รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาเครื่องอบเมล็ดปาล์มน้ำมันด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนโดยใช้สายพานลำเลียงอย่างต่อเนื่อง

Education of palm oil nut drying by microwave combine hot air by using a continuous conveyor

ผศ.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์
นายศรีรัตน์ ช่วยบุญ
นางสาววารุณี ลิ่มมั่น
ผศ.ดร.นฤบดี ศรีสังข์
นางสาวศิริวรรณ พรรณราย

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาเครื่องอบเมล็ดปาล์มน้ำมันด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนโดยใช้สายพานลำเลียงอย่างต่อเนื่อง

Education of palm oil nut drying by microwave combine hot air by using a continuous conveyor

ผศ.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์
นายศรีรัตน์ ช่วยบุญ
นางสาววารุณี ลิ่มมั่น
ผศ.ดร.นฤบดี ศรีสังข์
นางสาวศิริวรรณ พรรณราย

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การศึกษาเครื่องอบเมล็ดปาล์มน้ำมันด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนโดยใช้สายพานลำเลียงอย่างต่อเนื่อง

แหล่งเงิน งบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2558 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 472,600 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ต.ค.57 ถึง ก.ย.58

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

หัวหน้าโครงการ ผศ.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ วิทยาเขตชุมพรฯ

ผู้ร่วมโครงการวิจัย นายศรีรัตน์ ช่วยบุญ; นางสาววารุณี ลิ่มมั่น; ดร.นฤบดี ศรีสังข์; นางสาวศิริวรรณ พรรณราย วิทยาเขตชุมพรฯ

บทคัดย่อ

การทดลองอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน เพื่อเป็นการนำเมล็ดปาล์มซึ่งโดยส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จึงทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยออกแบบห้องอบให้มีขนาด 50 × 100 × 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำด้วยสแตนเลสชนิด 316 ใช้คลื่นไมโครเวฟจากไมโครเวฟ 4 ตัวและความร้อนจาก Heater 1 ชุด โดยการทดลองนี้จะทำการนำเมล็ดปาล์มจากโรงงานปาล์มก่อนเข้าถังอบ Silo แล้วนำไปอบด้วย Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 105°C เพื่อหาความชื้นเริ่มต้นและอบด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ชุด คือ อบเมล็ดปาล์มสายพันธุ์ดูราและเทอเนรา แบ่งการทดลองย่อยอีก 3 แบบ ได้แก่ อบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส ,95 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส อบด้วยคลื่นไมโครเวฟพลังงาน 400วัตต์ ,1800วัตต์ และ 4000 วัตต์ และอบด้วยคลื่นไมโครเวฟพลังงาน 400วัตต์ ,1800วัตต์ และ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส ,95องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จากการทดลองสรุปผลได้ว่าการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟพลังงาน 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบน้อยและดีที่สุด เพราะอุณหภูมิยิ่งสูงความชื้นก็จะลดลงอย่างรวดเร็ว สายพันธุ์ดูราหลังอบอยู่ที่ 18 นาที และสายพันธุ์เทอเนราหลังอบอยู่ที่ 14 นาที เปอร์เซ็นการกะเทาะเมล็ดปาล์มหลังอบโดยใช้เครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มที่ความเร็วรอบ 625 rpm. สายพันธุ์ดูรามีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดในมากที่สุด คือ 120.46 กรัม และ สายพันธุ์เทอเนรามีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดใน มากที่สุด คือ 187.23 กรัม มีช่องว่างระหว่างกะลาปาล์มและเมล็ดในปาล์มเฉลี่ยของสายพันธุ์ดูราที่ 1.100 มิลลิเมตร และสายพันธุ์เทอเนราที่ 2.256 มิลลิเมตร จากนั้นทดสอบความต้านทานแรงอัดในการกะเทาะสายพันธุ์ดูรา มีค่าเฉลี่ยแรงกดน้อยที่สุดคือ 632.50 นิวตัน และสายพันธุ์เทอเนรามีค่าเฉลี่ยแรงกดน้อยที่สุดคือ 193.00 นิวตัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่ใช้กับระยะเวลาการอบแล้ว ใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุด เท่ากับ 1.7462 หน่วย

คำสำคัญ : เมล็ดปาล์มน้ำมัน, ไมโครเวฟ, ลมร้อน, การอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Education of palm oil nut drying by microwave combine hot air by using a continuous conveyor

Researcher: Asst.Panya Daungviluilux, Mr. Srirat Chuayboon, Miss.Warunee Limmum, Dr.Naruebodee Srisung and Miss.Siriwan Pannaray

Faculty: Chumphon Campus **Department:** Engineering

ABSTRACT

The drying of palm nuts with microwave oven combines hot air. The palm nuts most of which do not take advantage making it the most. A chamber with the size of 500 × 1000 × 1000 mm^3 is made of stainless steel type 316 using 4 magnetrons (100-1000w/unit). Materials preparation was oil palm nut. The study had three methods of experiments with a microwave drying with at 400, 1,800 and 4000W, hot air at the wind speed of 2.1 m/s, the temperature at 90, 95 and 100 °C and fixed microwave power level at 4000 watt, hot air at the temperature of 90, 95 and 100 °C . The plant of palm nuts was processed to Silo drum for hot Air oven. During drying process in the conventional oven at 105°c about 72 hour, the sample of oil palm nuts were initial moisture content 22 ± 1%db is reduced down to 14± 1 %Db(standard). The microwave ovens palm nuts combine hot air. The studies were divided into two types for palm nut DURA and TENERA. The trial concluded that a 4000 watt microwave energy combine the hot air temperature of 100 degrees Celsius and less time to bake the best. The higher the humidity, the temperature will drop rapidly. See the species after a 18 minute. And species TENERA drying at 14 %db of shelling Palm drying using crackers, palm kernel at speeds around 625 rpm. Strains of DURA, the mean weight of nuts in most 120.46 grams. TENERA-breed technology combine an average weight of 187.23 grams of grain in most there is a gap between the palm and palm kernel average of species and strains of DURA, the 1.100 mm to 2.256 mm TENERA. Then test the compressive strength of crackers species of DURA . The mean less pressure is 632.50 Newton and Terry TENERA species averaged less pressure is 193.00 Newton comparison between power units combine a length of roasting . Electronics least equal to 1.7462 units.

Keywords : Palm nuts oil, microwaves, hot air, drying.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้คงไม่อาจสำเร็จได้ด้วยดีหากไม่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณ และความร่วมมือจากหลายฝ่ายด้วยกัน หน่วยงานแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้งานวิจัยเรื่องนี้แล้วเสร็จลง ได้ดี การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคือสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(NRPM) และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุน เงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2558 และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ เช่นฝ่ายงานวิจัย ฝ่ายงานพัสดุ ฝ่ายงานแผนที่ช่วยสนับสนุนงานวิจัย ทั้งเรื่องขออนุมัติ เรื่องตั้งเบิกซื้อของ และอื่นๆ

ขอขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้าได้มีวันนี้ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักอย่างยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจเอาใจใส่เสมอมา ในทุกๆ ด้าน อันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ผศ.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์
นายศรีรัตน์ ช่วยบุญ
นางสาววารุณี ลิ่มมั่น
ดร.นฤบดี ศรีสังข์
นางสาวศิริวรรณ พรรณราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VII
สารบัญตาราง	XIV
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตโครงการ	2
1.4 วัสดุอุปกรณ์	2
1.5 ลักษณะการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทรรศน์	
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	4
2.2 งานวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
3.1 ไมโครเวฟ	12
3.2 คลื่น	12
3.3 การแผ่รังสีของคลื่น	14
3.4 ลักษณะของคลื่นไมโครเวฟ	14
3.5 หลักการพื้นฐานในการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ	15
3.6 กลไกการระเหยของน้ำออกจากวัสดุที่อบแห้งด้วยไมโครเวฟ	15
3.7 แหล่งกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ	16
3.8 แมกนีตรอน(Magnetron)	17
3.9 โครงสร้างของแมกนีตรอน	17
3.10 หลักการทำงานของแมกนีตรอน	18
3.11 ข้อควรระวังในการใช้เตาไมโครเวฟ	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.12 ระบบทำความร้อนด้วยไมโครเวฟ	22
3.13 ความร้อน	24
3.14 ความจุความร้อน	24
3.15 การถ่ายเทความร้อน	25
3.16 ฮีตเตอร์ (Heater)	26
3.17 ลูกกรงฟาราเดย์	28
3.18 สายพานลำเลียง	29
3.19 การใช้งานและข้อจำกัด	30
3.20 ความกว้างสายพานและความเร็วสายพาน	30
3.21 การกำหนดแรงดึงสายพาน และกำลังม้า	31
3.22 ค่าต่างๆสำหรับแฟคเตอร์น้ำหนักและน้ำหนักสายพาน	34
3.23 ความชื้นในวัสดุ	35
3.24 กระบวนการอบแห้ง	35
บทที่ 4 การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน	
4.1 การออกแบบ	39
4.2 หลักการทำงานของเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	44
4.3 การทดลองอบเมล็ดปาล์มโดยเครื่องอบด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	45
บทที่ 5 ผลการทดลอง	
5.1 ผลการทดลองอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟ และลมร้อน	52
5.2 ผลการทดลองอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	59
5.3 วิเคราะห์ภาพเมล็ดปาล์มที่ผ่านการอบ โดยกล้องเทอร์โมสแกน (FLIR E60)	74
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
6.1 สรุปผลการทดลอง	95
6.2 ข้อเสนอแนะ	95
เอกสารอ้างอิง	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	97
ภาคผนวก ก. ผลการทดลองอบเมล็ดปาล์มด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	98
ภาคผนวก ข. ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์มด้วยเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มหลังอบกับเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	149
ภาคผนวก ค. ผลการกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังอบกับเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	155
ภาคผนวก ง. หน่วยไฟฟ้า เครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	171
ภาคผนวก จ. การทดสอบเชิงกลของเมล็ดปาล์มที่อบด้วย เครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	178
ภาคผนวก ฉ. Drawing เครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	191
ประวัตินักวิจัย	198

