมีผลต่อเนื่องในการผลิตน้ำมันปาล์มแดง ตลอดจนผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกด้วย

ขั้นตอนการแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดในปาล์ม ในปัจจุบันทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ได้ใช้เครื่องฉีกแยกเนื้อเมล็ดปาล์มน้ำมัน โดยใช้แรงงานคนร่วมกับเครื่องจักร และต้องใช้แรงงานในการแยกเนื้อปาล์มน้ำมัน การผลิตในขั้นตอนนี้ได้ครั้งละไม่เกิน 10 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ทำให้ขั้นตอนการผลิตที่ต่อเนื่องจากการแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดในปาล์มต้องหยุดรอ หรือเรียกว่าเกิดคอขวดในสายการผลิต ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตไม่ได้เต็มกำลังการผลิตที่วางไว้ ซึ่งหากสามารถแก้ไขหรือปรับปรุงขั้นตอนการผลิตในการแยกเนื้อปาล์มน้ำมันได้ สามารถผลิตได้ต่อเนื่องหรือสามารถแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดปาล์มน้ำมันได้ครั้งละอย่างน้อยที่สุด 40 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

หลักการในการออกแบบเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มน้ำมันผ่านการอบลมร้อนครั้งนี้ เมล็ดปาล์มน้ำมันจะต้องผ่านการอบลมร้อนมาก่อนที่จะนำมาแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดในปาล์ม และชิ้นส่วนหรือตัวเรือนของเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่านการอบลมร้อนจะต้องเป็นสแตนเลส 304 ซึ่งเป็นเกรดสำหรับใช้ในการผลิตอาหาร หรือใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร กลไกที่ใช้ในการแยกคือ ใช้แผ่นกดเมล็ดปาล์มที่มีลายแนวเชื่อมแบบตาข่าย และแนวเชื่อมแบบลายกันหอย ส่วนแผ่นหมุนหรือแผ่นฉีกเนื้อปาล์มน้ำมันจะออกแบบให้มีรู และมีเส้นเพื่อใช้ตีเมล็ดปาล์ม

น้ำมัน มีด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง โดยใช้มอเตอร์ในการขับเคลื่อนแผ่นหมุนตีเมล็ดปาล์มน้ำมัน และห้องหรือตัวเรือนที่บรรจุเนื้อปาล์มน้ำมันที่ได้แยกออกจากเมล็ดในปาล์มสามารถเก็บเนื้อปาล์มได้ไม่ต่ำกว่า 20 กิโลกรัม แต่ไม่เกิน 40 กิโลกรัม

นอกจากนี้แล้วเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มแดง จะเป็นเครื่องมือเฉพาะซึ่งจะต้องมีการออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อรองรับมาตรฐานตามที่คณะกรรมการอาหารและยากำหนด ปัญหาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมันที่เกิดคอขวดในระหว่างการผลิต และปัญหาการใช้แรงงาน ตลอดจนมาตรฐานของเครื่องจักร คือขั้นตอนการแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดปาล์มน้ำมัน อาริษา และธนวิทย์ (2560) ได้วิจัยเรื่อง เครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดโดยไม่ผ่านกระบวนการนึ่งด้วยไอน้ำ ออกแบบเครื่องเป็นแนวตั้ง ใช้ตะแกรงเหล็กฉีกเบอร์ SX-53 ขนาดรูตะแกรง 25 x 61 มิลลิเมตร ทำการทดลองโดยใช้กำลังมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า และได้ออกแบบโดยการใช้แรงเหวี่ยง 3 ระดับ คือ 418, 528 และ 664 รอบต่อนาที ผลการทดลองพบว่า ที่ความเร็วรอบ 664 รอบต่อนาที สามารถแยกเนื้อปาล์มน้ำมันได้สูงที่สุดร้อยละ 65.00 และมีการแตกหักของเมล็ดปาล์มน้อยที่สุดร้อยละ 15.88 สรวินท์, ทิวกกร, ธนะศักดิ์, วุฒิชัย, และนฤนาท (2558) ได้วิจัยเรื่อง เครื่องฉีกแยกเมล็ดปาล์มใน ได้ออกแบบและสร้างเครื่องแบบแนวตั้ง ใช้ตะแกรงฉีก ขนาดรูตะแกรงเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ทำการทดลองโดยใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนขนาด 1 แรงม้า ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 483, 725 และ 967 รอบต่อนาที ผลการทดลองพบว่า ความเร็วรอบที่ 483 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพในการแยกเมล็ดออกจากเนื้อได้มากที่สุดร้อยละ 91.76 ณัฐกรณ์, ศิวลักษณ์, และอนุพันธ์ (2551) ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง ออกแบบปัจจัยการศึกษาครั้งนี้แบบ ชนิดผนังเป้ากระทบเมล็ด มีด้วยกัน 3 แบบ คือ เหล็ก สายพาน และยาง ความเร็วรอบของจานเหวี่ยง 4 ระดับ คือ 1400, 1600, 1800 และ 2000 รอบต่อนาที อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวัน 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า ผนังเป้ากระทบเมล็ดที่เป็นพื้นเหล็ก ความเร็วจานเหวี่ยงกะเทาะเมล็ดที่เหมาะสม 1400 รอบต่อนาที ได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 36.52 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในกะเทาะได้เต็มเมล็ดเฉลี่ย 68.03 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักเล็กน้อยเฉลี่ย 8.60 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักปานกลางเฉลี่ย 10.39 เปอร์เซ็นต์ และ เปอร์เซ็นต์เมล็ดในแตกหักชิ้นเล็กชิ้นน้อยเฉลี่ย 12.97 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้เมล็ดทานตะวันที่ค่อนข้างสมบูรณ์ และสมพร (2560) ได้วิจัยเรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกผลปาล์มน้ำมันออกจากทะลาย โดยออกแบบส่วนประกอบหลักของเครื่องประกอบด้วย โครงสร้าง ชุดตีแยกผลปาล์ม ชุดส่งกำลัง มอเตอร์ต้นกำลัง ช่องใส่ทะลายปาล์ม ชุดป้องกัน หลักการทำงานของเครื่องเป็นแบบกรงกระรอกหมุน (Squirrel Cage Rotor) แนวนอน ใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ผลการทดลองพบว่า

เครื่องแยกผลปาล์มน้ำมันออกจากทะเลยมมีประสิทธิภาพการทำงานสูงสุดที่ความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที ซึ่งสามารถแยกผลปาล์มออกจากทะเลยมได้ 73.3 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทำการทดสอบที่ความเร็วรอบ 2 ระดับ ที่เวลาการตีแยกผลปาล์ม 3 และ 2 นาที ตามลำดับ เครื่องมีประสิทธิภาพในการแยกผลปาล์มเพิ่มขึ้น โดยการตีแยกผลปาล์มที่ ความเร็วรอบ 30:70 รอบต่อนาที เครื่องแยกผลปาล์มน้ำมันออกจากทะเลยมสามารถแยกผลปาล์มออกจากทะเลยมได้ 87.2 เปอร์เซ็นต์ มีกำลังการผลิตเฉลี่ย 275 กิโลกรัมต่อชั่วโมง วราจิต, วัฒนา, จาตุรงค์, อมฤต, และเจตริน (2558) ได้วิจัยเรื่อง เครื่องแยกทะเลยมปาล์มขนาดเล็ก เพื่อใช้สำหรับเกษตรกรรายย่อย ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องแยกทะเลยมปาล์มขนาดเล็กเป็นทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร สูง 70 เซนติเมตร กันถึงรูปทรงเอียง น้ำหนักของทะเลยมปาล์มอยู่ระหว่าง 8 – 11 กิโลกรัม ปัจจัยในการศึกษาคือ ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 450, 500 และ 550 รอบต่อนาที ผลการทดลองพบว่า การทำงานของเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะเลยมที่ความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาที มีความคล่องตัวในการหมุนและเครื่องไม่ติดขัดในการทำงาน การสิ้นของเครื่องลดน้อยลง ประสิทธิภาพในการแยกเมล็ดออกจากทะเลยมมากที่สุดคือ 78.70 เปอร์เซ็นต์

จากรายละเอียดดังกล่าวข้างต้นและการลงพื้นที่ที่ตลอดจนได้ร่วมกันหาแนวทางกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน หมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภอวังพิเศษ จังหวัดตรัง ในการแก้ไขปัญหการเกิดคอขวดในการผลิต และเพื่อเพิ่มกำลังการผลิต การสร้างมาตรฐานในการผลิตด้านเครื่องมือ การสร้างมาตรฐานเพื่อรองรับการตรวจมาตรฐานจากคณะกรรมการอาหารและยา การวิจัยนวัตกรรมและเทคโนโลยี การพัฒนาอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีคอลตามยุทธศาสตร์การปฏิรูปปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มทั้งระบบ (ปี 2560 - 2579) และเป็นไปตามกฎกระทรวง การจัดกลุ่มสถาบันอุดมศึกษา พ.ศ. 2564 กลุ่มที่ 2 กลุ่มพัฒนาเทคโนโลยีและส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม จึงมีแนวคิด “ออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่านการอบลมร้อน” ซึ่งจะช่วยสร้างความมั่นคงและยั่งยืนให้ชุมชน ตลอดจนเป็นศูนย์เรียนรู้ วิจัย และถ่ายทอดด้านนวัตกรรมด้านการแปรรูปน้ำมันปาล์มแดง และการแปรรูปปาล์มน้ำมันให้เป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดปาล์มน้ำมัน สำหรับวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน หมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภอวังพิเศษ จังหวัดตรัง
- 1.2.2 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดปาล์มน้ำมัน

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

เครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อน เป็นการวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อนให้สามารถแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ดในปาล์ม โดยออกแบบให้เครื่องมีขีดความสามารถแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์มได้ไม่ต่ำกว่า 40 กิโลกรัมเนื้อปาล์มต่อชั่วโมง

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษารวบรวมงานวิจัยและการพัฒนาเทคโนโลยีด้านนวัตกรรมด้านน้ำมันปาล์มแดง

1.4.2 ศึกษาคุณสมบัติหรือคุณภาพของน้ำมันปาล์มแดง ณ วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์ม น้ำมัน หมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง

1.4.3 ศึกษาปัญหาสายการผลิตน้ำมันปาล์มแดง ขั้นตอนการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์ม ณ วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์ม น้ำมัน หมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง

1.4.4 ศึกษาวิเคราะห์แนวทางการแก้ไขปัญหาการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์ม

1.4.5 ออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อน ลักษณะของเครื่องเบื้องต้นตามร่างแบบที่ได้แนบมากับโครงการวิจัย

1.4.5.1 โครงเครื่องสแตนเลสเกรด 304

1.4.5.2 ถังที่ใช้ในการแยกเนื้อปาล์มมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร สูง ไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร หรือออกแบบสามารถใส่เนื้อปาล์มได้ไม่ต่ำกว่า 40 กิโลกรัม ใช้สแตนเลส เกรด 304

1.4.5.3 มอเตอร์มีกำลังไม่น้อยกว่า 1 แรงม้า 220 โวลต์

1.4.5.4 แผ่นกดผลปาล์มออกแบบให้มีลักษณะมีลายตาข่าย และลายกันหอย โดยใช้วิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า ใช้สแตนเลสเกรด 304

1.4.5.5 แผ่นฉีกหรือตะแกรงฉีกเนื้อปาล์ม ออกแบบเป็นรูปกลม และมีเส้นใช้ตีผลปาล์ม ออกแบบไว้ 2 แบบ คือ แบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง ใช้สแตนเลสเกรด 304

1.4.5.6 กำลังการผลิตไม่ต่ำกว่า 40 กิโลกรัมเนื้อปาล์มต่อชั่วโมง

1.4.6 ทดสอบเครื่องพร้อมเก็บข้อมูลประสิทธิภาพของเครื่อง

1.4.6.1 ลักษณะแผ่นกดที่เหมาะสม

1.4.6.2 ลักษณะแผ่นตะแกรงฉีกเนื้อปาล์มที่เหมาะสม

1.4.6.3 น้ำหนักกดที่เหมาะสม

1.4.6.4 ร้อยละที่ได้เนื้อปาล์ม

1.4.7 วิเคราะห์ผลการศึกษา

1.4.8 สรุปผลการศึกษาและจัดทำรูปเล่ม

1.4.9 นำเสนอผลการศึกษาในงานประชุมวิชาการต่าง ๆ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและการนำโครงการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.5.1 วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมันหมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภอวังพิเศษ จังหวัดตรัง มีเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อน

1.5.2 เพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตน้ำมันปาล์มแดง ในขั้นตอนการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์ม



บทที่ 2

ทฤษฎีที่สำคัญ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปาล์มน้ำมัน

พรเทพ และอภิเดช (2557) ได้กล่าวเกี่ยวกับ “ปาล์มน้ำมันเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและเป็นพืชยืนต้น (perennial crop) อยู่ในวงศ์ (family) Palmae หรือ Arecaceae (monocotyledon) ในสกุล (genus) *Elaeis* ประกอบด้วยปาล์มน้ำมัน 2 ชนิด (species) ได้แก่ *Elaeis guineensis* Jacq. ในปัจจุบันเป็นพันธุ์ที่ปลูกเพื่อการค้า เดิมมีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกาตอนกลางและตะวันตก Abd Al-Wali et al. (2017) และปาล์มน้ำมันมีการปลูกกันอย่างกว้างขวางในแถบแอฟริกาบริเวณเส้นศูนย์สูตร และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คำว่า *Elaeis* มีความหมายตรงกับคำ *elaion* ซึ่งแปลว่าน้ำมัน ส่วนคำว่า *guineensis* มีความหมายว่า แหล่งรวบรวมอยู่ที่ประเทศ Guinea ในแอฟริกาตะวันตก ลักษณะของปาล์มน้ำมัน *E. guineensis* ให้ผลผลิตต่อทะลายสูง มีน้ำหนักผลเปลือกนอกต่อผลและผลผลิตน้ำมันสูง ส่วนอีก species หนึ่งคือ *Elaeis oleifera* มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้และอเมริกากลาง ลักษณะต้น เตี้ยและต้านทานต่อโรคตาเน่า (Lethal bud rot) เปอร์เซ็นต์กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (unsaturated fatty acid) ค่าไอโอดีนสูง (iodine value) ประมาณ 77 - 78 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งมีวิตามินเอและวิตามินอีสูง แต่ให้ผลผลิตและปริมาณน้ำมันน้อยกว่าปาล์มน้ำมัน *E. guineensis* ปัจจุบันมีประโยชน์ในการเป็นเชื้อพันธุกรรม สำหรับปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมข้ามระหว่าง Species