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะผลปาล์มพันธุ์ดูรา เทอเนรา และฟิสิเฟอรา	5
2.2 ส่วนประกอบผลเมล็ดปาล์มน้ำมัน	5
2.3 เครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียง	8
2.4 เครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับหลอดฮาโลเจน และลมร้อน	9
2.5 แสดงตำแหน่งการติดตั้งหัวแมกนีตรอนในการทดลอง	9
2.6 เครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์ม	10
3.1 แถบสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	12
3.2 ความสูงของคลื่น	12
3.3 การเรียงตัวของสภาพเชิงขั้วภายในวัสดุไดอิเลคตริกเมื่อมีสนามไฟฟ้า	15
3.4 ภายในของแมกนีตรอน	17
3.5 ขั้วแอโนด	17
3.6 เมื่อมีกระแสผ่านเคว้ดี้ (Cavity)	18
3.7 ทางเดินของอิเล็กตรอนจากแคโทดไปยังแอโนด	19
3.8 การวางแม่เหล็กร่วมกับแกนไดโอด	19
3.9 การวิ่งของอิเล็กตรอนที่โดนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เบี่ยงเบน	19
3.10 การเหนี่ยวนำเอาประจุบวกของอิเล็กตรอน	20
3.11 การเหนี่ยวนำของกระแสสลับในระหว่าง Anode Cavities	20
3.12 การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเป็นกลุ่ม	21
3.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง Depth, Heating, Degree, Frequency	21
3.14 องค์ประกอบพื้นฐานของระบบทำความร้อนด้วยไมโครเวฟ	23
3.15 เครื่องตรวจจับการรั่วไหลของคลื่นไมโครเวฟ (Microwave Leakage Detector)	28
3.16 แสดงลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ทำความสะอาด	29
3.17 แผนภูมิความร้อนสัมผัสของลมและขบวนการอบแห้งแบบอะเดียบาติก ปริมาณความร้อนที่ต้องใช้สำหรับอัตราการไหลของลม m_a	36
3.18 ขอบเขตการอบแห้งและแนวเส้นการอบแห้งในถังลึก	37
3.19 สภาวะของลมเมื่อผ่านขบวนการอบแห้งแบบย้อนกลับ	39
4.1 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องอบเมล็ดในปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	39
4.2 แผนภาพของเครื่องอบเมล็ดในปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.3 ห้องอบไมโครเวฟ	40
4.4 ตำแหน่งการวางไมโครเวฟและWaveguide	40
4.5 ตำแหน่งการวางชุดเป่าลมร้อน	41
4.6 สายพานลำเลียง	41
4.7 ชุดลูกกลิ้งขับเคลื่อนสายพานลำเลียง	42
4.8 ชุดขับเคลื่อนสายพานลำเลียง	42
4.9 ช่องระบายไอน้ำ	43
4.10 ช่องระบายไอน้ำ (ด้านบน)	43
4.11 แผ่นฟรอยด์ป้องกันคลื่นไมโครเวฟรั่วไหล (ด้านนอก)	44
4.12 ตู้กระจกน้ำช่วยดูดกลืนคลื่นที่รั่วไหลออกจากห้องอบไมโครเวฟ	44
4.13 ตู้ควบคุมสายพานลำเลียง มอเตอร์ ชุดเป่าลมร้อน และจอแสดงค่าอุณหภูมิภายในตู้อบ	45
4.14 นำเมล็ดปาล์มก่อนเข้าถัง Silo จากโรงงาน	45
4.15 คัดแยกสายพันธุ์เมล็ดปาล์ม	46
4.16 การอบเมล็ดปาล์มเพื่อหาความชื้นเริ่มต้น	46
4.17 ชั่งน้ำหนักเมล็ดปาล์มก่อนการอบ	46
4.18 การอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟ	47
4.19 การอบเมล็ดปาล์มด้วยลมร้อน	47
4.20 การลำเลียงเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	48
4.21 วัดอุณหภูมิที่ผิวเมล็ดปาล์มอบ โดยกล้องเทอร์โมสแกน (FLIR E60)	48
4.22 ชั่งน้ำหนักเมล็ดปาล์มหลังอบ	49
4.23 กะเทาะเมล็ดปาล์มหลังอบ	49
4.24 วัดความเร็วรอบสูงสุด 625 rpm.	50
4.25 คัดแยกเมล็ดปาล์มหลังการกะเทาะ	50
4.26 วัดระยะห่างระหว่างกะลาปาล์มและเมล็ดในปาล์มโดยเวอร์เนียคาลิปเปอร์	50
4.27 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานของเมล็ดปาล์ม	51
5.1 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.2 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	52
5.3 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	53
5.4 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	53
5.5 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	54
5.6 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	54
5.7 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วย ที่พลังงาน 400 W (หัวละ 100 W) (พันธุ์ดูรา)	55
5.8 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วย ที่พลังงาน 400 W (หัวละ 100 W) (พันธุ์เทอเนรา)	55
5.9 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วย ที่พลังงาน 1800 W (หัวละ 450 W) (พันธุ์ดูรา)	56
5.10 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยที่พลังงาน 1800W (หัวละ 450 W) (พันธุ์เทอเนรา)	56
5.11 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วย ที่พลังงาน 4000 W (หัวละ 1000 W) (พันธุ์ดูรา)	57
5.12 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยที่พลังงาน 4000W (หัวละ1000 W) (พันธุ์เทอเนรา)	57
5.13 ความชื้นเฉลี่ยต่อเวลาในการอบโดยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	58
5.14 ความชื้นเฉลี่ยต่อเวลาในการอบโดยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	58
5.15 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.16 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	60
5.17 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	60
5.18 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	61
5.19 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	61
5.20 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	62
5.21 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	62
5.22 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	63
5.23 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	63
5.24 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	64
5.25 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	64
5.26 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	65
5.27 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	65
5.28 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	66
5.29 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.30 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	67
5.31 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	67
5.32 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	68
5.33 ความชื้นเฉลี่ยต่อเวลาในการอบโดยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	68
5.34 ความชื้นเฉลี่ยต่อเวลาในการอบโดยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	69
5.35 อุณหภูมิเฉลี่ยต่อเวลาในการอบโดยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูราและเทอเนรา)	70
5.36 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์มเฉลี่ย เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบใน การอบ (พันธุ์ดูราและพันธุ์เทอเนรา)	71
5.37 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์มเฉลี่ยด้วยเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มหลังอบ เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ (พันธุ์ดูราและพันธุ์เทอเนรา)	72
5.38 ผลการทดลองความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์มหลังอบโดยเฉลี่ยด้วยเครื่อง Tensile and Compression Test (พันธุ์ดูรา)	73
5.39 ผลการทดลองความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์มหลังอบโดยเฉลี่ยด้วยเครื่อง Tensile and Compression Test (พันธุ์เทอเนรา)	73
5.40 อุณหภูมิเฉลี่ยของเมล็ดปาล์มอบด้วยลมร้อน 90 องศาเซลเซียส	74
5.41 อุณหภูมิเฉลี่ยของเมล็ดปาล์มอบด้วยลมร้อน 95 องศาเซลเซียส	74
5.42 อุณหภูมิเฉลี่ยของเมล็ดปาล์มอบด้วยลมร้อน 100 องศาเซลเซียส	75
5.43 ความร้อนเฉลี่ยของเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	75
5.44 อุณหภูมิเฉลี่ยของเมล็ดปาล์มอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 วัตต์	76
5.45 อุณหภูมิเฉลี่ยของเมล็ดปาล์มอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 วัตต์	76
5.46 อุณหภูมิเฉลี่ยของเมล็ดปาล์มอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 วัตต์	77
5.47 เมล็ดปาล์มที่อบด้วย Hot Air Oven (พันธุ์ดูรา)	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.48 เมล็ดปาล์มที่อบด้วย Hot Air Oven (พันธุ์เทอเนรา)	78
5.49 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	78
5.50 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	79
5.51 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	79
5.52 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	80
5.53 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	80
5.54 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	81
5.55 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (พันธุ์ดูรา)	81
5.56 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (พันธุ์เทอเนรา)	82
5.57 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (พันธุ์ดูรา)	82
5.58 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (พันธุ์เทอเนรา)	83
5.59 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (พันธุ์ดูรา)	83
5.60 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (พันธุ์เทอเนรา)	84
5.61 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	84
5.62 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	85
5.63 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	85
5.64 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	86
5.65 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	86
5.66 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	87
5.67 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	87
5.68 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	88
5.69 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	88
5.70 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	89
5.71 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	89
5.72 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	90
5.73 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	90
5.74 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	91
5.75 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	91
5.76 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.77 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	92
5.78 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	93
5.79 การกะเทาะเมล็ดปาล์มด้วยเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์ม	93
5.80 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานของเมล็ดปาล์ม	94
ง.1 คู่มือการใช้เครื่องวัดไฟฟ้า selec MFM383A	174
ง.2 คู่มือการใช้เครื่องวัดไฟฟ้า selec MFM383A	175
ง.3 คู่มือการใช้เครื่องวัดไฟฟ้า selec MFM383A	176
ง.4 คู่มือการใช้เครื่องวัดไฟฟ้า selec MFM383A	177
จ.1 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานของเมล็ดปาล์มพันธุ์ดูรา	179
จ.2 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส	180
จ.3 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	180
จ.4 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส	181
จ.5 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 วัตต์	181
จ.6 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 วัตต์	182
จ.7 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 วัตต์	182
จ.8 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส	183
จ.9 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	183
จ.10 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส	184
จ.11 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานของเมล็ดปาล์มพันธุ์เทอเนรา	185
จ.12 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส	186
จ.13 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	186

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
จ.14 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส	187
จ.15 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 วัตต์	187
จ.16 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 วัตต์	188
จ.17 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 วัตต์	188
จ.18 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส	189
จ.19 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	189
จ.20 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส	190

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.15 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุก ๆ 2 นาที พลังงาน 4000 W (หัวละ 1000 W) (พันธุ์ดูรา)	111
ก.16 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุก ๆ 2 นาที พลังงาน 4000 W (หัวละ 1000 W) (พันธุ์เทอเนรา)	112
ก.17 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (400 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา)	113
ก.18 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (400 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็ว ลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2นาที (อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา)	114
ก.19 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (400 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็ว ลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 95องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา)	116
ก.20 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (400 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็ว ลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 95องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา)	117
ก.21 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (400 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็ว ลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา)	118
ก.22 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (400 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็ว ลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา)	119
ก.23 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (1800 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา)	120
ก.24 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (1800 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความ เร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา)	121
ก.25 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (1800 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 95องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา)	122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ก.26 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (1800 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 95องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา) 123

ก.27 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (1800 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา) 124

ก.28 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (1800 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา) 125

ก.29 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (4000 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา) 126

ก.30 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (4000 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา) 127

ก.31 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (4000 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 95องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา) 128

ก.32 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (4000 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 95องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา) 129

ก.33 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (4000 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 15 นาที (อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา) 130