2.1.1 ราก ปาล์มน้ำมันมีระบบรากฝอย รากอ่อนจะงอกออกจากเมล็ดเป็นอันดับแรก เมื่อต้นกล้าอายุได้ประมาณ 2 - 4 เดือน รากอ่อนจะหยุดเจริญเติบโตและหายไป ระบบรากจริงจะงอกจากส่วนฐานของลำต้น ต้นปาล์มที่เจริญเติบโตเต็มที่นั้น ประกอบด้วยรากแรกที่หยั่งลึกลงผิวดินช่วยยึดลำต้นบ้างเล็กน้อย และมีรากสอง สามและสี่ที่แตกแขนงออกมาตามลำดับ ทอดไปตามแนวนอน จะเป็นระบบรากสานกันอย่างหนาแน่นอยู่บริเวณผิวดินระดับลึก 30 - 50 เซนติเมตร

2.1.2 ลำต้น ปาล์มน้ำมันมีลำต้นตั้งตรง มียอดเดี่ยวรูปกรวย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 - 12 เซนติเมตร สูง 2.5 - 4 เซนติเมตร ประกอบด้วยใบอ่อนและเนื้อเยื่อเจริญ ต้นปาล์มน้ำมันในระยะ 3 เดือนแรกจะเจริญเติบโตทางด้านกว้าง หลังจากนั้นลำต้นจะยืดขึ้น ปล้องฐานโคนใบและข้อจะปรากฏให้เห็นก็ต่อเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้น ทางใบจะติดอยู่กับลำต้นอย่างน้อย 12 ปี หรือมากกว่านั้น แล้วเริ่มหลุดจากใบล่างขึ้นไป ทางใบบนลำต้นมีการจัดเรียงตัวเวียนตามแกนลำต้น รอบละ 8 ทางใบ 2 ทิศทาง คือเวียนซ้ายและเวียนขวา เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นประมาณ 20 - 75 เซนติเมตร โดยทั่วไปลำต้นมีความสูงเพิ่มขึ้นประมาณ 35 - 60 เซนติเมตรต่อปี ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและพันธุกรรม ปาล์มน้ำมันมีความสูงได้มากกว่า 30 เมตร และมีอายุยืนนานมากกว่า 100 ปี แต่การปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้า ไม่ควรมีความสูงเกิน 15 - 18 เมตรหรืออายุประมาณ 25 ปี

2.1.3 ใบ ใบของปาล์มน้ำมันเป็นใบประกอบรูปขนนก (pinnate) แต่ละใบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนแกนกลางที่มีใบย่อยอยู่ 2 ข้าง และส่วนก้านหางใบ ซึ่งมีขนาดสั้นกว่าส่วนแรก และมีหนามสั้น ๆ อยู่ 2 ข้าง แต่ละทางมีใบย่อย 100 - 160 คู่ แต่ละใบย่อยยาว 100 - 120 เซนติเมตร กว้าง 4 - 6 เซนติเมตร

2.1.4 ดอก ปาล์มน้ำมันเป็นพืชผสมข้ามมีดอกเพศเมียและดอกเพศผู้แยกช่อดอกภายในต้นเดียวกัน (monoecious) ที่ตำแหน่งของทางใบมีตาดอก 1 ตา อาจจะพัฒนาเป็นช่อดอกเพศผู้หรือเพศเมีย บางครั้งจะพบว่ามีการช่อดอกกะเทยซึ่งมีทั้งดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่ร่วมกัน (hermaphrodite) การบานของดอกปาล์มน้ำมันแต่ละดอกไม่พร้อมกัน การพัฒนาจากระยะตาดอกจนถึงดอกบานพร้อมที่จะรับการผสม (anthesis) ใช้เวลาประมาณ 33 - 34 เดือน การเปลี่ยนเพศของตาดอก (sex differentiation) จะเกิดขึ้นในช่วง 20 เดือนก่อนดอกบาน ในสภาพแวดล้อมเหมาะสม ช่อดอกจะพัฒนาเป็นช่อดอกเพศเมียเป็นส่วนใหญ่ การผสมเกสรมีลมและแมลงเป็นพาหะ โดยเฉพาะตัวงวงปาล์มน้ำมัน (*Elaeidobius kamerunicus*) เป็นแมลงที่ช่วยผสมเกสรที่สำคัญหลังจากการผสมเกสร 5 - 6 เดือน ช่อดอกตัวเมียจะพัฒนาไปเป็นทะลายที่สุกแก่เต็มที่ สามารถเก็บเกี่ยวได้ ดอกตัวเมียมีกาบหุ้ม (bract) เจริญเป็นหนามยาว 1 อัน กาบรอง (bractiole) 2 แผ่น และมีกลีบดอก (perianth) 2 ชั้น ๆ ละ 3 กลีบ ห่อหุ้มรังไข่ 3 พูไว้ ส่วนยอดเกสรตัวเมียมี 3 แฉก เมื่อดอกบานแฉกนี้จะโค้งเปิดออก วันแรกกลีบดอกเป็นสีขาว ตรงกลางมีต่อมผลิตของเหลวเหนียว วันต่อมาเปลี่ยนเป็นสีชมพู วันที่ 2 - 3 ของการบานของดอกจะเป็นระยะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผสมพันธุ์ปาล์มน้ำมัน วันที่สามเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน และวันที่สี่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหลังจากผสมเกสรแล้วยอดเกสรตัวเมียจะเปลี่ยนเป็นสีดำและแข็ง ปาล์มน้ำมันที่โตเต็มที่แล้วช่อดอกตัวเมียมีช่อดอกย่อย ประมาณ 110 ช่อ และมีดอกตัวเมียประมาณ 4,000 ดอก ดอกตัวผู้ที่เจริญเต็มที่ก่อนที่จะบานมีขนาดกว้าง 1.5 - 2 มิลลิเมตร ยาว 3 - 4 มิลลิเมตร ถูกห่อหุ้มด้วยกาบหุ้ม รูปสามเหลี่ยม 1 แผ่น มีกลีบดอก 2 ชั้น ชั้นละ 3 กลีบ มีเกสรตัวผู้ 6 อัน รวมกันอยู่เป็นท่อตรงกลางดอก อับเกสรตัวผู้มี 2 พู ละอองเกสรจะหลุดจากช่อดอกทั้งหมดภายในเวลา 3 วัน ถ้าอากาศชื้นจะใช้ เวลามากขึ้น ละอองเกสรจะมีชีวิตอยู่ได้ 7 วัน แต่หลังจากวันที่ 4 ความมีชีวิตจะต่ำลง เมื่อดอกเจริญเต็มที่ช่อดอกย่อยตัวผู้มีขนาดยาว 10 - 20 เซนติเมตร หนา 0.8 - 1.5 เซนติเมตร มีลักษณะคล้ายนิ้วมือ ต้นปาล์มน้ำมันที่โตเต็มที่ช่อดอกตัวผู้ 1 ดอกให้ละอองเกสรมีน้ำหนักประมาณ 30 - 50 กรัม

2.1.5 ทะลาย ทะลายปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วย ก้านทะลาย ช่อทะลายย่อย และผล ในแต่ละทะลายมีปริมาณผล 45 - 70 เปอร์เซ็นต์ ทะลายปาล์มน้ำมันเมื่อสุกแก่เต็มที่ มีน้ำหนักประมาณ 1 - 60 กิโลกรัม แปรไปตามอายุของปาล์มน้ำมันและปัจจัยสิ่งแวดล้อม การปลูกเป็นการค้าต้องการทะลายที่มี น้ำหนัก 10 - 25 กิโลกรัม จำนวนทะลายต่อต้นก็มีความแตกต่างกันโดยมีสหสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนักทะลาย

2.1.6 ผล ผลปาล์มน้ำมันไม่มีก้านผล (sessile drup) รูปร่างมีหลายแบบ ตั้งแต่รูปรียาวแหลมจนถึงรูปไข่หรือรูปยาวรี ความยาวผลอยู่ระหว่าง 2 - 5 เซนติเมตร น้ำหนักผลมีตั้งแต่ 3 กรัม จนถึงประมาณ 30 กรัม ประกอบด้วยผิวเปลือกนอก (exocarp) ชั้นเปลือกนอก (mesocarp) เป็นเนื้อเยื่อเส้นใยสีส้มแดง เมื่อสุกและมีน้ำมันอยู่ในชั้นนี้ ปาล์มน้ำมันที่ปลูกเป็นการค้าโดยทั่วไปพบว่ามีสีผลที่ผิวเปลือกด้านนอก 3 ลักษณะ คือ เมื่อผลดิบเป็นสีเขียว จะเปลี่ยนเป็นสีส้มเมื่อสุก (light reddish-orange) เรียกลักษณะนี้ ว่า virescens โดยทั่วไปพบน้อยกว่าแบบที่ 2 ซึ่งเรียกว่า nigrescens โดยผลดิบมีสีดำปลายผลมีสีข้างจะเปลี่ยนเป็นสีแดงเมื่อสุกแล้ว (deep reddish-orange) แบบที่ 3 เรียกว่า albescens มีสีผิวเปลือกเมื่อสุกเป็นสีเหลืองซีด โดยทั่วไปพบน้อยมาก ผลปาล์มน้ำมันพันธุ์ *Elaeis guineensis* Jacq. อาจปรากฏว่าต้นมีลักษณะของผลแตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลจากยีนควบคุมความหนาของกะลา 1 คู่ (single gene) จำแนกลักษณะผล (fruit type) ได้ 3 แบบ ดังนี้

ดुरา (Dura) มีกะลาหนา 2 - 8 มิลลิเมตร และไม่มีวงเส้นประสีดำอยู่รอบกะลา มีชั้นเปลือกนอกบาง 35 - 60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผล มียีนควบคุมเป็นลักษณะเด่น (dominant) Sh+Sh+

เทเนอร่า (Tenera) มีกะลาบาง ตั้งแต่ 0.5 - 4 มิลลิเมตร มีวงเส้นประสีดำอยู่รอบกะลา มีชั้นเปลือกนอกมาก 60 - 90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผล ลักษณะของเทเนอร่า (Sh+Sh-) เป็นพันธุ์ทาง (heterozygous) เกิดจากการผสมข้ามระหว่างลักษณะดुरากับพิลีเฟอร่า

พิลีเฟอร่า (Pisifera) ยีนควบคุมลักษณะผลแบบนี้เป็นลักษณะด้อย (recessive, Sh-Sh-) ลักษณะผลไม่มีกะลาหรือมีกะลาบาง มีข้อเสียคือช่อดอกตัวเมียมักเป็นหมัน (abortion) ทำให้ผลฝ่อลีบทะเลาะเล็ก เนื่องจากผลไม่พัฒนา ผลผลิตทะเลาะต่ำมาก ไม่ใช้ปลูกเป็นการค้า การที่มีต้นพิลีเฟอร่า ปรากฏในสวนปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่าที่ปลูกเป็นการค้า เป็นตัวบ่งชี้ว่าเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันนั้น มาจากแหล่งผลิตที่มีการผลิตลูกผสมที่ไม่ได้มาตรฐาน ช่อดอกตัวเมียมี 2 ลักษณะ คือ female fertile และ female infertile มักพบว่าต้นพิลีเฟอร่าที่มีการพัฒนาของผลมาจากช่อดอกแบบ female infertile จะมีทะเลาะฝ่อและลำต้นใหญ่มาก ส่วนลักษณะ female fertile พบว่าอาจมีเนื้อในขนาดเล็ก ปรากฏในบางผล การเปรียบเทียบลักษณะผลของปาล์มน้ำมันแสดงไว้ในตารางที่ 2.1”

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบลักษณะผลปาล์มน้ำมัน

แบบ	ความหนาของกะลา(มม.)	เส้นใยสีน้ำตาลรอบกะลา	เปลือกนอก/ผล(%)
ดुरา	2 – 8	ไม่มี	35 – 60
เทเนอร่า	0.5 – 4	มี	60 – 90
พิลีเฟอร่า	บางมากหรือไม่มี	เส้นใยหุ้มรอบกะลาหรือเนื้อในเมล็ด	>90

(อ้างอิง : พรเทพ และอภิเดช, 2557)