ก.34 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (4000 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา) 131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เปรียบเทียบลักษณะพันธุ์ปาล์ม	4
ก.1 ผลการอบด้วย Hot Air Oven ที่ 105 °C เพื่อหาความชื้นเริ่มต้น (เมล็ดปาล์มก่อนเข้าถังอบ Silo) (พันธุ์ดูรา) Grade A.	99
ก.2 ผลการอบด้วย Hot Air Oven ที่ 105 °C เพื่อหาความชื้นเริ่มต้น (เมล็ดปาล์มก่อนเข้าถังอบ Silo) (พันธุ์เทอเนรา) Grade A.	99
ก.3 ผลการอบด้วย Hot Air Oven ที่ 105 °C เพื่อหาความชื้นเริ่มต้น (เมล็ดปาล์มก่อนเข้าเครื่องกะเทาะ) (พันธุ์ดูรา) Grade A.	100
ก.4 ผลการอบด้วย Hot Air Oven ที่ 105 °C เพื่อหาความชื้นเริ่มต้น (เมล็ดปาล์มก่อนเข้าเครื่องกะเทาะ) (พันธุ์เทอเนรา) Grade A.	100
ก.5 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 2 นาที ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	101
ก.6 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 2 นาที ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	102
ก.7 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 2 นาที ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	103
ก.8 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 2 นาที ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	104
ก.9 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 2 นาที ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	105
ก.10 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 2 นาที ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	106
ก.11 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุก ๆ 15 นาที พลังงาน 400 W (หัวละ 100 W) (พันธุ์ดูรา)	107
ก.12 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุก ๆ 15 นาที พลังงาน 400 W (หัวละ 100 W) (พันธุ์เทอเนรา)	108
ก.13 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุก ๆ 2 นาที พลังงาน 1800 W (หัวละ 450 W) (พันธุ์ดูรา)	109
ก.14 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุก ๆ 2 นาที พลังงาน 1800 W (หัวละ 450 W) (พันธุ์เทอเนรา)	110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ก.35 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา) 132

ก.36 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา) 133

ก.37 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา) 134

ก.38 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 400 วัตต์ (หัวละ 100 วัตต์) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา) 135

ก.39 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 1800 วัตต์ (หัวละ 450 วัตต์) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา) 136

ก.40 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 4000 วัตต์ (หัวละ 1000 วัตต์) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา) 138

ก.41 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 400 วัตต์ (หัวละ 100 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา) 139

ก.42 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 400 วัตต์ (หัวละ 100 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา) 140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ก.43 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 400 วัตต์ (หัวละ 100 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา) 141

ก.44 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 1800 วัตต์ (หัวละ 450 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาทีเพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา) 142

ก.45 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 1800 วัตต์ (หัวละ 450 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาทีเพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา) 144

ก.46 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 1800 วัตต์ (หัวละ 450 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาทีเพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา) 145

ก.47 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 4000 วัตต์ (หัวละ 1000 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาทีเพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา) 146

ก.48 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 4000 วัตต์ (หัวละ 1000 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาทีเพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับ พันธุ์เทอเนรา) 147

ก.49 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 4000 วัตต์ (หัวละ 1000 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาทีเพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 โลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับ พันธุ์เทอเนรา) 148

ข.1 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์ดูรา) 150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ข.2 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์เทอเนรา) 150

ข.3 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์ดูรา) 151

ข.4 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์เทอเนรา) 151

ข.5 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์ดูรา) 152

ข.6 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ(ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์เทอเนรา) 152

ข.7 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์ดูรา) 153

ข.8 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ(ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์เทอเนรา) 153

ข.9 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์ดูรา) 154

ข.10 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ ความเร็วลม 2.1 m/s ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์เทอเนรา) 154

ค.1 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา) 156

ค.2 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา) 156

ค.3 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับลมร้อนที่ ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา) 157

ค.4 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับลมร้อนที่ ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา) 157

ค.5 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับลมร้อนที่ ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา) 158

ค.6 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา) 158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ค.7 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W (หัวละ 100 W)(พันธุ์ดูรา) 159

ค.8 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W (หัวละ 100 W)(พันธุ์เทอเนรา) 159

ค.9 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W (หัวละ 450 W)(พันธุ์ดูรา) 160

ค.10 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W (หัวละ 450 W)(พันธุ์เทอเนรา) 160

ค.11 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000 W (หัวละ 1000 W)(พันธุ์ดูรา) 161

ค.12 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000 W (หัวละ 1000 W)(พันธุ์เทอเนรา) 161

ค.13 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา) 162

ค.14 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา) 162

ค.15 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา) 163

ค.16 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา) 163

ค.17 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา) 164

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่

ค.18 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา) 164

ค.19 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา) 165

ค.20 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา) 165

ค.21 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา) 166

ค.22 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา) 166

ค.23 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา) 167

ค.24 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา) 167

ค.25 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา) 168

ค.26 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา) 168

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค.27 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับไมโครเวฟ 4000W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	169
ค.28 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	169
ค.29 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)	170
ค.30 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)	170
ง.1 เวลาและหน่วยยูนิตในการอบเมล็ดปาล์มด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)	172
ง.2 เวลาและหน่วยยูนิตในการอบเมล็ดปาล์มด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)	173
จ.1 ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดแนวขนาน (เมล็ดปาล์มพันธุ์ดูรา)	179
จ.2 ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดแนวขนาน (เมล็ดปาล์มพันธุ์เทอเนรา)	185

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ [1]

ชื่อสามัญ ปาล์มน้ำมัน (oil plam) น้ำมันปาล์ม (crude palm oil) เรียกย่อว่า CPO ชื่อวิทยาศาสตร์ Elaeisguineensis Jacq ถิ่นกำเนิด แอฟริกา แพร่กระจายพันธุ์ปลูกอยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น ที่เส้นรุ้ง 10 องศาเหนือ-ใต้แหล่งผลิตใหญ่ของโลกมาเลเซีย อินโดนีเซีย พื้นที่ปลูกประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของโลกแหล่งปลูกปัจจุบันมาเลเซีย อินโดนีเซีย ไนจีเรีย ไทย โคลัมเบีย อินเดีย และแหล่งปลูกใหม่ของประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น พม่า กัมพูชา เป็นต้นพันธุ์การค้าลูกผสมเทเนอรา (ดูรา และพิสิเฟอรา) ลักษณะดูรา (Dura) กะลาหนา 2 - 8 มิลลิเมตร ไม่มีวงเส้นประสีดำอยู่รอบกะลามีชั้นเปลือกนอกบาง 35-60 % เปอร์เซ็นต์น้ำมันดิบต่ำ มียีนควบคุมเป็นลักษณะเด่นพิสิเฟอรา (Pisifera) ลักษณะผลไม่มีกะลา มีข้อเสียคือ ช่อดอกตัวเมียมักเป็นหมัน ทำให้ผลฝ่อลีบ ทะลายเล็ก เนื่องจากผลไม่พัฒนา ผลผลิตต่ำมากหรือไม่มีผลผลิตทรงต้นมักจะใหญ่ ไม่ใช้ปลูกเป็นการค้า ยีนควบคุมเป็นลักษณะด้อยเทเนอรา (Tenera) ลักษณะผลมีกะลาบาง 0.5-4 มิลลิเมตร มีวงเส้นประสีดำอยู่รอบกะลา มีชั้นเปลือกนอกหนา 60-90 % ลักษณะเทเนอราเป็นพันทาง (heterozygous) เกิดจากการผสมข้ามระหว่างลักษณะดูรากับพิสิเฟอรา

ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ 2558 ที่ผ่านมา ส่งผลให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันที่จะเริ่มออกสู่ตลาดลดลงตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม 2558 เป็นต้นไปลดลง เนื่องจากปาล์มที่มีอายุตั้งแต่ 10 ปี ขึ้นไปส่วนใหญ่มีผลผลิตเหลือเฉลี่ยเพียง 2-3 ทะลายต่อต้น ที่เหลือมักเป็นช่อดอกตัวผู้ และมีช่อดอกตัวเมียที่กำลังจะแทงช่อดอกเฉลี่ยไม่เกิน 1-2 ช่อดอกต่อต้น ซึ่งจะให้ผลผลิตในอีก 5-6 เดือนข้างหน้าน้อยลง โดยผลผลิตจะเริ่มออกสู่ตลาดเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ตั้งแต่เดือนตุลาคม ต่อเนื่องไปจนถึงเดือนพฤศจิกายน 2558 ทั้งนี้ ถ้าฝนยังตกอย่างต่อเนื่อง จะส่งผลให้ผลผลิตที่จะออกสู่ตลาดทั้งหมดในปี 2558 มีโอกาสเพิ่มขึ้นกว่าที่คาดการณ์ไว้ สำหรับปาล์มที่มีอายุต่ำกว่า 10 ปี พบว่า ยังคงมีผลผลิตเฉลี่ย 4-6 ทะลายต่อต้น จากภาวะกระทบแล้งตั้งแต่ มกราคม–กุมภาพันธ์ และเมื่อได้ฝนตั้งแต่เดือนมีนาคม 2558 ทำให้ปาล์มเล็กมีการเร่งทะลายสุก อันจะทำให้มีผลปาล์มสุกมากกว่า 3 ทะลายต่อรอบตัด อย่างไรก็ตามปาล์มที่มีอายุต่ำกว่า 10 ปี ผลปาล์มทะลายที่ได้นั้นยังเล็กอยู่ ซึ่งน้ำหนักต่อทะลายจะน้อย ทำให้ในภาพรวมผลผลิตในกระบี่และสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นแหล่งผลผลิตปาล์มน้ำมันของไทย ลดลงเล็กน้อย แต่ยังคงให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง เช่นเดียวกับกับปาล์มน้ำมันในจังหวัดนครศรีธรรมราช ตรัง และพัทลุง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกใหม่ ปาล์มส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 4-7 ปี และปลูกในที่ลุ่มหรือที่นาเดิม มักมีการยกร่องและมีน้ำล้อมรอบ ทำให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันยังคงออกสู่ตลาดได้อย่างต่อเนื่อง

ปาล์มน้ำมันในภาคใต้ปีนี้ ได้รับน้ำฝนเร็วกว่าปีที่ผ่านมา โดยฝนเริ่มตกตั้งแต่ต้นเดือนมีนาคม และเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงหลังสงกรานต์เป็นต้นมา และถ้าฝนยังคงตกอย่างต่อเนื่อง จะส่งผลให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตที่จะออกสู่ตลาดในช่วงปลายปี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งจากสถานการณ์ราคาน้ำมันปาล์มดิบในตลาดโลก พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากกิโลกรัมละ 19.61 บาท ในเดือนเมษายน เพิ่มขึ้นเป็นกิโลกรัมละ 21.01 บาท ในเดือนพฤษภาคม 2558 และยังมีแนวโน้มเพิ่มอย่างต่อเนื่อง ขณะที่ความต้องการใช้น้ำมันปาล์มในตลาดโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในขณะที่ผลผลิตปาล์มน้ำมันในมาเลเซียมีแนวโน้มลดลง ดังนั้น โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มจึงเริ่มมีการเก็งกำไรและรับซื้อผลปาล์มน้ำมันเข้าผลิตเพิ่มขึ้น ทำให้ราคาผลปาล์ม ณ หน้าโรงงานของภาคใต้ ในสัปดาห์ที่ 3 ของเดือนพฤษภาคม 2558 ปรับตัวเพิ่มขึ้น โดยเคลื่อนไหวอยู่ระหว่างกิโลกรัมละ 4.10 - 4.40 บาท และจากการใช้มาตรการการซื้อขายผลปาล์มน้ำมันตามคุณภาพ คืออัตราการสกัดน้ำมันมากกว่าร้อยละ 17 โดยกำหนดให้เกษตรกรตัดปาล์มสุก สด ไม่แยกลูกร่วง และไม่รดน้ำ นั้น จะทำให้เกษตรกรได้รับราคาที่สูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาผลของการของอบแห้งเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน

2.เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกลของเมล็ดปาล์มที่ผ่านการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

1.3 ขอบเขตโครงการ

1.ใช้พลังงานจากคลื่นไมโครเวฟ SAMSUNG รุ่น MS28H512BK ความถี่ 2450 MHzจำนวน 2 เครื่องและรุ่น ME109MSTD ความถี่ 2450 MHz จำนวน 2 เครื่อง ชุดลมร้อนจาก Heater 5,000 W

2.เมล็ดปาล์มที่ใช้ในการทดลอง สายพันธุ์ของเมล็ดปาล์ม ดูราและเทอเนรา เมล็ดปาล์มที่ใช้ศึกษาจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มเกรด A.

3.ความชื้นของเมล็ดปาล์มหลังจากการอบอยู่ที่ 14%

4.อบเมล็ดปาล์มครั้งละ 1500 กรัม

1.4 วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องไมโครเวฟSAMSUNG รุ่น MS28H512BKความถี่ 2450 MHzจำนวน 2 เครื่องและรุ่น ME109MSTD ความถี่ 2450 MHz จำนวน 2 เครื่อง (รวม 4 เครื่อง)

2. ชุด Heater 5,000 วัตต์ จำนวน 1 ชุด

3. พัดลมโบลเวอร์ MANDA MDYA-80 จำนวน 1 เครื่อง

4. ชุดเกียร์ทด Type TKB70 Ratio 1 : 60

5. มอเตอร์ 3 เฟส ยี่ห้อ CAE, Type Y100L1-4, 3 HP, 2.2 KW, 50 Hz, 1420 rev/min.

6.สายพานลำเลียงเป็นแบบเทปลอน

7.ชุดลูกกลิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ลักษณะการดำเนินงาน

1.เริ่มดำเนินการศึกษาเมล็ดปาล์มน้ำมัน

2.ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.ทดสอบอบเมล็ดปาล์มในห้องปฏิบัติการ

4.คำนวณและออกแบบชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องอบเมล็ดในปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

5.พัฒนาเครื่องอบเมล็ดในปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

6.ทดสอบอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

7.สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทรรศน์

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ [2]

2.1.1 พันธุ์ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมัน Elaeisguineensis Jacq .มีการจำแนกต้นตามความแตกต่างของลักษณะผล (fruit type) เป็นผลเนื่องจากการแสดงออกของยีนควบคุมความหนาของกะลา ซึ่งมี 1 คู่ (single gene) ได้ 3 แบบ ดังนี้

1. ลักษณะดูรา (Dura) มีกะลาหนา 2 - 8 มิลลิเมตร และไม่มีวงเส้นประสีดำอยู่รอบกะลา มีชั้นเปลือกนอกบาง 35 - 60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผล มียีนควบคุมเป็นลักษณะเด่น (dominent)

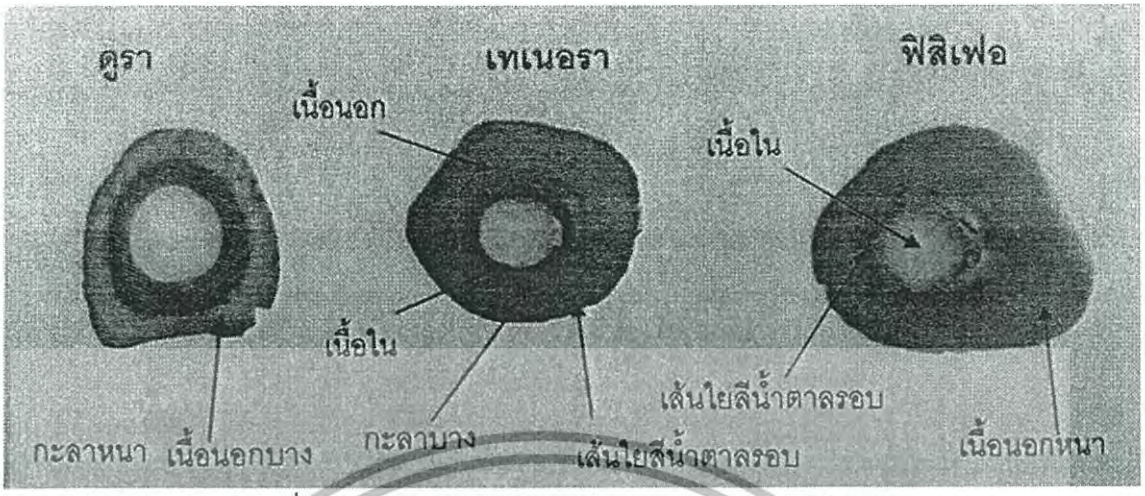
2. ลักษณะเทเนอรา (Tenera) มีกะลาบาง ตั้งแต่ 0.5 - 4 มิลลิเมตร มีวงเส้นประสีดำอยู่รอบกะลา มีชั้นเปลือกนอกมาก 60 - 90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผล ลักษณะเทเนอราเป็น heterozygous เกิดจากการผสมข้ามระหว่างลักษณะดูรากับพิสิเฟอรา

3. ลักษณะพิสิเฟอรา (Pisifera) ยีนควบคุมลักษณะผลแบบนี้เป็นลักษณะด้อย (recessive) ลักษณะผลไม่มีกะลาหรือมีกะลาบาง มีข้อเสีย คือ ช่อดอกตัวเมียมักเป็นหมัน (abortion) ทำให้ผลฝ่อลีบ ทะลายเล็กเนื่องจากผลไม่พัฒนา ผลผลิตต่ำมาก ไม่ใช้ปลูกเป็นการค้าการที่มีต้นพิสิเฟอราปรากฏในสวนปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราที่ปลูกเป็นการค้า เป็นตัวบ่งชี้ว่าเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันนั้น มาจากแหล่งผลิตที่มีการผลิตลูกผสมที่ไม่ได้มาตรฐาน อาจพบต้นพิสิเฟอรามีช่อดอกตัวเมีย 2 แบบ คือ female fertile และ female infertile โดยต้นฟิสิเฟอราที่มีการพัฒนาของผลมาจากช่อดอกแบบ female infertile จะมีทะลายฝ่อและลำต้นใหญ่มาก ส่วนลักษณะ female fertile พบว่าอาจมีเนื้อในขนาดเล็กปรากฏในบางผล

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบลักษณะพันธุ์ปาล์ม

ลักษณะ	แบบของพันธุ์ปาล์ม		
	ดูรา	เทอเนรา	ฟิสิเฟอรา
ความหนาของผลปาล์ม (มม.)	2–8	0.5-4	บางมากหรือไม่มี
เส้นใยสีน้ำตาลรอบกะลา	ไม่มี	มี	มี
ผล/ทลาย (%)	60	60	มักเป็นหมัน
เปลือกนอก/ผล (%)	60-65	60-90	92-97
เนื้อในปาล์ม/ผล (%)	4-20	3-28	3-8
กะลา/ผล (%)	25-30	8-15	บางมาก
น้ำมัน/ทะลาย	18-19.5	22.5-25.5	25-30
น้ำมัน/เปลือกนอก	50	50	30

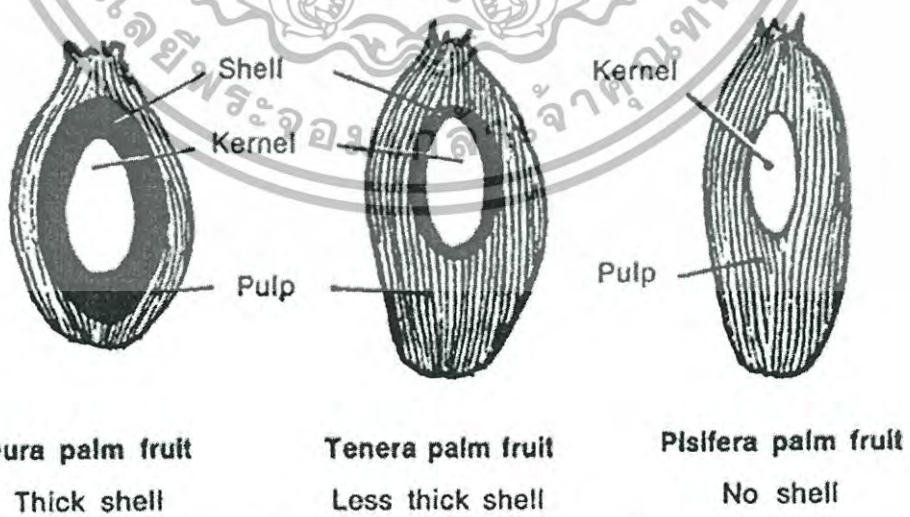
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 ลักษณะผลปาล์มพันธุ์ดูรา เทอเนรา และฟิสิเฟอรา

2.1.2 ผลและเมล็ดปาล์มน้ำมัน

ผลเป็นแบบ Drupe เหมือนมะพร้าว ส่วนของ Pericarp ซึ่งเป็นส่วนเปลือกของผล แบ่งออกเป็น 3 ส่วนอย่างชัดเจน คือ Exocarp อยู่ด้านนอกสุด ผิวเป็นมันและแข็ง Mesocarp (Pulp) เป็นส่วนที่อยู่ถัดไปที่เป็นเส้นใย เป็นส่วนที่มีน้ำมันสูง นำไปสกัดเป็นน้ำมันปาล์ม (Palm Oil) และ Endocarp (กะลา, Shell) ลักษณะเป็นเปลือกแข็งสีดำ เมื่อสกัดน้ำมันจาก Mesocarp ออกมาจะเหลือส่วนนี้ซึ่งห่อหุ้มเมล็ดอยู่ สามารถส่งไปขายหรือเพื่อสกัดสกัดเอาน้ำมันปาล์มจากเมล็ด (Palm Kernel Oil) ถัดจากส่วนของ Endocarp เป็นส่วนของเมล็ดซึ่งมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีน้ำตาลหุ้มเอนโดเสปิร์มที่มีความแข็งและแน่น มีน้ำมันสูง มีสีเทาหรือขาว และจะพบส่วนของคัพภะบริเวณตาของผล (germ pore)