พัชรินทร์, ประมวล, และเกรียงไกร (2551) ได้กล่าวไว้ “สายพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าคือ ลูกผสมเทเนอรา (ดูรา x พิสิเฟอรา) สามารถปลูกได้ดีในประเทศแถบร้อนชื้นที่อยู่ในช่วงเส้นละติจูด 20 องศาเหนือ-ใต้ ปัจจุบันมีประเทศที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 42 ประเทศ ทั่วโลก โดยมีประเทศมาเลเซีย และอินโดนีเซียเป็นผู้ผลิตและส่งออกน้ำมันปาล์มรายใหญ่ของโลก ซึ่งมีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิต 21.1 และ 15 ล้านไร่ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 31.3 และ 22.2 ของพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มน้ำมันรวมของโลก ส่วนประเทศไทยปาล์มน้ำมันถูกนำเข้ามาปลูกครั้งแรกในปี พ.ศ.2472 ที่สถานีทดลองยางคอหงส์ จังหวัดสงขลาและสถานีสิกรรมพลี จังหวัดจันทบุรี ปัจจุบันมีพื้นที่เก็บเกี่ยวประมาณ 1.4 ล้านไร่ หรือร้อยละ 0.02 ของพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตของโลก พันธุ์ที่นิยมปลูกคือ พันธุ์ลูกผสมเทเนอรา พันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 พันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 และพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 พื้นที่ปลูกกระจายอยู่ในภาคใต้และภาคตะวันออกประมาณ 20 จังหวัดโดยร้อยละ 85 ของพื้นที่ปลูกอยู่ในจังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานีและชุมพร เป็นต้น ปาล์มน้ำมันสามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทั้งด้านการบริโภคและอุปโภคโดยเฉพาะในประเทศไทยได้ใช้น้ำมันปาล์มในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง (ตารางที่ 2.2) เพื่อกิจการต่าง ๆ คือ การนำมาทำน้ำมันพืช ทำสบู่ การใช้ในอุตสาหกรรมขนมและอาหารขบเคี้ยว การใช้ในอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป การใช้ทำครีมเทียม การใช้ทำนมข้นหวาน และจืด การใช้ทำเนยขาวและเนยเทียม และการใช้ในอุตสาหกรรมอุปโภคอื่น ๆ เช่น อุตสาหกรรมพลาสติก เครื่องสำอางน้ำมันหล่อลื่น และยางรถยนต์ เป็นต้น น้ำมันที่ได้จากผลปาล์มน้ำมัน นอกจากจะมีคุณภาพดีแล้ว อาจกล่าวได้ว่าปาล์มน้ำมันเป็นพืชเดียวในโลกที่สามารถให้น้ำมันต่อไร่สูงสุดเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น ปาล์มน้ำมันจะเริ่มให้ผลผลิตหลังปลูกลงแปลงไปแล้วประมาณ 3 ปี ซึ่งจะให้ผลผลิตตลอดไปจนถึงอายุประมาณ 25 ปี จึงจัดเป็นพืชที่ให้ผลผลิตยาวนาน ต้นทุนการดูแลรักษาในระยะหลังมีน้อยและไม่ยุ่งยาก นอกจากนั้นปาล์มน้ำมันเมื่อมีอายุมากขึ้นมีศัตรูพืชน้อยลงด้วย ดังนั้นในช่วงเวลาที่ผ่านมามีปาล์มน้ำมันจึงเป็นพืชที่ได้รับความสนใจจากภาครัฐ เอกชน และเกษตรกรมากพอสมควร แต่ในปัจจุบัน ปาล์มน้ำมันยังได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากน้ำมันปาล์มสามารถนำไปใช้น้ำมันชีวภาพที่เรียกว่า ไบโอดีเซล เพื่อลดปัญหาน้ำมันปิโตรเลียมที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศที่กำลังขาดแคลนและมีราคาสูงขึ้น รัฐบาลจึงหาทางออกโดยการหาพลังงานทดแทน และน้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันจากพืชที่รัฐบาลมีการวางยุทธศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรม เพราะปาล์มน้ำมันเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพมากที่สุดของประเทศไทย”

ตารางที่ 2.2 การใช้น้ำมันปาล์มในอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากปาล์มน้ำมันของประเทศไทย

ประเภทของอุตสาหกรรมต่อเนื่อง	ร้อยละของปริมาณน้ำมันปาล์มทั้งหมด
น้ำมันพืชเพื่อการบริโภค	58.6
สบู่	10.1
ของว่างและขนมขบเคี้ยว	9.4

บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป	6.4
นมข้นหวานและนมจืด	4.8
ครีมเทียม	1.4
เนยขาวและเนยเทียม	1.0
อุตสาหกรรมอุปโภคอื่น ๆ เช่น พลาสติก เครื่องสำอาง น้ำมันหล่อลื่น และยางรถยนต์ เป็นต้น	8.3

(อ้างอิง : พัทรินทร์, ประมวล, และเกรียงไกร, 2551 หน้า 5)

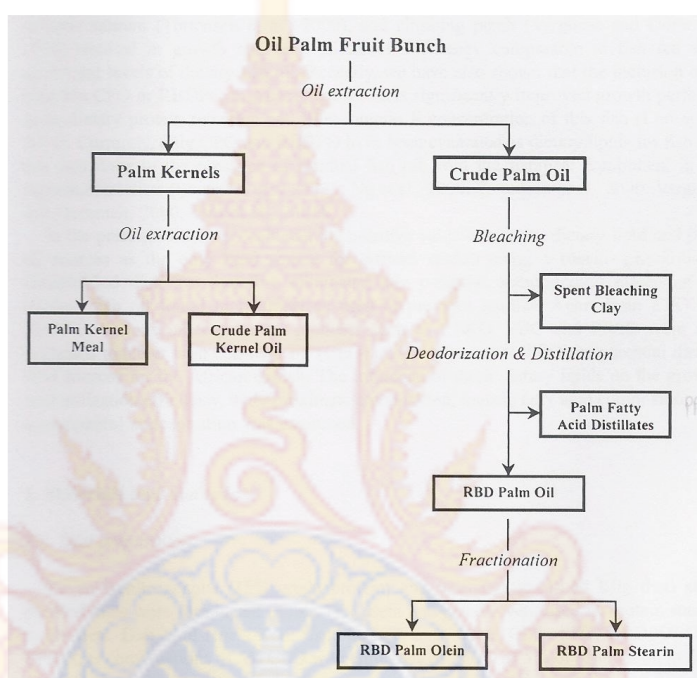
2.2 น้ำมันปาล์ม

พัชรินทร์, ประมวล, และเกรียงไกร (2551) ได้กล่าวไว้เกี่ยวกับน้ำมันปาล์ม “น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันพืชที่มีความสำคัญและมีความต้องการมากเป็นอันดับ 2 ของโลกรองลงมาจากน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์มสกัดได้จากผลของปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis*) ซึ่งเป็นพืชที่มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในต้นเดียวกัน (monoecious plant) ในแต่ละผลของปาล์มจะประกอบด้วยเมล็ดนอกเมล็ดใน (kernel) ที่มีส่วนของเนื้อเมล็ดชั้นใน (endocarp) และเอนโดสเปิร์ม (creamy endosperm) อยู่ภายในและเนื้อเมล็ดชั้นกลาง (mesocarp) น้ำมันที่สกัดได้จากเนื้อเมล็ดชั้นกลางจะเรียกว่าน้ำมันปาล์ม (palm oil) ส่วนน้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดในเรียกว่า palm kernel oil ซึ่งนิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมี (oleochemical industry) มากกว่านำมาใช้ในอาหาร

น้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้จากปาล์มน้ำมันจะต้องนำมาผ่านกระบวนการกลั่นใส่น้ำมันให้บริสุทธิ์ (refining process) ก่อนนำมาใช้ในการบริโภค ในช่วงต้นทศวรรษ 1970 กระบวนการกลั่นใส่น้ำมันให้บริสุทธิ์เป็นกระบวนการที่ใช้สารเคมี (chemical refining process) ซึ่งประกอบด้วยการกำจัดสารจำพวกยางเหนียว (degumming) การทำให้น้ำมันเป็นกลาง (neutralization) การกำจัดสี (bleaching) และการกำจัดกลิ่น (deodorization) แต่หลังจากนั้นได้เปลี่ยนเป็นกระบวนการกลั่นใส่น้ำมันให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีทางกายภาพ (physical refining process) ที่ประกอบด้วยการกำจัดยางเหนียว การกำจัดสี การกำจัดกลิ่นและการกำจัดกรดไขมัน

กระบวนการทำน้ำมันให้บริสุทธิ์ทางเคมีจะใช้สารเคมีเกือบทุกขั้นตอน ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยค่อนข้างสูง ในขั้นตอนการกำจัดยางเหนียว โลหะและสิ่งเจือปนต่าง ๆ ด้วยการเติมกรดฟอสฟอริก หลังจากนั้นผ่านไปยังกระบวนการแยกกรดไขมันอิสระหรือกระบวนการทำให้เป็นกลางโดยการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระกลายเป็นสบู่ จะได้น้ำมันที่มีสภาพเป็นกลาง มีกรดไขมันอิสระไม่เกินร้อยละ 30 จากนั้นผ่านน้ำมันเข้าหม้อระเหยเพื่อไล่ความชื้นแล้วนำไปฟอกสี โดยใช้ผงฟอกสี (activated clay bleaching earth) น้ำมันที่ฟอกสีแล้วนำเข้าเครื่องกำจัดกลิ่น โดยการพ่นไอน้ำภายใต้สุญญากาศในหม้อกลั่น เพื่อแยกเอากรดที่หลงเหลืออยู่ พร้อม

ทั้งอัลติไฮด์และคีโตนที่ทำให้น้ำมันเหม็นหืนห็นออกไป ทำให้ได้น้ำมันที่บริสุทธิ์ส่วนกระบวนการทางกายภาพเป็นกระบวนการที่ใช้ต้นทุนต่ำกว่า มีการใช้สารเคมีน้อยกว่าสูญเสียน้ำมันน้อยและไม่มีน้ำเสียเกิดขึ้นจากกระบวนการล้างไขสบู่ โดยมีขั้นตอนการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำมันพืชจะใช้กรดฟอสฟอริกเพื่อกำจัดสารฟอสฟาไทด์ จากนั้นผ่านการฟอกสีด้วยผงฟอกสีแล้วกรองผงฟอกสีและตะกอนฟอสฟาไทด์ออกจากน้ำมัน น้ำมันที่ได้ไปผ่านการกำจัดกรดและกลั่นเพื่อกำจัดกรดไขมันและสารออกซิเดชันออกโดยการพ่นไอน้ำที่อุณหภูมิ 240 – 260 องศาเซลเซียส ภายใต้สุญญากาศนาน 1 – 2 ชั่วโมง จะได้น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และผลพลอยได้ (by product) ที่เป็นกรดไขมันอิสระและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น ไฮโดรคาร์บอน เมทิล - คีโตน แอลดีไฮด์ โทโคเฟอร์รอล และสเตอรอล กระบวนการทำน้ำมันปาล์มดิบให้บริสุทธิ์ ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แผนผังอย่างง่ายของกระบวนการทำน้ำมันปาล์มดิบให้บริสุทธิ์ และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนต่าง ๆ

อ้างอิง: พิชรินทร์, ประมวล, และเกรียงไกร, 2551 หน้า 8

และพิชรินทร์ (2551) ได้ศึกษาพบว่า “ในน้ำมันปาล์มดิบ มีส่วนประกอบของสารสำคัญอยู่หลาย ชนิด เช่น อัลฟาแคโรทีน (α -carotene) บีตาแคโรทีน (β -carotene) ไลโคพีน (lycopene) และ ไฟโทอีน (phytoene) เป็นต้น แต่ที่มีปริมาณสูงและได้รับความสนใจที่สุด คือ สารประกอบ แคโรทีนอยด์ซึ่งมีความสามารถในการต่อต้านการเกิดออกซิเดชัน โดยพบว่าปริมาณอัลฟาแคโรทีน และ บีตาแคโรทีน มีปริมาณมากกว่า 90 % ของปริมาณสารประกอบแคโรทีนอยด์ทั้งหมดในน้ำมันปาล์ม เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตปาล์มน้ำมันการสกัดเอาสารประกอบแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบก็ถือ

เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ ในปัจจุบันพบว่าเริ่มมีการนำเอาสารสกัดแคโรทีนอยด์ไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยใช้เป็นสารให้สีจากธรรมชาติหรือใช้เป็นส่วน ประกอบในอาหารเสริมเพื่อช่วยบำรุงสุขภาพ บีตาแคโรทีนเป็นสารตั้งต้นที่สามารถเปลี่ยนไปเป็นวิตามินเอหรือที่เรียกว่า โปรวิตามินเอ ดังนั้นเมื่อเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ บีตาแคโรทีนจึงมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของประสาทตาที่ใช้ในการมองเห็น ระบบ สืบพันธุ์ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ตลอดจนซ่อมแซมเซลล์ที่สึกหรอและช่วยในการ เจริญเติบโต ทำให้ระบบดังกล่าวสามารถทำงานได้อย่างเป็นปกติ เช่นเดียวกับการได้รับวิตามินเอ โดยตรง”

2.3 น้ำมันปาล์มแดง

น้ำมันปาล์มแดง สกัดจากผลของต้นปาล์ม (*Elaeis guineensis*) และถูกเรียกว่า "น้ำมันปาล์มแดง" เนื่องจากมีสีแดงเข้มเข้มขึ้นในสภาพธรรมชาติที่ไม่ผ่านกระบวนการ น้ำมันเมล็ดในปาล์ม สกัดจากเมล็ดหรือเนื้อในของเมล็ดปาล์ม

น้ำมันปาล์มประกอบด้วยกรดปาล์มติกและกรดโอเลอิกเป็นหลัก และมีไขมันอิ่มตัวประมาณ 50% ในขณะที่น้ำมันเมล็ดปาล์มประกอบด้วยกรดลอริกเป็นหลัก และมีไขมันอิ่มตัวมากกว่า 89% สีแดงของน้ำมันปาล์ม ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณแคโรทีนสูง ซึ่งรวมถึงเบต้าแคโรทีนและไลโคปีน สารอาหารต้านอนุมูลอิสระอันทรงประสิทธิภาพเหล่านี้เป็นสารเดียวกับที่ทำให้มะเขือเทศ แครอท และผลไม้และผักอื่นๆ มีสีแดงและสีส้มเข้มขึ้น น้ำมันปาล์มแดงยังอุดมไปด้วยโทโคไตรอีนอล ซึ่งเป็นวิตามินอีรูปแบบหนึ่ง เมื่อน้ำมันปาล์มสีแดงผ่านกระบวนการกลั่นและแปรรูป สีแดงจะหายไป และคุณค่าทางโภชนาการและสรรพคุณทางยาจะถูกทำลาย (แหล่งที่มา : Researchers Prove Health Benefits of Red Palm Oil <https://gapki.id/en/news/2021/10/27/researchers-prove-health-benefits-of-red-palm-oil/> เข้าถึงเมื่อ 5 สิงหาคม 2568)

2.4 การผลิตน้ำมันปาล์มแดงอย่างง่าย

ขั้นตอนกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มแดงอย่างง่าย มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ปาล์มทะเลายสุก สั้กเกตจากผลปาล์มร่วงจากทะเลายปาล์มประมาณ 10 – 15 ผล
- 2) นำทะเลายปาล์มสุกมาทำการบ่ม 3 – 5 วัน
- 3) นำมาทำการแยกผลปาล์ม ออกจากทะเลายปาล์ม
- 4) นำผลปาล์มมาทำการไล่ความชื้น โดยผ่านการอบลมร้อนเพื่อให้เพื่อให้ผลปาล์มนิ่ม ใช้ อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที
- 5) นำผลปาล์มมาทำการแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์ม
- 6) นำเนื้อปาล์มมาทำการสกัดเอาน้ำมันปาล์มออก
- 7) นำมาแยกน้ำมันปาล์มแดง(เหลว) ออกจากไขปาล์ม โดยวิธีการตกตะกอน
- 8) นำน้ำมันปาล์มแดงที่ได้วางไว้ให้ตกตะกอนอีกครั้ง และกรองแยกไขปาล์มออก