ภาพที่ 2.2 ส่วนประกอบผลเมล็ดปาล์มน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 งานวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

อนันตเดช แย้มหอม และคณะ [3] ศึกษา "ผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในอาหารข้นต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองไทย" การศึกษาผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในอาหารข้นต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมือง ใช้โคพื้นเมืองเพศผู้ ที่ผ่าตัดฝังท่ออาหารถาวรที่กระเพาะรูเมน(rumen fistulated animal) จำนวน 5 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 317±21 กก. ให้ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งแบบเต็มที่ (ad libitum)เสริมด้วยอาหารข้นที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 25, 50, 75 และ 100% ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหาร โดยใช้แผนการทดลองแบบ 5x5 ลาตินสแควร์ (5x5 Latin squares design) พบว่า ปริมาณการกินได้ของหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งเพิ่มขึ้นในภาพแบบเป็นเส้นตรง ขณะที่ปริมาณอาหารข้น และปริมาณอาหารทั้งหมดที่โคกินได้ลดลงเมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุของโคที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0, 25 และ 50% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)ในขณะที่สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุ มีแนวโน้มลดลง เมื่อใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 75 และ 100% นอกจากนี้การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในระดับ 75 และ 100%ยังมีผลทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมดในกระเพาะรูเมน และจำนวนประชากรของโปรโตซัวทั้งหมดในกระเพาะรูเมนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิความเป็นกรด-ด่างของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ปริมาณของกรดแอซิติก กรดโพรพิออนิก และกรดบิวทีริกในของเหลวจากกระเพาะรูเมน จำนวนแบคทีเรีย และซูโอสปอร์ของเชื้อราในของเหลวจากกระเพาะรูเมน รวมทั้งปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ และประสิทธิภาพการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ(P>0.05) ดังนั้นจึงสามารถใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในอาหารข้นได้ไม่เกิน 50% สำหรับเสริมให้แก่โคพื้นเมืองไทยที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง

สุภิญญา ชูใจ และคณะ [4] ศึกษา "ผลของระดับเนื้อในเมล็ดยางพาราและกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนในแพะที่ได้รับหญ้าซิกแนลแห้งเป็นอาหารหลัก" ศึกษาผลของระดับเนื้อในเมล็ดยางพารา (RSK) 3 ระดับ (0, 20 และ 30%) และกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (PKC) 2 ระดับ (20 และ 30%) ในสูตรอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนในแพะโดยศึกษาในแพะน้ำหนักเฉลี่ย 22+2 กก. โดยจัดทรีทเมนท์แบบ 3x2 แฟกตอเรียลในแผนการทดลองแบบ 6x6จตุรัสลาติน แพะได้รับอาหารข้นที่มีระดับ RSK และ PKC ในสูตรอาหาร 6 สูตร ตามลำดับ ให้แพะได้รับหญ้าซิกแนลแห้งอย่างเต็มที่ ผลการทดลองพบว่ามีอิทธิพลร่วมของ RSK และ PKC ต่อปริมาณการกินได้ทั้งหมด (kg/d) (P<0.05)และแพะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

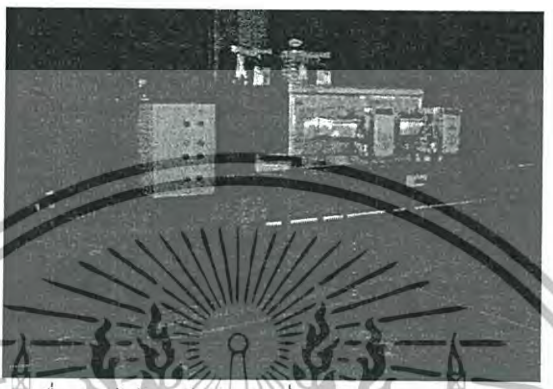
ที่ได้รับ RSK ระดับ 30% มีค่าต่ำกว่า (P<0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับที่ระดับ 0 และ 20% ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุและโปรตีน) กรด-ด่างและแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน พบว่าทุกกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่ค่ายูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด และค่ากลูโคสในกระแสเลือด มีค่าไม่แตกต่างกัน(P>0.05) จากผลการทดลองนี้สามารถใช้ RSK ระดับ 20% ร่วมกับ PKC ระดับ 20-30% ในสูตรอาหารข้นแพะ

อโณทัย คำแป้น และคณะ [5] ศึกษา "การศึกษาการอบผลปาล์มด้วยไมโครเวฟเทียบกับการจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม COMSOL 4.0A" โครงงานวิศวกรรมศาสตร์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ การศึกษาการอบผลปาล์มด้วยไมโครเวฟ เทียบกับ การจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม COMSOL Multiphysics 4.0a และศึกษาถึงตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการอบผลปาล์ม ในการวิเคราะห์ทางวิศวกรรม จำเป็นต้องใช้โปรแกรม COMSOL Multiphysics 4.0a ช่วยในการวิเคราะห์ทำนายผล ซึ่งตัวโปรแกรมได้รองรับโหมดในการวิเคราะห์คำนวนภาพแบบของไมโครเวฟ ซึ่งใช้รุ่น ซัมซุง มิสเลอร์ ดีไซน์ และความต้องการคอมพิวเตอร์คือ โปรเซสเซอร์ : Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU Q8400 2.66GHz, แรม (RAM) : 3.48 GB, การ์ดแสดงผล : Intel(R) Q33 Express Chipset Family 128 MB ของหน่วยความจำวิดีโอสามารถปรับกำลังวัตต์ของเตาไมโครเวฟได้ 5 ระดับ คือ 300, 450, 600, 850, 1000 วัตต์ ซึ่งในการทดลอง มีค่า relative permittivity = 12.2652-3.50705*j , density = 1130 จากการทดลองที่ 300วัตต์ ที่เวลา 3นาที มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 22.2% ,ที่ 450วัตต์ ที่เวลา 3นาที มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 22.04% , ที่ 600วัตต์ ที่เวลา 3นาที มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 19.16% , ที่ 850วัตต์ ที่เวลา 3นาที มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 12.75% และที่ 1000วัตต์ ที่เวลา 3นาที มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 14.66%

ไพฑูรย์ จุลนวล และคณะ [6] ศึกษา "เครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียง" การทดลองอบไม้ปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียง เพื่อเป็นการนำไม้ปาล์มน้ำมันซึ่งโดยส่วนใหญ่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยออกแบบห้องอบให้มีขนาด 50 × 100 × 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำด้วยสแตนเลสชนิด 316 ใช้ไมโครเวฟ 4 ตัวในการอบ โดยการทดลองนี้จะทำการตัดไม้ปาล์มแล้วเลือกทดลองไม้จากโคนต้นสูงขึ้นไป 3 เมตร อายุ 20 ปีขึ้นไป โดยจะตัดไม้ก่อนเข้าอบให้มีขนาด 1 × 2 × 10 ลูกบาศก์นิ้ว แล้วนำไปอบด้วย Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 105 °C เพื่อหาความชื้นเริ่มต้น และอบด้วยเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียง โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 แบบ คือ ทดลองอบ 20 นาที สลับกับการนำไม้วางพักไว้ 20 นาที และทดลองอบ 20 นาที สลับกับการนำไปตากพัดลม 20 นาที โดยไม้ที่ผ่านการอบต้องมีความชื้นอยู่ระหว่าง 12 - 20 % ตามมาตรฐานในการอบไม้ จากการทดลองพบว่าที่ระดับพลังงาน 1200 W, 1600 W และ 2000 W แบบอบ 20 นาที สลับกับการนำไม้วางพักไว้ 20 นาที ใช้เวลาในการอบ 250, 180 และ140 นาที ตามลำดับ และแบบอบ 20 นาที สลับกับการนำไปตากพัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

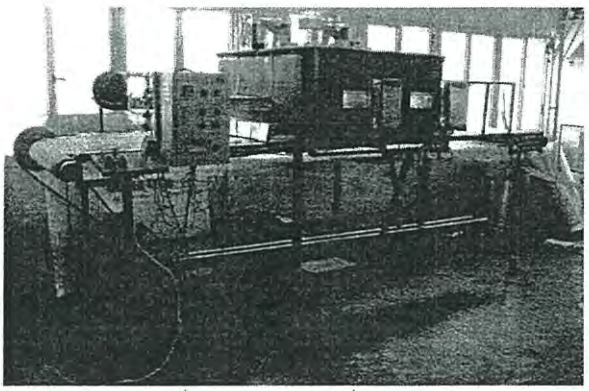
20 นาที ใช้เวลาในการอบ 220, 170 และ 130 นาที ตามลำดับ โดยที่ระดับพลังงาน 2000 W ทำให้ไม้เสียภาพ เกิดการบิดตัว และยุบตัวมาก ที่ระดับพลังงาน 1600 W และ 1200 W ได้ลักษณะไม้ที่เหมือนกันคือมีการบิดตัว และยุบตัวน้อย จากการทดลองสรุปได้ว่าการอบที่พลังงาน 1600 W แบบอบ 20 นาที สลับกับการนำไปตากพัดลม 20 นาที ได้ลักษณะไม้ที่ไม่เสียภาพ มีการบิดตัวน้อย การยุบตัวน้อย สามารถนำไปใช้งานได้จริง และเวลาที่ใช้ในการอบน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับระดับพลังงานอื่นๆที่ได้ลักษณะไม้เหมือนกัน