สุนิสา ปู่เถ่า และกอบศักดิ์ (2558) ได้ทำวิจัย การให้ความร้อนเบื้องต้นแก่ผลปาล์มโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก ได้กล่าวไว้ว่า “กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มในระดับอุตสาหกรรมนิยมทำการให้ความร้อนเบื้องต้น (Pretreatment) แก่ผลปาล์มโดยการนึ่งไอน้ำที่ อุณหภูมิ 130 - 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 - 70 นาที เพื่อให้ผลปาล์มนิ่มและหยุดปฏิกิริยาไลโปไล ซิสอันเป็นสาเหตุของการเกิดกรดไขมันอิสระ” และสิริวิชญ์ และมักตาร์ (2563) ได้กล่าวไว้ที่เกี่ยวกับการใช้ความร้อนผลปาล์มของโรงงานขนาดเล็ก “จะใช้เตาอบลมร้อน ซึ่งจะใช้อุณหภูมิลมร้อน 100 - 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 - 40 ชั่วโมง แล้วทำการสกัดน้ำมันปาล์ม ด้วยเครื่องสกัดแบบอัดเกลียวเดี่ยว น้ำมันที่ได้เป็นแบบผสมกันระหว่างน้ำมันจากเนื้อปาล์มและน้ำมันจากเมล็ดในปาล์ม เรียกว่า น้ำมันปาล์มดิบชนิดที่บวม (Mixed Crude Palm Oil : MCPO) ซึ่งข้อเสียคือ ในกระบวนการให้ความร้อนจะใช้ระยะเวลานาน และคุณภาพน้ำมันจะเป็นแบบเกรดต่ำ”

2.5 เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steels)

ณรงค์ศักดิ์ (2558) ได้กล่าว เรื่องเหล็กกล้าไร้สนิม “เป็นเหล็กกล้าซึ่งมีปริมาณโครเมียมอยู่สูงกว่า 12% (โดยทั่วไปใช้ 15 - 18%) ทำให้สามารถทนต่อการกัดกร่อนได้ดี เหล็กกล้าไร้สนิมสามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างจุลภาคได้เป็น 5 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

2.5.1 เหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ริติก (Ferritic Stainless Steels)

เหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ริติกที่ใช้กันมากจะผสมโครเมียม (Cr) ประมาณ 12% หรือ 17% (ช่วงของส่วนผสมของ Cr +/-1%) มีนิเกิลน้อยมาก(ติดมากับวัตถุดิบ) เหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มนี้จะมีโครงสร้างจุลภาคเป็นเฟอร์ไรต์และมีสมบัติที่แม่เหล็กสามารถดูดติดได้ มีค่าความต้านทานแรงดึงที่จุดคราก (Yield strength) และค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) ปานกลาง มีค่าความยืด (Elongation) สูง เช่น กลุ่ม 405, 409, 430, 442, 443, และ 446 เหล็กกล้าไร้สนิมชนิดเฟอร์ริติกมีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มออสเทนนิติก แต่อาจพบปัญหาเรื่องเกรนหยาบ (Grain coarsening) และสูญเสียความแกร่ง (Toughness) หลังการเชื่อม การใช้งาน เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องซักผ้า ชิ้นส่วนระบบท่อไอเสีย และในบางกลุ่มจะผสมโครเมียมสูงเพื่อใช้กับงานที่ต้องทนอุณหภูมิสูง

เหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่ม 430 และ 443 จะแปรรูปได้ง่าย เหมาะกับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี ส่วนกลุ่ม 442 จะใช้กับงานอุณหภูมิสูง กลุ่ม 406 จะมีความต้านทานไฟฟ้าสูง กลุ่ม 446 จะเป็นกลุ่มที่มีความต้านทานการกัดกร่อนสูงที่สุดโดยเฉพาะที่อุณหภูมิสูง

2.5.2 เหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels)

เหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิติกที่ใช้กันมากจะผสมโครเมียมประมาณ 17% (ช่วงของส่วนผสมของ Cr +/-1%) และนิเกิล (Ni) ประมาณ 9% (ช่วงของส่วนผสมของ Ni +/-1%) การผสมนิเกิลทำให้เหล็กกลุ่มนี้ต่างจากกลุ่มเฟอร์ริติกโดยนิเกิลจะช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการกัดกร่อนและทำให้โครงสร้างจุลภาคเป็นออสเทนไนต์ เหล็กกลุ่มนี้บางเกรดจะผสมโครเมียมและนิเกิลเพิ่มเพื่อให้สามารถทนต่อการเกิดออกซิเดชันที่อุณหภูมิสูง ซึ่งทำให้สามารถใช้เป็นส่วนประกอบของเตา

หลอม เหล็กกลุ่มออสเทนนิติกนี้จะทนทานต่อการกัดกร่อนดีกว่าเหล็กกลุ่มเฟอร์ริติก ในด้านสมบัติเชิงกล เหล็กกลุ่มออสเทนนิติกจะมีค่าความต้านทานแรงดึงที่จุดคราก (Yield strength) ใกล้เคียงกับของกลุ่มเฟอร์ริติก แต่จะมีค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) และค่าความยืด (Elongation) สูงกว่าจึงสามารถขึ้นรูปได้ดีมาก เหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มนี้มีสมบัติที่แม่เหล็กไม่ดูดติด (ในสภาพผ่านการอบอ่อน) โดยทั่วไปแล้ว เหล็กกลุ่ม 300 จะมีคาร์บอนอยู่ระหว่าง 0.02 – 0.25%, โครเมียม 16 – 26%, นิกเกิล 3 – 20% และแมงกานีสสูงสุด 2% ซิลิคอน 1% เพื่อเพิ่มการต้านทานความร้อน เช่น เกรด 301, 302, 304, 309, 310, 316, 316L, และ 321 การใช้งาน กลุ่ม 304 ใช้ทำอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตอาหารและสารเคมี กลุ่ม 309 และ 310 ใช้ทำอุปกรณ์เตาอบชุบและเตาความร้อนต่าง ๆ กลุ่ม 316 จะมีความทนทานต่อการทำเหมเปอร์สูง กลุ่ม 321 จะมีเสถียรภาพต่อการกัดกร่อนที่อุณหภูมิสูงระหว่าง 400 – 850 องศาเซลเซียส ได้ดี จึงเหมาะกับการใช้ทำหม้อน้ำและถังทนแรงดัน

2.5.3 เหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ (Duplex Stainless Steels)

เหล็กกล้าไร้สนิมดูเพล็กซ์ จะมีโครงสร้างผสมระหว่างออสเทนไนต์และเฟอร์ไรต์ มีโครเมียมผสมประมาณ 21 - 28% และนิกเกิลประมาณ 3 - 7.5% เหล็กกล้ากลุ่มนี้มีความต้านทานแรงดึงที่จุดครากสูงและค่าความยืดสูง จึงเรียกว่ามีทั้งความแข็งแรงและความเหนียว (Ductility) สูง เช่น เกรด 325 และ 329 โดยทั่วไปจะใช้งานในสภาพที่ผ่านการอบอ่อน ซึ่งต้านทานการกัดกร่อนในสภาวะที่มีความเค็มดี

2.5.4 เหล็กกล้าไร้สนิมมาร์เทนซิติก (Martensitic Stainless Steels)

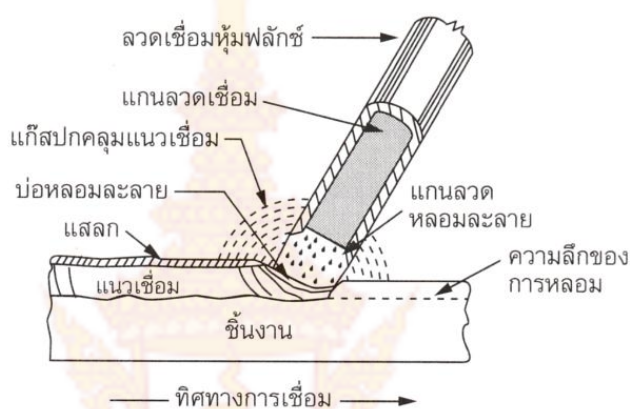
เหล็กกล้าไร้สนิมมาร์เทนซิติก จะผสมโครเมียมประมาณ 11 - 20% เหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มนี้มีคาร์บอนพอสมเหมาะและสามารถชุบแข็งได้ เหล็กกล้ากลุ่มนี้มีค่าความต้านทานแรงดึงที่จุดคราก (Yield strength) และความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) สูงมาก แต่จะมีค่าความยืด (Elongation) ต่ำ เหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มนี้ประกอบด้วย กลุ่ม 403, 410, 414, 416, 418, 420, 431, 440, 501 และ 502 โดยทั่วไปสามารถกัดแต่งและแปรรูปเย็นก่อนการชุบแข็งได้ เหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่ม 410, 416 และ 420 จะใช้กับงานที่ต้องการความแข็งแรงของมาร์เทนไซต์ กลุ่ม 414, 420 และ 440 ใช้ทำใบมีดตัด วาล์ว แบร็ง เครื่องมือแพทย์ และสปริง กลุ่ม 403 ใช้ทำใบเทอร์ไบน์ กลุ่ม 440 จะเป็นชนิดที่ให้ความแข็งแรงสูงมาก กลุ่ม 431 จะให้สมบัติทางกลสูง กลุ่ม 501 และ 502 จะให้ความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูงได้ดี

2.5.5 เหล็กกล้าไร้สนิมอบชุบแข็งด้วยการตกตะกอน (Precipitation-hardening Stainless Steels)

เหล็กกล้าไร้สนิมอบชุบแข็งด้วยการตกผลึก มีโครเมียมผสมประมาณ 15 - 18% และนิกเกิลอยู่ประมาณ 3 - 8% เหล็กกล้ากลุ่มนี้สามารถทำการชุบแข็งได้ จึงเหมาะสำหรับทำแกนปั๊ม หัววาล์ว เป็นเหล็กกล้าไร้สนิม กลุ่ม 100 มีความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูงมาก มีความเหนียว และทนต่อการกัดกร่อนได้ดี”

2.6 การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shielded Metal Arc Welding : SMAW)

ณรงค์ศักดิ์ (2558) “การเชื่อมอาร์กเป็นวิธีที่นิยมใช้มานาน วิธีนี้อาศัยความร้อนจากกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการอาร์กกระหว่าง ขั้วบวกและขั้วลบ ความร้อนที่ได้จากวิธีนี้สูงถึง 30,000 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าการเชื่อมด้วยเปลวไฟแก๊สมาก ในการเชื่อมนั้นชิ้นงานจะถูกต่อเข้ากับสายกราวด์ (ground) และรูปเชื่อมจะถูกจับด้วยหัวเชื่อม เมื่อรูปเชื่อมเข้าใกล้ชิ้นงานจะเกิดการอาร์กเกิดขึ้น ทำให้เกิดบ่อหลอมละลายที่ชิ้นงาน (ภาพที่ 2.2) และลวดเชื่อมจะเกิดการหลอมละลายและป้อนเติมลงในบ่อหลอมละลายแล้วกลายเป็นแนวเชื่อมในที่สุด ฟลักซ์ที่หุ้มลวดเชื่อมจะถูกเผาไหม้กลายเป็นแก๊สปกคลุมแนวเชื่อม และอีกส่วนจะหลอมละลายกลายเป็นสแลกปกคลุมแนวเชื่อม”



ภาพที่ 2.2 การเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

อ้างอิง: ณรงค์ศักดิ์, 2558, หน้า 534

2.7 ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์

สุนทร, บัญชา, และฤทธิชัย (2555) ได้กล่าวถึง “ลวดเชื่อมไฟฟ้า (Electrodes) จะทำหน้าที่เป็นตัวอาร์คโลหะงาน ทำให้เกิดความร้อนสูงจนกระทั่ง โลหะหลอมละลาย ในขณะที่เดียวกันลวดเชื่อมเองก็จะ หลอมละลายและเติมลงบนเนื้อโลหะ และเมื่อเย็นตัวลงจะแข็งตัวกลายเป็นแนวเชื่อม เพื่อให้แนวเชื่อมแข็งแรง โลหะที่จะเชื่อมและลวดเชื่อมต้องเป็นโลหะชนิดเดียวกัน ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ (Flux Covered electrode) หมายถึงลวดเชื่อมไฟฟ้าที่เป็นทั้งตัวนำไฟฟ้าและตัวทำให้เกิดการอาร์คกับโลหะงานจนกระทั่งโลหะหลอมละลาย ในขณะที่เดียวกันลวดเชื่อมเองก็จะหลอมละลาย ซึ่งสารเคมีที่หุ้มแกนลวดเชื่อมจะหลอมละลายด้วย ทำให้เกิดเป็นกลุ่มแก๊สเพื่อป้องกันการรวมตัวของอากาศภายนอกไม่ให้เข้ารวมตัวกับเนื้อแนวเชื่อม”

สุรพล และพิชิต (2547) ได้กล่าวถึง “การผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ และชนิดของฟลักซ์ที่ใช้หุ้มลวดเชื่อมไฟฟ้า