ภาพที่ 2.3 เครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียง

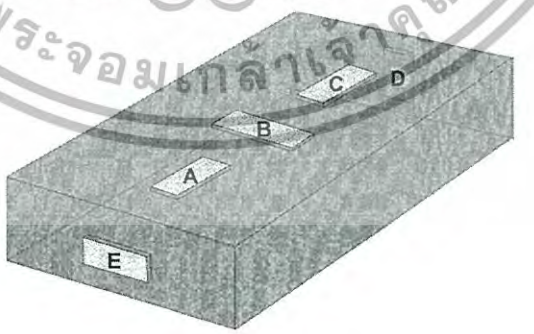
กรจินันท์ จันทร์กาญจน์ และคณะ [7] ศึกษา “การพัฒนาเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับหลอดฮาโลเจน และลมร้อน” การทดลองอบไม้ปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับหลอดฮาโลเจน และลมร้อน เพื่อเป็นการนำไม้ปาล์มน้ำมันซึ่งโดยส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จึงทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยออกแบบห้องอบให้มีขนาด 50 × 100 × 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำด้วยสแตนเลสชนิด 316 ใช้คลื่นไมโครเวฟจากไมโครเวฟ 4 ตัว ความร้อนจากหลอดฮาโลเจน 4 หลอด และความร้อนจาก Heater 1 ชุด โดยการทดลองนี้จะทำการตัดไม้ปาล์มแล้วเลือกทดลองไม้จากโคนต้นสูงขึ้นไป 3 เมตร อายุ 20 ปีขึ้นไป โดยจะแช่น้ำก่อนอบ และตัดไม้ให้มีขนาด 1.5× 2× 10 ลูกบาศก์นิ้ว แล้วนำไปอบด้วย Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 105°C เพื่อหาความชื้นเริ่มต้นและอบด้วยเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับหลอดฮาโลเจน และลมร้อน โดยแบ่งการทดลองเป็น 5 แบบ คือ ทดลองอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ที่1,600W อบด้วยหลอดฮาโลเจนที่ความร้อน 50,70,90 องศาเซลเซียส อบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ความร้อน 65 และ 95 องศาเซลเซียส การอบด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ 1,600W ร่วมกับหลอดฮาโลเจนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 9 ชั่วโมง ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงสุด แต่ไม้ปาล์มเกิดการบิดตัวและหดตัว และการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ 1,600W ร่วมกับลมร้อนความเร็ว 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 13 ชั่วโมง จากการทดลองสรุปผลได้ว่าการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600W ร่วมกับหลอดฮาโลเจน 2,000W ที่อุณหภูมิ 90°c ใช้เวลาในการอบน้อย เกิดการบิดตัวและหดตัวน้อยมาก มีค่าความต้านทานแรงดัดมอดูลัสยืดหยุ่นสูงสุด และใช่หน่อยไฟฟ้าน้อยที่สุด คือ 16.8 หน่วย และสามารถนำไปใช้งานประเภทตกแต่งภายในหรืองานเฟอร์นิเจอร์ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 เครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับหลอดฮาโลเจน และลมร้อน

วิฑูรย์ อบรม และคณะ [8] ศึกษา "อิทธิพลของตำแหน่งการป้อนคลื่นไมโครเวฟที่มีผลต่อการกระจายตัวของความร้อนภายในโหลดที่วางอยู่ในกล่องสี่เหลี่ยม" ทำการวิเคราะห์เชิงทดลองสำหรับปัญหาการกระจายตัวของความร้อนภายในตู้ไมโครเวฟ เริ่มจากการสร้างตู้ไมโครเวฟขนาด 45×45×90 เซนติเมตร ทำจากแผ่นสแตนเลสและติดตั้งตัวแมกนีตรอนพร้อมชุดควบคุมเพื่อจ่ายคลื่นไมโครเวฟเข้าในกล่องไมโครเวฟที่สองตำแหน่งพร้อมกัน ในทำนองเดียวกันสามารถที่จะเลือกปิดเปิดตำแหน่งใดก็ได้ และสามารถปรับกำลังได้ โดยที่แมกนีตรอนแต่ละตัวมีกำลังสูงสุดขนาด 1200 W ที่ความถี่ 2.45 GH_Z โดยจะออกแบบให้การกระจายตัวของคลื่นไมโครเวฟเป็นลักษณะหลายโหมด จะแบ่งการทดลองออกเป็น 8 ชุด แต่ละชุดติดตั้งหัวแมกนีตรอนที่ตำแหน่งต่างๆกันจะทำการเปลี่ยนโหลดในการทดลองเป็นน้ำและน้ำเกลือโดยใช้เวลาในการทดลอง 15 นาที ทำการทดลองโดยใช้โหลดครั้งละ 1 ประเภท โหลดที่ใช้ในการทดลองจะบรรจุในแก้วพลาสติก(pp) ซึ่งคลื่นไมโครเวฟสามารถผ่านได้โดยไม่ทำอันตรายต่อภาชนะ น้ำและน้ำ เกลือจะถูกบรรจุไว้ในแก้วจำนวน 100 mL หัวแมกนีตรอนที่ติดตั้งจะใช้ชุดเดิมโดยการถอดเปลี่ยนตำแหน่งกันไปตลอดการทดลองโดยใส่สกรูจับยึด



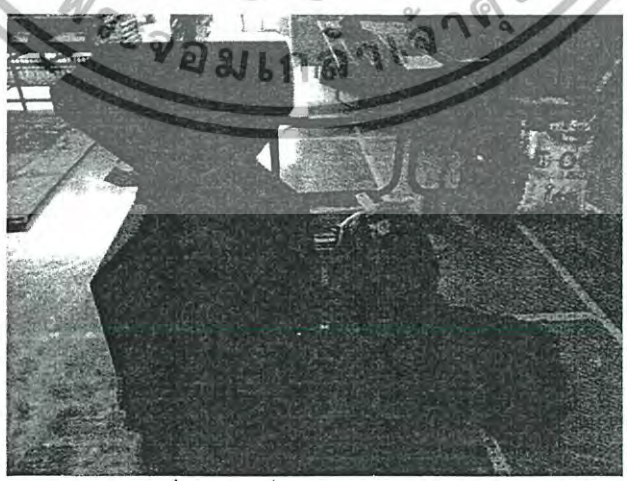
ชุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ตำแหน่ง	AB	AC	AD	AE	BE	BD	CE	CD

ภาพที่ 2.5 แสดงตำแหน่งการติดตั้งหัวแมกนีตรอนในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระจายตัวของความร้อนที่ดีที่สุดโดยการติดตั้งหัวแมกนีตรอนที่ตำแหน่ง CE ตำแหน่งของการติดตั้งแมกนีตรอนส่งผลต่ออัตราการดูดกลืนพลังงานและการเกิด Over Heating ในตัวแมกนีตรอนเอง โดยที่การติดตั้งแมกนีตรอนในลักษณะ Symmetry Mode จะทำให้เกิด Decoupling ส่งผลต่ออายุใช้งานของแมกนีตรอน หากติดตั้งแมกนีตรอนในลักษณะ Unsymmetry Mode ส่งผลต่ออัตราการดูดกลืนพลังงานเพิ่มขึ้นและการเกิด Over Heating ในตัวแมกนีตรอนลดลง โดยกรณีใช้น้ำเกลือเป็น High Lossy Material ปรากฏการณ์ที่พบจะมีแนวโน้มคล้ายกับกรณีใช้น้ำเป็นตัวทดสอบ เพียงแต่อุณหภูมิของน้ำเกลือสูงกว่าทั้งนี้เพราะน้ำ เกลือมีค่า Loss Factor ที่สูงกว่าน้ำทำให้อัตราการดูดกลืนคลื่นสูงตาม

ศุกดา ชีวะพันธ์ และคณะ [9] ศึกษา "เครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์ม" โครงการนี้ดำเนินการโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดในปาล์มที่ผ่านเตาอบไมโครเวฟ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับเมล็ดในปาล์มเมื่อผ่านการกะเทาะแล้ว เพื่อที่จะรู้ถึงข้อดีข้อเสีย ของการใช้ความร้อนที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมในการให้ความร้อนแก่เมล็ดในปาล์ม และศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดในปาล์มให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตัวเครื่องภายในมีลักษณะเป็นโรเตอร์ ภายนอกทั้งสองด้านมีลักษณะเป็นฝาประกบโรเตอร์ซึ่งโรเตอร์จะทำด้วยเหล็กเพลาและเหล็กแผ่นนำมาประกอบกันเป็นโรเตอร์ ฝาทั้งสองด้านทำด้วยเหล็กแผ่นหนา 20 มิลลิเมตร ส่วนในชุดโรเตอร์จะมีเพลาตันขนาด 24 มิลลิเมตรเป็นชุดกะเทาะ และมีช่องเปิดปิดไว้ใส่เมล็ดปาล์มทางด้านบนตัวเครื่อง ฐานของตัวเครื่องมีขนาดความกว้าง 545 มิลลิเมตร ความยาว 854 มิลลิเมตร และ ความสูงของเครื่องมีขนาด 800 มิลลิเมตรใช้มอเตอร์ขนาด 10 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ทดสอบที่ความเร็วรอบ 700,800,900,และ1,000 รอบต่อนาที ทดสอบที่ 30 กิโลกรัม ให้ประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเร็วรอบ 1,000 รอบต่อนาที เวลา 35 วินาที



ภาพที่ 2.6 เครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์ม

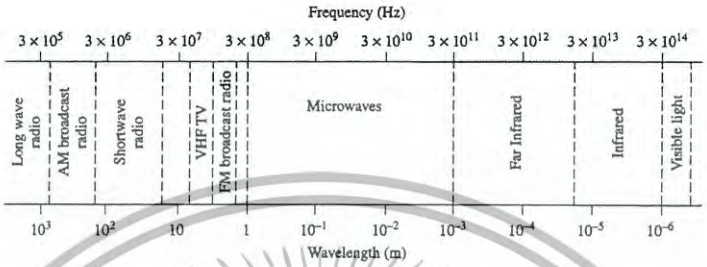
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C. O. Akubuo. [10] “เครื่องคัดแยกเมล็ดในปาล์ม” บนพื้นฐานทางกายภาพที่เกี่ยวข้องคุณสมบัติของเครื่องคัดแยกเมล็ดในปาล์มถูกออกแบบมาเพื่อแยกเอาเมล็ดในปาล์มออกจากเปลือก แยกได้สองส่วน คือ 1.การกะเทาะเปลือกปาล์มออก และ 2.การเก็บรวบรวมเมล็ดในปาล์มหลังจากการกะเทาะ พลังงานที่ขับเคลื่อนสามารถตอบสนองที่ต่างกันความเร็วรอบในการหมุนของเครื่องคัดแยกเมล็ดในปาล์ม ได้แก่ 93, 120 และ 200 นาทีและ รัศมีการหมุนอยู่ที่ 20, 25, 35, 40 และ 45 มิลลิเมตร ที่ความเร็วหมุนรอบ 93 นาทีและข้อเหวี่ยง radiusof 35 มิลลิเมตรความบริสุทธิ์เมล็ดในปาล์มเป็น 82%, การกู้คืนเมล็ดในปาล์ม 2% และการแยก esciency 1%. มีความจุของการแยกเป็น 446 กก. กับอัตราของการใช้มือหยิบ 60 กก. เป็นลักษณะวิธีการของการแยกในท้องถิ่น เมล็ดในปาล์มที่นำมาจากโรงงานปาล์มน้ำมันในประเทศไนจีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 ไมโครเวฟ [7]