2.7.1 การผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์

การพอกหุ้มฟลักซ์ลวดเชื่อมด้วยเครื่องยิงความเร็วสูง ซึ่งเป็นวิธีการพอกหุ้มลวดเชื่อมที่ใช้กันอยู่ในโลก ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 3 ส่วน ได้แก่ 1. แกนลวดเชื่อม 2. เคมี และส่วนประกอบของฟลักซ์หุ้มแกนลวดเชื่อม 3. ของเหลวเป็นตัวประสานส่วนผสมให้สามารถหุ้มแกนลวดเชื่อมไว้ด้วยกัน ลวดเชื่อมเหล็กกล้าอะลูมิเนียมและลวดเชื่อมเหล็กกล้าผสมต่ำ ปกติแกนลวดเชื่อมทำด้วยเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำมีคาร์บอนผสมประมาณ 0.01% แมงกานีสและซิลิกอนผสมต่ำ และมีฟอสฟอรัสกับกำมะถันผสมอยู่ในปริมาณน้อยมาก แท่ง Ingot ที่นำมาผลิตนี้ต้องผ่านการรีดร้อนลดขนาดให้เป็น Billet หลังจากนั้นนำไปลดให้เหลือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/4 นิ้ว (6.4 มิลลิเมตร) - 3/8 นิ้ว (9.5 มิลลิเมตร) ซึ่งการผลิตนี้เป็นการรีดร้อนให้เป็นลวดที่เรียกว่า “Hot- rolled wire rod” ต่อไปจึงนำไปดึงขึ้นรูป (Drawn) ให้ได้ขนาดแกนลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ หลังจากผ่านการดึงให้ได้ขนาดแล้วจึงนำไปตัดให้ ตรงและตัดตามขนาดความยาวลวดเชื่อม ขนาดความยาวของแกนลวดเชื่อม 12 - 14 นิ้ว สำหรับ สหรัฐอเมริกา ส่วนมาตรฐานอื่นยาว 200 - 500 มิลลิเมตร การพอกหุ้มฟลักซ์จะแตกต่างกันตามส่วนผสมเคมีและธาตุผสม ส่วนผสมจะมีการตรวจสอบและคัดขนาดให้เหมาะสม แล้วจึงนำส่วนผสมแต่ละชนิดและนำมาผสมกันในสภาพแห้ง เมื่อผสมกันดีแล้วจึงเติมตัวประสานและน้ำลงไป แล้วผสมต่อไปในสภาพเปียกจนผสมกันดี ต่อไปจึงเตรียมนำเข้าเครื่อง Extrude เพื่อพอกหุ้มแกนลวดโดยเครื่อง Extrude การพอกหุ้มจะให้แกนลวดเชื่อมอยู่กึ่งกลางของฟลักซ์ อัตราการพอกหุ้มลวดประมาณ 10 เส้นต่อวินาที ลวดเชื่อมที่ผ่านการ พอกหุ้มฟลักซ์แล้วจะตกลงในสายพานลำเลียง โดยผ่านอุปกรณ์กำจัดฟลักซ์ที่หุ้มหลายลวดทั้งสองข้าง ออกข้างหนึ่งไว้สำหรับหัวเชื่อมจับ อีกข้างหนึ่งเหลือแกนเหล็กโผล่เพื่อให้่ายต่อการเริ่มต้นอาร์ก ต่อไปสายพานลำเลียงจะพาลวดเชื่อมเข้าเตาอบแห้ง และคงไว้ในเตาอบเป็นระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้ฟลักซ์แห้งแข็งตัวและมีความเหนียว ลวดเชื่อมเมื่อผ่านการอบแล้วจะถูกพิมพ์เครื่องหมาย ผ่านการตรวจสอบและทำการบรรจุเพื่อการขนส่ง กระบวนการผลิตจากเริ่มต้นจนสำเร็จจะกระทำต่อเนื่อง

2.7.2 ชนิดของลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์

ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ใช้สำหรับเชื่อมเหล็กกล้าอะลูมิเนียม ของฟลักซ์หุ้มได้ปลายประเภท ได้แก่ แบ่งตามสมบัติหลัก

2.7.2.1 ฟลักซ์หุ้มประเภทกรด (Acid Coverings)

มีส่วนผสมหลักของเหล็กออกไซด์ ซิลิกา และออกซิเจนผสมอยู่ปริมาณสูง รูปร่างแนวเชื่อมค่อนข้างเว้า และมีเกล็ดเชื่อมเรียบ สแลกที่แข็งตัวมีลักษณะคล้ายรังผึ้งเคาะออกได้ง่าย ถึงแม้เนื้อแนวเชื่อมจะมีความเหนียวสูงก็ตาม แต่ความแข็งแรงต่ำด้วยเหตุผลนี้จึงไม่ค่อยนิยมใช้ลวดเชื่อมประเภทนี้

2.7.2.2 ฟลักซ์หุ้มประเภทเซลลูโลส (Cellulosic Coverings)

มีส่วนผสมของวัสดุ อินทรีย์จำพวกไม้อยู่จำนวนมาก เมื่อถูกเผาไหม้จะเกิดแก๊สไฮโดรเจนเข้าไปแทนที่อากาศในบริเวณลำอาร์กและยังเพิ่มแรงดันอาร์กอีกด้วย ดังนั้นลวดเชื่อมเซลลูโลสจึงมีการซึมลึกสูงกว่าลวดเชื่อมชนิดอื่นอยู่มาก จึงไม่นำไปเชื่อมเหล็กความแข็งแรงสูง

(High-strength steel) ประมาณ 70% สแลกบาง และเคาะออกได้ง่าย ในบางครั้งสามารถเชื่อมทับแนวได้โดยไม่ต้องเคาะสแลกออกก่อน ลักษณะผิวหน้าแนวเชื่อมไม่สวย ขณะที่สมบัติทางกลดี แต่มีไฮโดรเจนผสม

2.7.2.3 ฟลักซ์หุ้มประเภทรูไทล์ (Rutile Coverings)

มีส่วนผสมของไทเทเนียมออกไซด์เป็นหลัก ลวดชนิดนี้ให้สแลกที่ดี การอาร์กสม่ำเสมอ และมีการใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการประกอบ น้ำโลหะหลอมมีปริมาณออกซิเจนปานกลาง สแลกเคาะออกง่าย รูปร่างแนวเชื่อมดี สำหรับความเหนียวและความตึงผิวของน้ำโลหะสามารถปรับให้เหมาะสมกับท่าเชื่อมได้ ด้วยการเติมธาตุผสมลงในฟลักซ์หุ้ม ลวดเชื่อมชนิดนี้มีสมบัติทางกลเพียงพอแก่การเชื่อมเหล็กโครงสร้าง แต่ไม่เหมาะสมกับการเชื่อมเหล็กที่มีความเค้นแรงตึงสูง เนื่องจากลวดชนิดนี้มีปริมาณไฮโดรเจนเกินกว่าพิกัดที่จะใช้เชื่อม

2.7.2.4 ฟลักซ์หุ้มประเภทต่าง (Basic Coverings)

มีส่วนผสมหลักได้แก่ แคลเซียม ฟลูออไรด์ และแคลเซียมคาร์บอเนต ลวดนี้ใช้กับการเชื่อมเหล็กความแข็งแรงสูง (High Strength Steel) โดยลวดเชื่อมจะต้องอบให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ 480 องศาเซลเซียส และการเก็บรักษาต้องอบไว้ที่ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ตลอดจนกว่าจะนำไปใช้ถึงจะทำให้ปริมาณของไฮโดรเจนลดน้อยลง เหลือระหว่าง 10-15 ml/ 100 g ซึ่งเป็นปริมาณที่เกิดการแตกน้อยที่สุดเมื่อนำไปเชื่อมเหล็กกล้าความเค้นสูง ลวดเชื่อมชนิดนี้สามารถควบคุมไฮโดรเจนได้แนวเชื่อมมีสมบัติทางกลดี เหมาะกับการเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอน, เหล็กกล้าคาร์บอน-แมงกานีส และเหล็กผสมต่ำ ในสแลกมีปริมาณออกซิเจนผสมน้อย จึงมีรูปร่างแนวเชื่อมนูนข้อเสียของลวดเชื่อมประเภทนี้คือเคาะสแลกออกยาก และมีควันเชื่อมมากกว่าลวดชนิดอื่น ๆ ลวดเชื่อมต่างที่รู้จักกันอีกชื่อ คือ ลวดเชื่อมไฮโดรเจนต่ำ (Low Hydrogen)

2.7.2.5 ฟลักซ์หุ้มประเภทพิเศษ นอกเหนือจากที่กล่าวไว้

2.8 รูปแบบลายแนวเชื่อม

สุพร (2547) “แนวเชื่อมพอกผิวแข็งที่มีแนวเชื่อมขวางตัวกับทิศทางการไหลของวัสดุจะช่วยให้วัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ลูกสูบสำหรับบดหิน เป็นต้น และแนวเชื่อมที่มีทิศทางการไหลของวัสดุขั้วตูดต่าง ๆ จะทำให้การไหลของวัสดุไหลอย่างราบเรียบ ดังนั้นเป็นการลดการสึกหรอที่เกิดขึ้นด้วย เทคนิคการเชื่อมใบผสมดินด้วยลวดเชื่อมพอกผิวแข็ง ลายแนวเชื่อมแบบตาข่าย จึงเป็นเทคนิคการเชื่อมที่สนใจอีกลายแนวเชื่อมหนึ่ง ซึ่งเป็นแนวเชื่อมตัดขวางรูปแบบตารางตาข่าย” ดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ใบผสมดินเชื่อมพอกแข็งลายแนวเชื่อมแบบตาข่ายก่อนการใช้งาน
(อ้างอิง : สุพร, 2547, หน้าที่ 63)



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยผ่านวิธีการอบลมร้อน โดยวางแผนการทดลอง $3 \times 3 \times 2$ factorial in randomized complete block design ประกอบด้วย ผิวแผ่นกดผลปาล์ม (แบบเรียบ แบบลายตาข่าย และแบบลายกันหอย) ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม (แบบเรียบ แบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง) และ แรงกด (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยแต่ละซ้ำจะถูกจัดเป็นอิทธิพลของบล็อก

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้รับการสนับสนุนจาก สาขาวิศวกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ประกอบด้วย

3.2.1 เตาอบลมร้อนด้วยไฟฟ้า

สำหรับเตาอบลมร้อนด้วยไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง เป็นเตาอบที่ได้ความร้อนจากฮีตเตอร์ ใช้ในการอบไล่ความชื้นออกจากผลปาล์ม ทั้งนี้หากมีความชื้นอยู่ในผลปาล์มจะทำให้ไขมันปาล์มแดงที่ผลิตได้จะมีกรดไขมัน และทำให้ไขมันปาล์มแดงเสียได้ง่าย มีกลิ่นหืน เตาอบลมร้อนด้วยไฟฟ้าที่ใช้ทดลองในครั้งนี้ ยี่ห้อ CASIKO รุ่น CK-5599 ความจุ 80 ลิตร กำลัง 1900 วัตต์ ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 เตาอบลมร้อนด้วยไฟฟ้า

3.2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบไฟฟ้า

เครื่องชั่งน้ำหนักแบบไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีค่าความละเอียด 0.01 กรัม ใช้ในการชั่งน้ำหนักผลปาล์มก่อนและหลังการอบลมร้อน และใช้ในการชั่งเนื้อปาล์ม และเมล็ดในปาล์ม เพื่อหาน้ำหนักของเนื้อปาล์ม และเมล็ดในปาล์ม หลังจากการทดลองด้วยเครื่องแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ด

ปาล์มโดยผ่านวิธีการอบลมร้อนแล้ว สำหรับเครื่องชั่งน้ำหนักแบบไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ยี่ห้อ OHAUS รุ่น Adventure ARC120 สามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 3100 กรัม ดังแสดงในภาพที่ 3.2



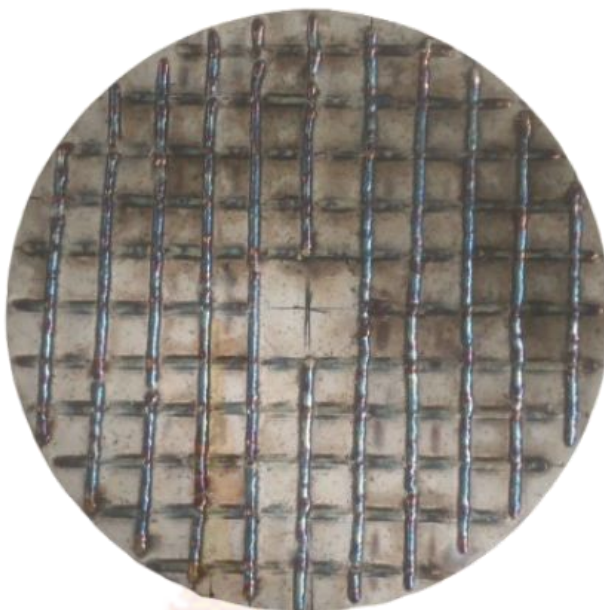
ภาพที่ 3.2 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบไฟฟ้า

3.2.3 เครื่องแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยผ่านวิธีการอบลมร้อน

เครื่องแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยผ่านวิธีการอบลมร้อน เป็นเครื่องที่ได้รับการพัฒนาและออกแบบ ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2567 ลักษณะการทำงานเป็นการส่งกำลังจากมอเตอร์มาขับเคลื่อนแผ่นฉีกเนื้อปาล์มให้ออกจากเมล็ดในปาล์ม ผลปาล์มจะโดนกดด้วยแผ่นกดที่ได้ ออกแบบลักษณะผิวกดไว้ 3 ลักษณะคือ แบบเรียบ แบบลายตาข่าย และแบบลายก้นหอย ดังแสดงในภาพที่ 3.3, 3.4 และ 3.5 และแผ่นฉีกเนื้อปาล์มได้มีการออกแบบลักษณะผิวไว้ 3 ลักษณะคือ แบบเรียบ แบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง ดังแสดงในภาพที่ 3.6, 3.7 และ 3.8 ลักษณะของเครื่องแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยผ่านวิธีการอบลมร้อน ดังแสดงในภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.3 ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบเรียบ



ภาพที่ 3.4 ผิวแผ่นกตผลปาล์มแบบลายตาข่าย



ภาพที่ 3.5 ผิวแผ่นกตผลปาล์มแบบลายก้นหอย



ภาพที่ 3.6 ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเรียบ



ภาพที่ 3.7 ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นตรง



ภาพที่ 3.8 ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นโค้ง



ภาพที่ 3.9 เครื่องแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดปาล์มโดยผ่านวิธีการอบลมร้อน

3.3 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

ผลปาล์มที่นำมาทำการทดลองเป็นผลปาล์มสุกที่มีอายุ 20 วัน หรือสังเกตจากการผลปาล์มที่มีผลปาล์มร่วงจากทะลายประมาณ 8 - 15 ผล ดังแสดงในภาพที่ 3.10 จากนั้นจะต้องนำมามบ่มอีก 3

วัน และนำมาทำการแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์ม เพื่อให้ได้เฉพาะผลปาล์มที่จะนำมาใช้ในการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 3.11 และเมื่อแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มแล้ว จะต้องผลปาล์มผ่านการอบลมร้อนด้วยเครื่องอบลมร้อนด้วยไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ดังแสดงในภาพที่ 3.12 เพื่อไล่ความชื้นออกจากผลปาล์ม



ภาพที่ 3.10 ผลปาล์มสุกอายุ 20 วัน



ภาพที่ 3.11 ผลปาล์มที่แยกออกจากทะลายปาล์ม



ภาพที่ 3.12 ผลปาล์มขณะอบลมร้อนด้วยไฟฟ้า

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 นำผลปาล์มไปอบลมร้อน โดยใช้ตู้อบลมร้อนไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที

3.4.2 ชั่งน้ำหนักผลปาล์มก่อนการทดลองจำนวน 2 กิโลกรัม ทำการนับผลปาล์มในแต่ละครั้ง

3.4.3 นำผลปาล์มไปทำการแยกเนื้อปาล์ม แต่ละกลุ่มการทดลอง โดยใช้เวลา 30 วินาที ความเร็วมอเตอร์ 789 รอบต่อนาที

3.4.4 กลุ่มการทดลองประกอบด้วย

กลุ่มการทดลองที่ 1 การแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์ม โดยผิวแผ่นกดมีลักษณะเรียบ ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มมีลักษณะเรียบ แรงกด 6.5 กิโลกรัม

กลุ่มการทดลองที่ 2 การแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์ม โดยผิวแผ่นกดมีลักษณะเรียบ ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มมีลักษณะเรียบ แรงกด 12.5 กิโลกรัม

กลุ่มการทดลองที่ 3 การแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์ม โดยผิวแผ่นกดมีลักษณะเรียบ ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มมีลักษณะเส้นตรง แรงกด 6.5 กิโลกรัม

กลุ่มการทดลองที่ 4 การแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์ม โดยผิวแผ่นกดมีลักษณะเรียบ ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มมีลักษณะเส้นตรง แรงกด 12.5 กิโลกรัม

กลุ่มการทดลองที่ 5 การแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์ม โดยผิวแผ่นกดมีลักษณะเรียบ ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มมีลักษณะเส้นโค้ง แรงกด 6.5 กิโลกรัม

กลุ่มการทดลองที่ 6 การแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์ม โดยผิวแผ่นกดมีลักษณะเรียบ ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มมีลักษณะเส้นโค้ง แรงกด 12.5 กิโลกรัม

การคำนวณข้อมูล

1. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์ม (yield percentage; YP)

$$YP = \frac{YW}{2000} \times 100$$

เมื่อ YP = เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์ม
YW = น้ำหนักเนื้อปาล์ม (กรัม)

2. เปอร์เซ็นต์เมล็ดในปาล์มไม่แตก (normal seed percentage; NSP)

$$NSP = \left(\frac{NS}{TS} \right) \times 100$$

เมื่อ NSP = เปอร์เซ็นต์เมล็ดในปาล์มไม่แตก
NS = จำนวนเมล็ดในปาล์มไม่แตก
TS = จำนวนผลปาล์มเริ่มต้น

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

น้ำหนักที่ได้จากการทดลองการใช้งานของแผ่นกดผลปาล์ม และแผ่นฉีกเนื้อปาล์มในแต่ละแบบ ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of covariance) ตามการทดลอง 3x3x2 factorial in randomized complete block design ประกอบด้วย ผิวแผ่นกดผลปาล์ม (แบบเรียบ แบบลายตาข่าย และแบบลายกันหอย) ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม (แบบเรียบ แบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง) และแรงกด (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม) โดยมี จำนวนผลปาล์มเริ่มต้น เป็นตัวปรับความแปรปรวนร่วม และถ้ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จะเปรียบเทียบโดยใช้วิธี p - diff

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 ข้อมูลพื้นฐาน

จากการศึกษาครั้งนี้ น้ำหนักของผลปาล์มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.68 ± 1.92 กรัม โดยมีค่าต่ำสุดและสูงสุด 5.93 และ 13.25 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความหลากหลายในด้านขนาดพอสมควร และมีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 1.70 ± 0.42 กรัม มีค่าต่ำสุดและสูงสุด 1.03 และ 2.72 กรัม ตามลำดับ ซึ่งน้ำหนักของเมล็ดมีความสม่ำเสมอมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักผลปาล์ม และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มต่อผลเท่ากับ 76.6 ± 3.16 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าต่ำสุด และสูงสุดเท่ากับ 67.28 และ 81.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบของผลปาล์ม

รายการ	ค่าเฉลี่ย	SD	Min	Max
น้ำหนักผลปาล์ม (g)	8.68	1.92	5.93	13.25
น้ำหนักเมล็ด (g)	1.70	0.42	1.03	2.72
เนื้อปาล์มต่อผล (%)	76.60	3.16	67.28	81.87

4.2 อิทธิพลของ ลักษณะผิวแผ่นกดผลปาล์ม แผ่นฉีกเนื้อปาล์ม แรงกด ต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์ม

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์ม ถือได้ว่าส่วนที่สำคัญในการศึกษาครั้งนี้ เพราะเป็นสิ่งที่ต้องการเพื่อนำไปใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ จากการทำการทดสอบเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อน ที่มีอิทธิพลของผิวแผ่นกดผลปาล์ม (แบบเรียบ แบบลายตาข่าย และแบบลายกันหอย) ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม (แบบเรียบ แบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง) และแรงกด (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม) และได้นำข้อมูลของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์มมาวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างผิวแผ่นกดผลปาล์ม กับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์มมีนัยสำคัญทางสถิติ (<0.01) ในขณะที่อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยอื่น ๆ ไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า การพิจารณาอิทธิพลของผิวแผ่นกดผลปาล์ม ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม และแรงกด ต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์ม แยกอิสระไม่สามารถกระทำได้นี้เนื่องจากพบอิทธิพลร่วม ระหว่างผิวแผ่นกดผลปาล์ม กับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม โดยในการพิจารณาควรพิจารณาปัจจัยที่ทำการศึกษาไปพร้อมกัน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน อิทธิพลของลักษณะผิวแผ่นกดผลปาล์ม ผิวแผ่นฉีก เนื้อปาล์ม และแรงกด ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์ม

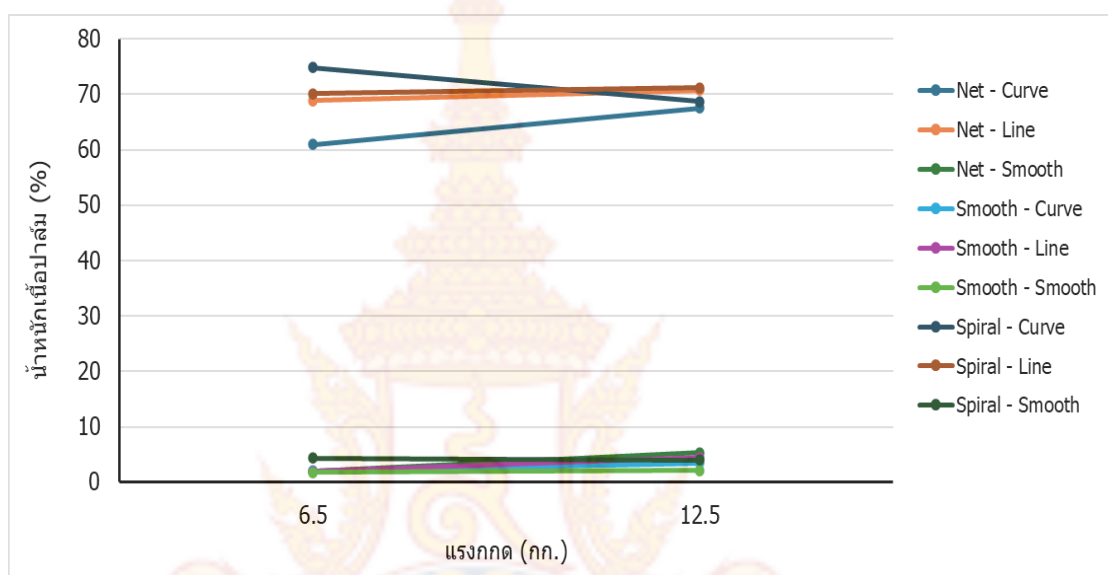
	SOV	F	P-value
ผิวแผ่นกดผลปาล์ม		1553.30	<.0001
ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม		1491.25	<.0001
แรงกด		2.29	0.1399
BLOCK		1.08	0.3509
ผิวแผ่นกดผลปาล์ม*ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม		359.20	<.0001
ผิวแผ่นกดผลปาล์ม*แรงกด		4.83	0.0145
ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม*แรงกด		0.24	0.7892
น้ำหนักกดผลปาล์ม*ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม*แรงกด		1.95	0.1254

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์มที่มีผิวแผ่นกดผลปาล์ม (แบบเรียบ แบบลาย ตาข่าย และแบบลายกันหอย) ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม (แบบเรียบ แบบเส้นตรง และแบบ เส้นโค้ง) และแรงกด (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม) ในรูปแบบต่าง ๆ

ผิวแผ่นกดผลปาล์ม	ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม	น้ำหนักกด (กก.)		mean
		6.5	12.5	
เรียบ	เรียบ	1.82	2.11	1.96
	เส้นโค้ง	2.04	3.46	2.75
	เส้นตรง	2.01	4.44	3.22
	mean	1.96	3.33	
ตาข่าย	เรียบ	2.00	5.36	3.68
	เส้นโค้ง	60.92	67.52	64.22
	เส้นตรง	68.85	70.78	69.82
	mean	43.92	47.89	
กันหอย	เรียบ	4.35	4.04	4.19
	เส้นโค้ง	75.12	68.68	71.90
	เส้นตรง	70.12	71.23	70.67
	mean	49.86	47.98	

จากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์มของอิทธิพลร่วมระหว่าง ปัจจัยต่าง ๆ พบว่า แรงที่ใช้กด (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม) ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มที่ใกล้เคียงกันในทุก

รูปแบบของการใช้ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบเรียบร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม สำหรับการใช้ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบเรียบร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มทุกรูปแบบ ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มที่ต่ำมาก โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.96 - 3.22 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อใช้แผ่นผิวกดผลปาล์มแบบลายตาข่ายทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นตรงที่ให้ค่าเฉลี่ยสูงถึง 69.82 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาการการใช้ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายกันหอยให้ค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสูงสุด โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นโค้ง (71.90 เปอร์เซ็นต์) และเส้นตรง (70.67 เปอร์เซ็นต์) จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการผสมผสานระหว่างผิวแผ่นกดผลปาล์ม กับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม มีผลกระทบต่อค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์ม



ภาพที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์ม ที่มีผิวแผ่นกดผลปาล์ม (แบบเรียบ แบบลายตาข่าย และแบบลายกันหอย) ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม (แบบเรียบ แบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง) และแรงกด (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม)

หมายเหตุ Net = แบบลายตาข่าย, Smooth = แบบเรียบ, Spiral = แบบลายกันหอย, Curve = แบบเส้นโค้ง และ Line แบบเส้นตรง

จากภาพที่ 4.1 เมื่อพิจารณาอิทธิพลของผิวแผ่นกดผลปาล์ม ร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม ในแต่ละแรงกด พบว่า ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบเรียบและผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเรียบ ไม่ว่าจะใช้ร่วมกับแบบใด เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์มทั้งสองแรงกดมีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ สำหรับผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบตาข่าย หรือแบบลายกันหอย ใช้ร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นตรง หรือแบบเส้นโค้ง เมื่อผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายกันหอย ใช้ร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นตรง หรือเส้นโค้ง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์มที่แรงกด 6.5 กิโลกรัมแปรปรวนสูงกว่าแรงกดที่ 12.5 กิโลกรัม โดยผิว

แผ่นกดผลปาล์มแบบลายกันหอย ต้องร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นตรง ใช้แรงกด 6.5 กิโลกรัม มีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์มสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ

4.3 อิทธิพลของลักษณะผิวแผ่นกดผลปาล์ม ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม และแรงกด ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่แตก

เปอร์เซ็นต์เมล็ดที่แตก เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดน้อยที่สุด เพราะกระทบต่อกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากการทำการทดสอบเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อน ที่มีอิทธิพลของผิวแผ่นกดผลปาล์ม (แบบเรียบ แบบลายตาข่าย และแบบลายกันหอย) ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม (แบบเรียบ แบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง) และแรงกด (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม) และได้นำข้อมูลของเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่แตกมาวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า อิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างผิวแผ่นกดผลปาล์มกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่แตกมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (<0.01) ในขณะที่อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยอื่น ๆ ไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า การพิจารณาอิทธิพลของผิวแผ่นกดผลปาล์ม ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม และแรงกดต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่แตก แยกอิสระไม่สามารถกระทำได้ เนื่องจากพบอิทธิพลร่วม ระหว่างผิวแผ่นกดผลปาล์ม กับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม โดยในการพิจารณาควรพิจารณาปัจจัยที่ทำการศึกษาไปพร้อมกัน ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน อิทธิพลของ ลักษณะผิวแผ่นกดผลปาล์ม ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม และแรงกด ของเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่แตก

	SOV	F	P-value
ผิวแผ่นกดผลปาล์ม		20.76	<.0001
ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม		24.88	<.0001
แรงกด		0.01	0.9069
BLOCK		1.82	0.1772
ผิวแผ่นกดผลปาล์ม*ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม		9.22	<.0001
ผิวแผ่นกดผลปาล์ม*แรงกด		0.01	0.9889
ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม*แรงกด		0.10	0.9057
น้ำหนักกดผลปาล์ม*ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม*แรงกด		0.11	0.9767