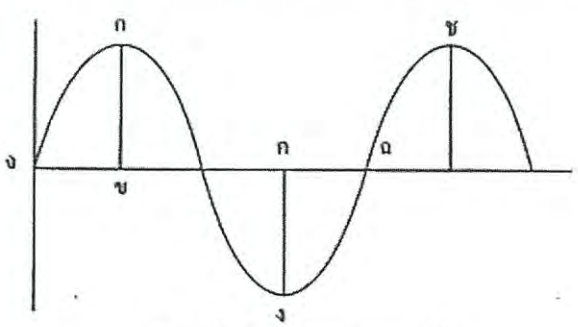


ภาพที่ 3.1 แถบสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงย่านความถี่ไดอิเลคตริกและไมโครเวฟค่อนข้างเป็นที่สับสนและการกำหนดให้เข้าใจตรงกันได้โดยการทำความร้อนด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านของไดอิเลคตริก (Dielectric heating) สามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุกย่านความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งอย่างน้อยที่สุดก็ครอบคลุมแถบสเปกตรัมของของอินฟราเรด (Infrared spectrum) โดยระบบความถี่ที่ต่ำกว่าที่ใช้งานได้อย่างน้อยคือช่วงความถี่สูง (High Frequency; HF) ซึ่งมีความถี่ในช่วง 3MH_Zถึง 30 MH_Zและช่วงความถี่สูงมาก (Very High Frequency;VHF) ซึ่งมีความถี่ในช่วง 30 MH_Z ถึง 300 MH_Zช่วงของย่านความถี่ที่ยอมรับในการทำความร้อนของไดอิเลคตริกคือ 1 ถึง 100 MH_Zในขณะที่ไมโครเวฟใช้ย่านความถี่ 300 MH_Zถึง 300 GH_Z

3.2 คลื่น [7]

คลื่น (WAVE) เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติชนิดหนึ่งซึ่งจะเกิดขึ้นได้ต้องมีแหล่งกำเนิดคลื่นแล้วค่อยแผ่กระจายคลื่นออกจากแหล่งกำเนิดออกไปเป็นวงกว้าง โดยจะมีขนาดลดลงไปเรื่อยๆ ยิ่งห่างจากแหล่งกำเนิดมากขนาดจะยิ่งเล็กลงในที่สุดจะหายไป คลื่นทุกชนิด ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ



ภาพที่ 3.2 ความสูงของคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ความสูงของคลื่น (AMPLITUDE)

ปกติเวลาเราเขียนเส้นแทนภาพคลื่น เราจะเขียนได้ดังภาพที่ 3.2 ความสูงของคลื่น โดยจะมีเส้นแบ่งกึ่งกลางคลื่น ความสูงของคลื่นจะวัดจากระดับกึ่งกลางคลื่นขึ้นไปหาหรือลงไปหายอดคลื่นในภาพ คือระยะ ก ไป ข และ ค ไป ง

3.2.2 ความยาวของคลื่น (WAVE LENGTH)

ความยาวของคลื่น คือระยะห่างระหว่างยอดคลื่นหนึ่งไปยังอีกยอดคลื่นหนึ่ง ในภาพที่ 3.2 คือ ระยะจาก ก ไป ช แต่ในทางปฏิบัติเรามักวัดจากระดับกึ่งกลางของคลื่นที่จุดเริ่มต้นของคลื่นซีกบวกไปจนถึงจุดกึ่งกลางที่คลื่นซีกลบและไปบรรจบในภาพที่ 3.2 คือระยะจาก จ ถึง ฉ ระยะนี้เราเรียกว่า ความยาวคลื่น เนื่องจากสะดวกในการพิจารณาและวัดคำนวณระยะจาก จ ถึง ฉ เราให้คำจำกัดความว่าเป็น 1 ลูกคลื่น หรือ 1 ความยาวคลื่น หรือ 1 รอบคลื่น (CYCLE) " λ " อ่านว่า แลมด้า (LAMDA)

ยังมีคำที่เกี่ยวข้องกับคลื่นอีกอย่าง คือ ความถี่ (FREQUENCY) เป็นความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นเทียบกับเวลา โดยกำหนดหน่วยของความถี่เป็นเฮิรตซ์ (HERTZ) ตัวย่อเขียนเป็น"H_Z" โดยให้คำจำกัดความไว้ว่า "1 เฮิรตซ์ (H_Z) คือการที่คลื่น 1 ลูก หรือ 1 รอบ เคลื่อนที่ผ่านจุดอ้างอิง โดยใช้เวลา 1 วินาที" ดังนั้นถ้าบอกว่าความถี่ 1,000 เฮิรตซ์ (H_Z) หมายความว่า มีลูกคลื่น 1,000 ลูกเคลื่อนที่ผ่านจุดอ้างอิงได้ภายในเวลา 1 วินาที เมื่อนำส่วนต่างๆของคลื่นและความถี่มาสัมพันธ์กันสร้างสมการสูตรดังนี้

$$F = \frac{V}{\lambda} \qquad (3.1)$$

เมื่อ F = ความถี่ (FREQUENCY) มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (H_Z)

V = ความเร็วของคลื่นในอวกาศ (VELOCITY) ซึ่งเท่ากับความเร็วแสง คือ 3×10^8 เมตรต่อวินาที (m/s)

λ = แลมด้า เท่ากับความยาวคลื่น (WAVE LENGTH) มีหน่วยเป็นเมตร (m)

ดังนั้น ถ้าเราทราบความถี่ของคลื่นก็สามารถหาความยาวของคลื่นได้ และในทางกลับกันถ้าเราทราบความยาวคลื่นก็สามารถหาความถี่ของคลื่นได้เช่นกัน เช่นเราทราบความถี่ของคลื่นไมโครเวฟที่ใช้ในเตาไมโครเวฟเท่ากับ 2,450 เมกะเฮิรตซ์ (MH_Z) สามารถหาความยาวคลื่นได้ตามสมการที่

$$F = \frac{V}{\lambda}$$

เมื่อ $V = 3\times10^8$ (300,000,000) เมตรต่อวินาที (m/s)

F = 2,450 เมกะเฮิรตซ์ (MH_Z) = (2,450,000,000)

แทนค่า $$\lambda = \frac{3\times10^8(m/s)}{2{,}450(MHz)} = \frac{300{,}000{,}000}{2{,}450{,}000{,}000}$$

ดังนั้นความยาวคลื่น (λ) = 0.1224 เมตร หรือ 12.24 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การแผ่รังสีของคลื่น [7]

เราสามารถแบ่งการแผ่รังสีของคลื่นตามความถี่ได้เป็น 2 แบบ

3.3.1 การแผ่รังสีแบบไม่ทำให้อะตอมภายในสสารแตกตัว

การแผ่รังสีแบบไม่ทำให้อะตอมภายในสสารแตกตัว ได้แก่คลื่นวิทยุ โทรทัศน์ ไมโครเวฟ เรดาร์อินฟาเรด และแสงที่ตามองเห็น ซึ่งคลื่นเหล่านี้เป็นอันตรายกับสิ่งมีชีวิตน้อย

3.3.2 การแผ่รังสีแบบทำให้อะตอมของสสารแตกตัว

การแผ่รังสีแบบทำให้อะตอมของสสารแตกตัว ได้แก่แสงอัลตราไวโอเลต รังสีแกมมา รังสีเอ็กซ์ ซึ่งคลื่นเหล่านี้ทำอันตรายกับสิ่งมีชีวิตได้ถ้ารับรังสีในปริมาณมากๆเช่นการฉายรังสีแกมมาเพื่อกำจัดเซลล์มะเร็งจะทำให้เซลล์ของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนหรือตายไป

คลื่นไมโครเวฟจัดเป็นคลื่นที่ปลอดภัยไม่มีสารกัมมันตภาพรังสีตกค้างอยู่บนอาหารหรือคนที่ได้รับคลื่นไมโครเวฟแต่อย่างไรก็ดีถึงแม้ว่าคลื่นไมโครเวฟจะไม่มีสารกัมมันตภาพรังสีตกค้างอยู่ คลื่นไมโครเวฟก็ยังมีอันตราย หากได้รับคลื่นไมโครเวฟปริมาณมากๆและนานๆอวัยวะต่างๆอาจจะสุกและใช้การไม่ได้ ถ้าโดนดวงตา ตาอาจบอดได้ หากได้รับคลื่นไมโครเวฟที่มากกว่า 5 เมกะวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร

3.4 ลักษณะของคลื่นไมโครเวฟ [7]

คลื่นไมโครเวฟมีลักษณะประจำอยู่ 3 ลักษณะ คือ

3.4.1 การสะท้อนของคลื่น (Reflection) คลื่นไมโครเวฟเมื่อส่งไปโดนโลหะจะสะท้อนออกคลื่นไม่สามารถทะลุผ่านโลหะไปได้

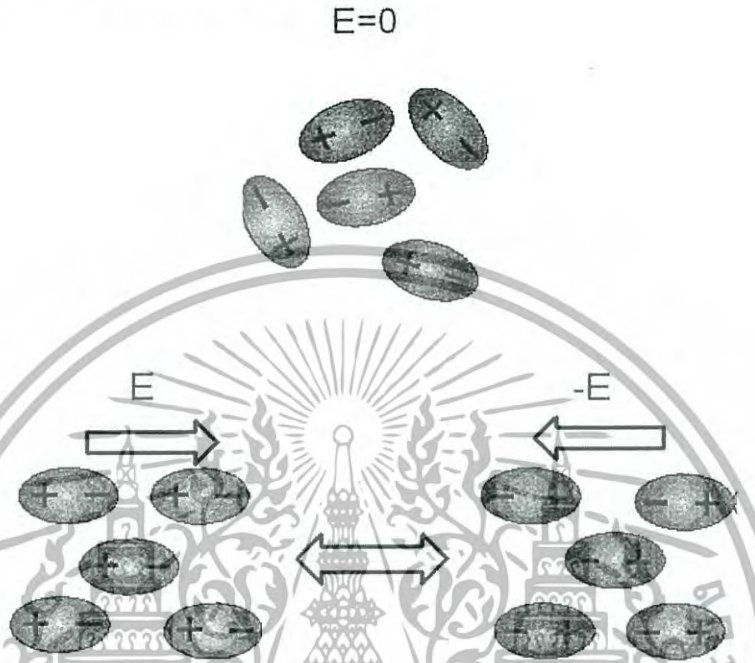
3.4.2 การทะลุผ่านของคลื่น (Penetration) คลื่นไมโครเวฟจะสามารถทะลุผ่านวัสดุบางชนิดที่คล้ายกระจกส่องหน้าต่างที่ยอมให้แสงธรรมดาส่องผ่านตัวมันได้ วัสดุที่รู้จักกันแพร่หลายของการทะลุผ่านของคลื่น คือแก้วทั่วไป แก้วทนความร้อน เครื่องกระเบื้องเคลือบ เครื่องถ้วย ชามเคลือบกระดาษและพลาสติก เป็นต้น ดังนั้นเมื่อนำวัสดุเหล่านี้มาทำเป็นวัสดุบรรจุอาหาร ตัววัสดุเองจะไม่ร้อนจะร้อนเฉพาะอาหารเท่านั้น