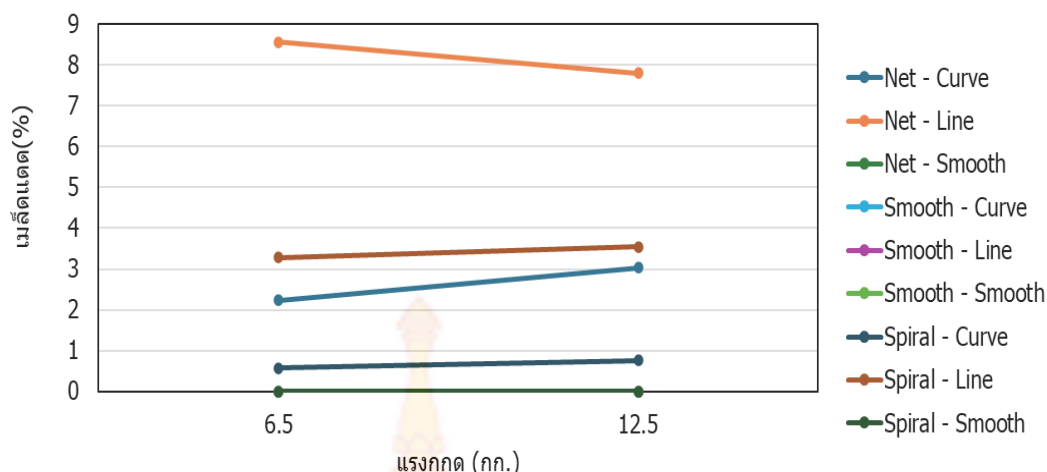
เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เมล็ดแตก พบว่า การใช้ผิวแผ่นกดผลปาล์ม และผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเรียบ ไม่ว่าจะใช้การใช้ผิวแผ่นกดผลปาล์มและผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบใดไม่พบเมล็ดแตกที่ทุกระดับของแรงที่ใช้กด (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม) และพบว่าการใช้ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบ

ลายตาข่ายร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นโค้งทำให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ โดยการใช้แรงกดต่างกันเปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และได้เนื้อปาล์มที่ใกล้เคียงกัน ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เปอร์เซ็นต์เมล็ดที่แตกที่มีผิวแผ่นกดผลปาล์ม (แบบเรียบ แบบลายตาข่าย และแบบลายก้นหอย) ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม (แบบเรียบ แบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง) และแรงกด (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม) ในรูปแบบต่าง ๆ

ผิวแผ่นกดผลปาล์ม	ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม	น้ำหนักกด (กก.)		mean
		7.5	12.5	
เรียบ	เรียบ	0.00	0.00	0.00
	เส้นโค้ง	0.00	0.00	0.00
	เส้นตรง	0.00	0.00	0.00
	mean	0.00	0.00	
ตาข่าย	เรียบ	0.00	0.00	0.00
	เส้นโค้ง	2.23	3.03	2.63
	เส้นตรง	8.56	7.80	8.18
	mean	3.60	3.61	
ก้นหอย	เรียบ	0.00	0.00	0.00
	เส้นโค้ง	0.57	0.76	0.66
	เส้นตรง	3.28	3.55	3.42
	mean	1.28	1.44	

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของผิวแผ่นกดผลปาล์ม ร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม ในแต่ละแรงกด พบว่า ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบเรียบ และผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเรียบ ไม่ว่าจะใช้ร่วมกับแบบใดไม่ทำให้เกิดการแตกของเมล็ด และพบว่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกที่ใช้ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายตาข่าย เมื่อใช้ร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นตรง มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ ที่แรงกด 6.5 กิโลกรัมและลดลงเล็กน้อยเมื่อแรงกดเพิ่มขึ้น เป็น 12.5 กิโลกรัม และจากการศึกษารั้งนี้ที่ใช้ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายก้นหอย เมื่อใช้ร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นโค้งมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เน้ลัดเตด ที่มีผิวแผ่นกดผลปาล์ม (แบบเรียบ แบบลายตาข่าย และแบบลายกันหอย) ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม (แบบเรียบ แบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง) และ แรงกด (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม)

หมายเหตุ Net = แบบลายตาข่าย, Smooth = แบบเรียบ, Spiral = แบบลายกันหอย, Curve = แบบเส้นโค้ง และ Line แบบเส้นตรง

4.4 แรงกด ลักษณะผิวแผ่นกดผลปาล์ม และผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม ที่เหมาะสมในการแยกเน้ลผลปาล์ม

เนื่องจากการพัฒนาเครื่องแยกเน้ลปาล์มน้ำมันโดยเม้ลัดปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อน ไม่ได้มุ่งเน้นเปอร์เซ็นต์เน้ลผลปาล์มที่แยกได้เพียงอย่างเดียวยังให้ความสำคัญกับเปอร์เซ็นต์เม้ลัดปาล์มที่แตกด้วย เนื่องจากส่งผลต่อคุณภาพเน้ลผลปาล์มไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะ combination treatment พบว่า การใช้แรงกด 6.5 กิโลกรัม ใช้ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายกันหอยและผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นโค้ง สามารถแยกเน้ลผลปาล์มได้สูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) กับการใช้แรงกด 6.5 กิโลกรัม ใช้ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายกันหอยและผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นโค้ง และการใช้แรงกด 12.5 กิโลกรัม ใช้ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายกันหอยและผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นตรง และการใช้แรงกด 12.5 กิโลกรัม ใช้ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายตาข่าย และผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นตรง อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณา ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เม้ลัดเตดรวมด้วยแล้ว พบว่า การใช้แรงกด 6.5 กิโลกรัม ใช้ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายกันหอยและผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นโค้งให้ผลต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ ($P < 0.05$) ที่ไม่ได้ใช้ และการใช้ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบเรียบ และหรือผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเรียบไม่พบเม้ลัดเตดเลย ดังนั้น การ

ใช้แรงกด 6.5 กิโลกรัม ใช้แผ่นกดผลปาล์มแบบลายก้นหอยและแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นโค้งให้ มีความเหมาะสมมากที่สุดในการแยกเนื้อผลปาล์ม ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เปอร์เซ็นต์เนื้อผลปาล์ม และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เปอร์เซ็นต์เมล็ดที่ แตก ที่มีผิวแผ่นกดผลปาล์ม ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม และแรงกด ในรูปแบบต่าง ๆ

แรงกด (กิโลกรัม)	ผิวแผ่นกด ผลปาล์ม	ผิวแผ่นฉีก เนื้อปาล์ม	ค่าเฉลี่ยเนื้อผลปาล์ม (%)	ค่าเฉลี่ยเมล็ดแตก (%)
6.5	เรียบ	โค้ง	2.04D	0.00c
6.5	เรียบ	เส้นตรง	2.01D	0.00c
6.5	เรียบ	เรียบ	1.82D	0.00c
6.5	ตาข่าย	โค้ง	60.92c	2.23b
6.5	ตาข่าย	เส้นตรง	68.85b	8.57a
6.5	ตาข่าย	เรียบ	2.00d	0.00c
6.5	ก้นหอย	โค้ง	74.87a	0.57b
6.5	ก้นหอย	เส้นตรง	70.12ab	3.28b
6.5	ก้นหอย	เรียบ	4.35d	0.00c
12.5	เรียบ	โค้ง	3.46d	0.00c
12.5	เรียบ	เส้นตรง	4.44d	0.00c
12.5	เรียบ	เรียบ	2.11d	0.00c
12.5	ตาข่าย	โค้ง	67.52b	3.03bc
12.5	ตาข่าย	เส้นตรง	70.78ab	7.80a
12.5	ตาข่าย	เรียบ	5.36d	0.00c
12.5	ก้นหอย	โค้ง	68.68b	0.00c
12.5	ก้นหอย	เส้นตรง	71.23ab	3.55b
12.5	ก้นหอย	เรียบ	4.04d	0.76bc

a, b, c อักษรต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ข้อมูลพื้นฐานของผลปาล์ม

ในการศึกษาครั้งนี้ ผลปาล์มมีน้ำหนักเฉลี่ย 8.68 ± 1.92 กรัมต่อผล และน้ำหนักเมล็ดในปาล์มเฉลี่ย 1.70 ± 0.42 กรัมต่อเมล็ด

5.1.2 อิทธิพลของลักษณะผิวแผ่นกตผลปาล์ม ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม และแรงกด ต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปาล์ม

การใช้ผิวแผ่นเรียบทั้งสำหรับผิวแผ่นกตผลปาล์มและผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มที่ต่ำมาก มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.96 - 3.22 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ เสมอ ที่แรงกดทั้งสองระดับ (6.5 และ 12.5 กิโลกรัม)

และเมื่อใช้ผิวแผ่นกตผลปาล์มแบบลายตาข่าย ทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นตรง การใช้ผิวแผ่นกตแบบลายกันหอยให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสูงสุดเมื่อใช้ร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นโค้ง และแบบเส้นตรง

แรงกด 6.5 และ 12.5 กิโลกรัม ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มที่ใกล้เคียงกันเมื่อใช้ผิวกตผลปาล์มแบบเรียบร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มทุกรูปแบบ อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้ผิวแผ่นกตผลปาล์มแบบลายกันหอยร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นตรงหรือเส้นโค้ง เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มที่แรงกด 6.5 กิโลกรัม มีความแปรปรวนสูงกว่าที่แรงกด 12.5 กิโลกรัม

5.1.3 อิทธิพลของลักษณะผิวแผ่นกตผลปาล์ม ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม และแรงกด ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่แตก

การใช้ผิวแผ่นกตผลปาล์มและผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเรียบไม่ทำให้เมล็ดแตก ไม่ว่าจะใช้แรงกดระดับใดก็ตาม และการใช้ผิวแผ่นกตผลปาล์มแบบลายตาข่ายร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นตรงให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกสูงที่สุด โดยมีค่า 8.57 เปอร์เซ็นต์ ที่แรงกด 6.5 กิโลกรัม และลดลงเล็กน้อยเป็น 7.80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแรงกดเพิ่มขึ้นเป็น 12.5 กิโลกรัม

การใช้ผิวแผ่นกตผลปาล์มแบบลายกันหอยร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นโค้งให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์

5.1.4 น้ำหนักกต ลักษณะผิวแผ่นกตผลปาล์ม ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม ที่เหมาะสมในการแยกเนื้อผลปาล์ม

การพัฒนานี้ไม่ได้มุ่งเน้นเพียงแค่เปอร์เซ็นต์เนื้อผลปาล์มที่แยกได้เท่านั้น แต่ยังให้ความสำคัญกับเปอร์เซ็นต์เมล็ดปาล์มที่แตกด้วย พบว่าเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดคือการใช้ แรงกด 6.5

กิโลกรัม ร่วมกับ ผิวแผ่นกดแบบลายกันหอย และ ผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์มแบบเส้นโค้ง ค่าเฉลี่ยเนื้อปาล์ม 74.87 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยเมล็ดแตก 0.57 เปอร์เซ็นต์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ผิวแผ่นกดผลปาล์ม และผิวแผ่นฉีกเนื้อปาล์ม ควรจะมีการศึกษาอิทธิพลของความหนาและความกว้างของขนาดลายต่าง ๆ มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก และเนื้อที่ติดเมล็ดในปาล์ม

5.2.2 ควรจะมีการเปรียบเทียบอิทธิพลของสายพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ซึ่งอาจจะมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ในการได้มาซึ่งเนื้อปาล์ม

5.2.3 ควรจะนำผลการทดลองของเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์ม มีผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มแดงหรือไม่



บรรณานุกรม

- ณรงค์ศักดิ์ ธรรมโชติ. 2558. วัสดุวิศวกรรม. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ.
- ณัฐกรณ์ ชื่นขำ, ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์ และอนุพันธ์ เทิดวงศ์วรกุล. 2551. การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวันแบบแรงเหวี่ยง. หน้า 323-333. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 5, นครปฐม.
- พัชรินทร์ ระวียัน. 2551. ผลของวิธีการทำแห้งและการเก็บรักษาต่อสมบัติของ แคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ. รายงานวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- พัชรินทร์ ระวียัน, ประมวล ศรีกาหลง และเกรียงไกร สร้อยนาค. 2551. โครงการการสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลทของน้ำมันปาล์ม โดยใช้ตัวทำละลายที่อุณหภูมิต่ำ. รายงานวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- พรเทพ รักษ์บางแหลม และอภิเดช พัฒน์เวช. 2557. โครงการ การพัฒนาเครื่องตัดทะลายปาล์มน้ำมันอายุไม่เกิน 10 ปีแบบแรงกระแทก. รายงานวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- วรจิต พยอม, วัฒนา กองทอง, จาตุรงค์ นະະศรี, อมฤต แชมจง และเจตริน จันทะมุด. 2558. เครื่องแยกทะลายปาล์มขนาดเล็ก. หน้า 274-278. การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8, ปทุมธานี.
- สมพร พรหมดวง. 2560. การออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกผลปาล์มน้ำมันออกจากทะลาย. หน้า 1394-1399. การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 12, กรุงเทพฯ.
- สุรพล สุภารัตน์ และพิชิต เพ็งสุวรรณ. 2547. การหาประสิทธิภาพของอัตราการหลอมละลายของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- สุพร ฤทธิภักดี. 2547. การศึกษาการสึกหรอของผิวเชื่อมพอกผิวแข็งเพื่อหาอายุการใช้งานด้วยลวดเชื่อมพอกแข็งชนิดต่าง ๆ วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุนทร มุลทา, บัญชา เวฬุনারักษ์ และฤทธิชัย สังฆทิพย์. 2555. การศึกษาอิทธิพลของปริมาณความชื้นของลวดเชื่อม E6013 ที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกล. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2555, เพชรบุรี.

- สุนิสา ปู่เถา และกอบศักดิ์ กาญจนางค์กุล. 2558. การให้ความร้อนเบื้องต้นแก่ผลปาล์มโดยการให้ความร้อนแบบโอห์มมิก. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 16, กรุงเทพฯ.
- สิริวิทย์ ภัคดีโชติ และมักตาร์ แวหะยี. 2563. ผลของความดันที่มีต่อการหลุดร่วงและปริมาณน้ำมันปาล์มดิบ ในกระบวนการให้ความร้อนปาล์มน้ำมันแบบนิ่งโดยตรง. วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ. 6(2) : 125-136.
- อาริชา โสภางารย์ และ ธนะวิทย์ ทองวิเชียร. 2560. เครื่องเหวี่ยงแยกเนื้อปาล์มน้ำมันออกจากเมล็ด โดยไม่ผ่านกระบวนการนึ่งด้วยไอน้ำ. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 9(1) : 89-97.
- Abd Al-Wali Japir, Jumat Salimon, Darfizzi Derawi, Murad Bahadi, Salah Al-Shuja'a and Muhammad Rahimi Yusop. 2017. Physicochemical characteristics of high free fatty acid crude palm oil. Oilseeds & fats Crops and Lipids, 2017, 24(5), D506.
- Researchers Prove Health Benefits of Red Palm Oil. 2564. แหล่งที่มา <https://gapki.id/en/news/2021/10/27/researchers-prove-health-benefits-of-red-palm-oil/>, 5 สิงหาคม 2568.



ภาคผนวก ก

เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก





ภาคผนวก ก 1 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 1



ภาคผนวก ก 2 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 2



ภาคผนวก ก 3 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด
6.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 3



ภาคผนวก ก 4 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด
12.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 1



ภาคผนวก ก 5 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรกกด 12.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 2



ภาคผนวก ก 6 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรกกด 12.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 3



ภาคผนวก ก 7 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรกกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกตลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 1



ภาคผนวก ก 8 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรกกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกตลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 2



ภาคผนวก ก 9 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรกกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 3



ภาคผนวก ก 10 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรกกด 12.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 1



ภาคผนวก ก 11 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 12.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 2



ภาคผนวก ก 12 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 12.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายตาข่าย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 3



ภาคผนวก ก 13 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายนกฮอย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 1



ภาคผนวก ก 14 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายนกฮอย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 2



ภาคผนวก ก 15 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายน้อย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 3



ภาคผนวก ก 16 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 12.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายน้อย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 1



ภาคผนวก ก 17 เนื่อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื่อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 12.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 2



ภาคผนวก ก 18 เนื่อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื่อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 12.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นตรง ทดลองครั้งที่ 3



ภาคผนวก ก 19 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกตลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 1



ภาคผนวก ก 20 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี แรงกด 6.5 กิโลกรัม แผ่นกตลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 2



ภาคผนวก ก 21 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี แรงกด 6.5 กิโลกรัม แผ่น
กดลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 3



ภาคผนวก ก 22 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี แรงกด 12.5 กิโลกรัม แผ่น
กดลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 1



ภาคผนวก ก 23 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี เมล็ดในปาล์มแตก แรงกด 12.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 2

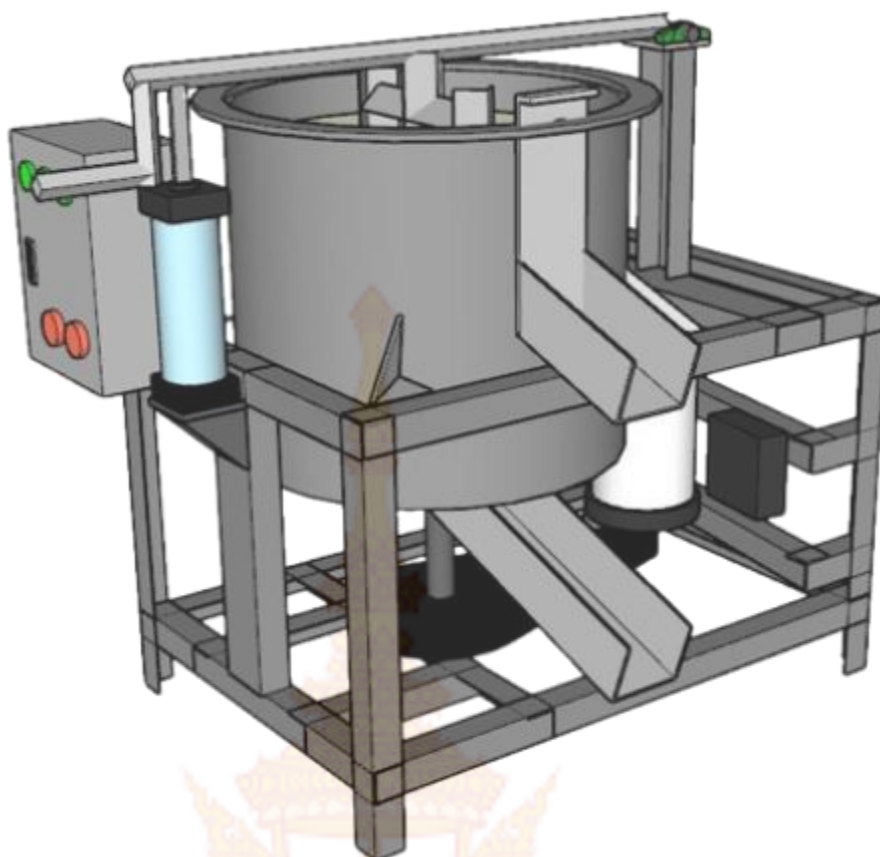


ภาคผนวก ก 24 เนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มและเนื้อปาล์ม เมล็ดในปาล์มดี แรงกด 12.5 กิโลกรัม แผ่นกดลายกันหอย แผ่นฉีกเส้นโค้ง ทดลองครั้งที่ 3

ภาคผนวก ข

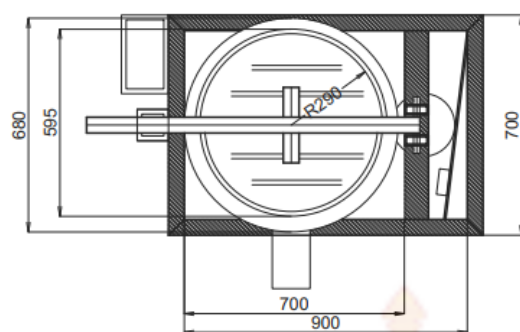
ภาพสามมิติ และภาพด้านบน ด้านข้าง และด้านหน้า
เครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อน



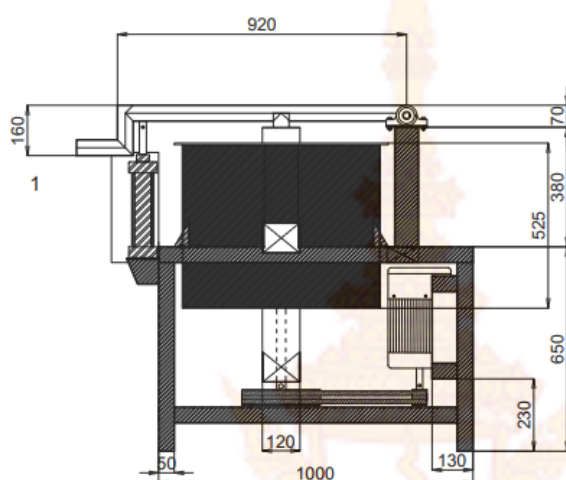


ภาคผนวก ข 1 ภาพสามมิติเครื่องแยกเนื้อปาล์มน้ำมันโดเมสต์ปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อน

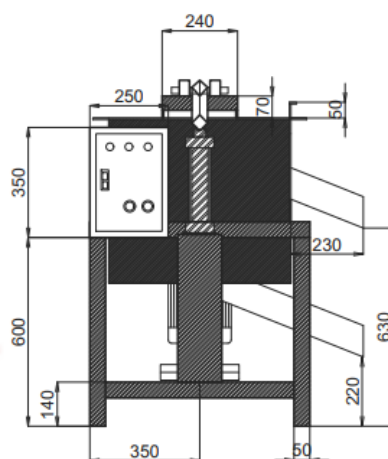




ภาพด้านบน



ภาพด้านข้าง



ภาพด้านหน้า

ภาคผนวก ข 2 ภาพด้านบน ด้านข้าง และด้านหน้าของเครื่องแยกน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่านกระบวนการอบลมร้อน

ภาคผนวก ค
แบบสรุปข้อมูลโครงการวิจัยทุนสนับสนุนเงินรายได้
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567



ภาคผนวก ค
แบบสรุปข้อมูลโครงการวิจัยทุนสนับสนุนเงินรายได้
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567

ชื่อโครงการ : ออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเนื้อมะพร้าวจากเมล็ดมะพร้าวโดยการอบลมร้อน หัวหน้าโครงการ : ..นายสุพร ฤทธิภักดี..... โทรศัพท์:..064-351-5539..... อีเมล:..SUPORN.R@RMUTSV.AC.TH .. งบประมาณ ...100,000..... บาทระยะเวลาดำเนินการ ...2..... ปี แพลตฟอร์มตามยุทธศาสตร์ อววน.: .. โปรแกรมตามยุทธศาสตร์ อววน.: .. พื้นที่ทำวิจัย : ..กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน หมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภอดำรงวิทยะ จังหวัดตรัง พื้นที่การใช้ประโยชน์ : ..กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน หมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภอดำรงวิทยะ จังหวัดตรัง
ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล : จากการลงพื้นที่ตลอดจนได้ร่วมกันหาแนวทางกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน หมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภอดำรงวิทยะ จังหวัดตรัง ในการแก้ไขปัญหาการเกิดคอขวดในการผลิต และเพื่อเพิ่มกำลังการผลิต การสร้างมาตรฐานในการผลิตด้านเครื่องมือ การสร้างมาตรฐานเพื่อรองรับการตรวจมาตรฐานจากคณะกรรมการอาหารและยา การวิจัยนวัตกรรมและเทคโนโลยี การพัฒนาอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีคอลตามยุทธศาสตร์การปฏิรูปปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มทั้งระบบ (ปี 2560 - 2579) และเป็นไปตามกฎกระทรวง การจัดกลุ่มสถาบันอุดมศึกษา พ.ศ. 2564 กลุ่มที่ 2 กลุ่มพัฒนาเทคโนโลยีและส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม จึงมีแนวคิด “ออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเนื้อมะพร้าวจากเมล็ดมะพร้าวโดยการอบลมร้อน” ซึ่งจะช่วยสร้างความมั่นคงและยั่งยืนให้ชุมชน ตลอดจนเป็นศูนย์เรียนรู้ วิจัย และถ่ายทอดด้านนวัตกรรมด้านการแปรรูปน้ำมันปาล์มแดง และการแปรรูปปาล์มน้ำมันให้เป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ
วัตถุประสงค์ของโครงการ : 1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเนื้อมะพร้าวจากเมล็ดมะพร้าวสำหรับวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน หมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภอดำรงวิทยะ จังหวัดตรัง 2. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกเนื้อมะพร้าวจากเมล็ดมะพร้าว
ผลการวิจัย : ผลการทดลองพบว่า แผ่นกดผลปาล์มและแผ่นฉีกเนื้อมะพร้าวที่มีรูปแบบผิวเรียบให้เปอร์เซ็นต์เนื้อมะพร้าวต่ำสุด ทั้งแรงกด 6.5 และ 12.5 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.96-3.22 เปอร์เซ็นต์ และผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายตาข่ายร่วมกับผิวฉีกเนื้อมะพร้าวแบบเส้นตรงให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดในปาล์มต่ำสุด 8.57 เปอร์เซ็นต์ ที่แรงกด 6.5 กิโลกรัม และลดลง 7.80 เปอร์เซ็นต์ ที่แรงกด 12.5 กิโลกรัม และผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายก้นหอยร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อมะพร้าวแบบเส้นโค้งให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดในปาล์มต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ และที่แรงกด 6.5 กิโลกรัม ผิวแผ่นกดผลปาล์มแบบลายก้นหอยร่วมกับผิวแผ่นฉีกเนื้อมะพร้าวแบบเส้นโค้งให้ค่าเฉลี่ยเนื้อมะพร้าว 74.87 เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยเมล็ดในปาล์ม 0.57 เปอร์เซ็นต์ เป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุด

ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (output) : เครื่องแยกเนือปาล์มน้ำมันโดยเมล็ดปาล์มผ่านการอบลมร้อนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น แก้ไขปัญหาการเกิดคอขวดในการผลิต และเพื่อเพิ่มกำลังการผลิต
ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (outcome) : ลดเวลาและเพิ่มกำลังการผลิตในการแยกเนือปาล์มน้ำมัน สร้างมาตรฐานกระบวนการ การผลิตน้ำมันปาล์มแดง
ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (impact) : ลดเวลาในขั้นตอนการแยกเนือปาล์มออกจากเมล็ดในปาล์ม
การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ ด้านนโยบาย ยุทธศาสตร์การปฏิรูปปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มทั้งระบบ (ปี 2560-2579) กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ การพัฒนาด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีด้านปาล์มน้ำมัน ด้านสังคม วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน หมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภอวังพิเศษ จังหวัดตรัง กลุ่มวิสาหกิจ ฯ สามารถเป็นแหล่งเรียนรู้ ข้อมูล และวิจัย ด้านน้ำมันปาล์มแดงและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ผลิตมาจากน้ำมันปาล์มแดง ด้านเศรษฐกิจ วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน หมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภอวังพิเศษ จังหวัดตรัง เพิ่มมูลค่าปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะ การผลิตน้ำมันปาล์มแดง ด้านวิชาการ วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน หมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภอวังพิเศษ จังหวัดตรัง แหล่งถ่ายทอดองค์ความรู้การผลิตน้ำมันปาล์มแดง และการต่อยอดผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ได้จากน้ำมันปาล์มแดง
การเผยแพร่/ประชาสัมพันธ์ : สามารถติดต่อเข้าศึกษาดูงาน ได้ที่วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน หมู่ที่ 3 ตำบลท่าสะบ้า อำเภอวังพิเศษ จังหวัดตรัง
TRL/SRL ระดับ : . TRL 4 : องค์ประกอบที่สำคัญ ได้ถูกสาธิตในระดับห้องปฏิบัติการแล้ว SRL 6 : ผลการศึกษานำไปประยุกต์ใช้ในสิ่งแวดล้อมอื่น และดำเนินการกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ ข้อเสนอแนะเบื้องต้นเพื่อให้เกิด ผลกระทบที่เป็นไปได้