3.4.3 การดูดกลืนของคลื่น (Absorption) คลื่นไมโครเวฟสามารถดูดกลืนไว้โดยอาหารหรือวัสดุที่มีส่วนผสมของน้ำอยู่ทำให้กำลังงานของคลื่นลดลงไป ซึ่งกำลังที่ถูกดูดกลืนไว้จะเปลี่ยนสภาพทำให้วัตถุร้อนขึ้น วัตถุที่ดูดกลืนคลื่น นอกจากจะเป็นอาหารและน้ำยังประกอบด้วยพวกเครื่องปั้นดินเผาที่ไม่ได้เคลือบทั้งหมด เนื่องจากเหตุที่ว่าเครื่องปั้นดินเผาที่ไม่ได้เคลือบจะมีรูพรุนมากมายทำให้วัสดุมีความชื้นหรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือมีละอองน้ำแทรกเข้าไปอยู่ในรูพรุนเหล่านั้นเมื่อนำมาใช้ในเตาไมโครเวฟตัวละอองน้ำจะร้อนส่งผลให้วัสดุร้อนไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 หลักการพื้นฐานในการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ [7]

วัสดุไดอิเลคตริก (Dielectric materials) หมายถึงวัสดุกึ่งฉนวนที่มีโครงสร้างพื้นฐานทางจุลภาคที่มีลักษณะเป็นขั้วทางไฟฟ้า (Dipoles) ความถี่คลื่นของไมโครเวฟ 0.3 - 300 MH_Z หรือในช่วงความยาวคลื่น 30 เซนติเมตร ถึง 0.3 มิลลิเมตร



ภาพที่ 3.3 การเรียงตัวของสภาพเชิงขั้วภายในวัสดุไดอิเลคตริกเมื่อมีสนามไฟฟ้า

3.6 กลไกการระเหยของน้ำออกจากวัสดุที่อบแห้งด้วยไมโครเวฟ [7]

ความเร็วในการระเหยน้ำออกจากวัสดุที่จะอบแห้งนั้นจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความดันระหว่างน้ำหรือความชื้นภายในวัสดุที่จะอบแห้งกับภายนอก กล่าวคือถ้าความดันของน้ำภายในวัสดุสูงกว่าความดันภายนอกวัสดุ การระเหยก็จะขึ้นอย่างรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้ไมโครเวฟซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ค่อนข้างสูง จะทะลุทะลวงเข้าไปในเนื้อวัสดุที่จะอบแห้งไปสั่นโมเลกุลของน้ำอย่างรุนแรงด้วยความถี่เท่ากับความถี่ไมโครเวฟ เมื่อสสารกลับตัวไปมาตามความถี่ของคลื่นไมโครเวฟที่ใช้ 2450 เมกะเฮิร์ทซ์โมเลกุลจะกลับตัวในช่วงคลื่นไมโครเวฟช่วงบวกเข้ามา 2450 ล้านครั้งต่อวินาทีและเมื่อช่วงลบของคลื่นไมโครเวฟเข้ามา โมเลกุลจะกลับตัวอีกครั้งเป็นจำนวน 2450 ล้านครั้งต่อวินาที ซึ่งจะส่งผลให้เกิดเกิดการสั่นสะเทือนอย่างรวดเร็วของโมเลกุลของน้ำทำให้ได้รับความร้อนเนื่องจากการเสียดสีของโมเลกุลของน้ำ ส่งผลให้น้ำมีอุณหภูมิและความดันสูงขึ้น และเมื่อมีความดันสูงกว่าภายนอกเป็นเหตุให้เกิดการระเหยของน้ำอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 แหล่งกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ [7]

ในธรรมชาติแหล่งกำเนิดคลื่นไมโครเวฟมาจากดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานขนาดใหญ่ แต่มนุษย์เองยังไม่สามารถควบคุมกำลังงานไมโครเวฟที่ส่งมาจากดวงอาทิตย์ อันจะนำไปสู่การนำเอาพลังงานไมโครเวฟทางธรรมชาตินี้ไปใช้ได้ ดังนั้นหากจะนำพลังงานไมโครเวฟไปใช้ประโยชน์ จึงต้องสร้างคลื่นไมโครเวฟมาใช้เอง ตัวกำเนิดคลื่นไมโครเวฟถูกสร้างมาจากอุปกรณ์ 2 แบบ คือ

3.7.1 แบบหลอดสุญญากาศ(Microwave Tube) แหล่งกำเนิดคลื่นไมโครเวฟแบบสุญญากาศนี้ให้กำลังงานคลื่นไมโครเวฟออกมาสูงมากกว่าแบบโซลิดสเตท แม้ว่าจะใช้วงจรความถี่สูงๆกำลังงานที่ได้จะตกลงไปไม่มากสามารถแบ่งหลอดกำเนิดคลื่นไมโครเวฟออกเป็น 3 แบบ คือ

3.7.1.1 หลอดไคลสตรอน(Klystron) เป็นหลอดแบบแรกที่ผลิตขึ้น ใช้งานในย่านความถี่ไมโครเวฟมีการใช้งานอยู่ 2 แบบ คือใช้เป็นตัวกำเนิดคลื่นไมโครเวฟและเป็นตัวขยายคลื่นใช้ในย่านความถี่ 300 เมกะเฮิร์ทซ์ ถึง 30 เมกะเฮิร์ทซ์จะใช้หลอดนี้ในภาคขยายสุดท้ายส่งออกอากาศของสถานีภาคพื้นดินของดาวเทียม

3.7.1.2 หลอดแทรเวลลิ่งเวฟ(Travelling Wave Tube) เป็นหลอดที่พัฒนามาจากหลอดไคลสตรอน อันเนื่องจากว่าในหลอดไคลสตรอนมีแบนด์วิธของคลื่นแคบมากประมาณ 1 – 8 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น เมื่อพัฒนามาเป็นหลอดแทรเวลลิ่งเวฟมีแบนด์วิธกว้างขึ้น ในเครื่องรับไมโครเวฟในย่านเอ๊กซ์แบนด์ใช้ขยายสัญญาณในสถานีทวนสัญญาณของระบบโทรคมนาคมและเภทเอ๊กซ์แบนด์ใช้ขยายกำลังภาคสุดท้ายในระบบสื่อสารดาวเทียมและเรดาร์

3.7.1.3 หลอดแมกนีตรอน(Magnetron Tubes) เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นไมโครเวฟอีกชนิดหนึ่งที่ให้กำลังงานออกมาสูงสุด ปัจจุบันหลอดแมกนีตรอนสามารถให้กำลังงาน Out Put ได้สูงสุดถึง 40 เมกะวัตต์ ที่ระดับความต่างศักย์ 50 กิโลโวลต์ ณ ความถี่ 10 เมกะเฮิร์ทซ์ เนื่องจากชุดของแมกนีตรอนมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพที่สูง เช่นใช้ในเตาไมโครเวฟและใช้เป็นตัวส่งคลื่นเรดาร์ออกไป

3.7.2 แบบโซลิดสเตท(Solid State Microwave Sources) เนื่องจากสารกึ่งตัวนำมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาเมื่อมีการพัฒนาจนสามารถใช้งานได้ดีที่ความถี่ไมโครเวฟแล้ว สารกึ่งตัวนำเหล่านี้จึงถูกนำไปแทนที่หลอดไมโครเวฟในส่วนที่ใช้กับกำลังงานต่ำจนถึงกำลังงานปานกลาง เช่นใช้กับกันน์ไดโอด (Gunn Diode) เป็นตัวกำเนิดความถี่ไมโครเวฟแทนหลอดไคลสตรอน แต่ให้กำลังออกมาต่ำประมาณ10เมกะวัตต์จนถึง 1 วัตต์ ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง กันน์ไดโอดถูกนำไปประยุกต์ใช้เป็นวงจรกำเนิดความถี่ไมโครเวฟ ในการส่งรับคลื่นไมโครเวฟกำลังงานต่ำ เช่นเรดาร์ของตำรวจ เนื่องจากกันน์ไดโอดมีประสิทธิภาพต่ำ ใช้ในงานที่ต้องการเอาท์พุทสูงไม่ได้ จึงมีการพัฒนาขึ้นมาเป็นอิมแพทไดโอด (ImpartDiode) ทำให้ได้เอาท์พุทสูงถึง 4 – 5 วัตต์ ในย่านความถี่เอ็กซ์แบนด์ หลังพัฒนาไดโอดก็มาสู่การพัฒนาทรานซิสเตอร์ที่ใช้งานในย่านไมโครเวฟทำให้มีการขยายกำลังงานทางด้านเอาท์พุทออกไปได้สูงขึ้นอีกนำไปใช้ในวงจรอื่นๆในย่าน

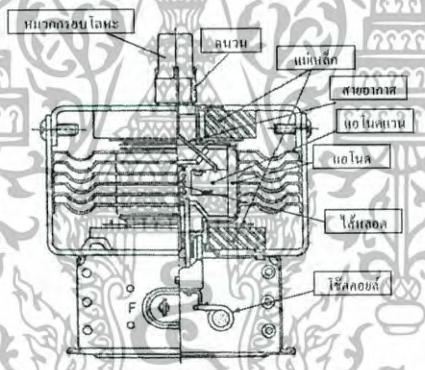
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ไมโครเวฟได้มากขึ้นเช่น นำไปใช้ในวงจรมอดูเลเตอร์ (Modulator) วงจรดีมอดูเลเตอร์ (Demoduletor) วงจรมิกเซอร์ (Mixer) วงจรดีเทคเตอร์ (Detector)

3.8 แมกนีตรอน(Magnetron) [7]

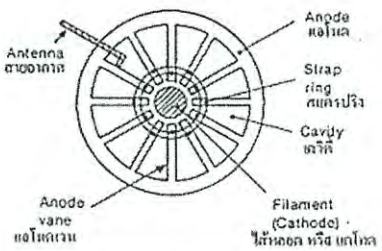
แมกนีตรอนเป็นตัวกำเนิดคลื่นไมโครเวฟชนิดหนึ่งนิยมใช้อยู่ในเตาไมโครเวฟและเรดาร์ การที่ผู้ผลิตเตาไมโครเวฟทุกยี่ห้อเลือกใช้แมกนีตรอนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นไมโครเวฟเนื่องจากคุณสมบัติที่ดีหลายประการ คือมีขนาดเล็กแต่ให้ประสิทธิภาพสูง มีเสถียรภาพในการทำงานที่ความถี่ที่ต้องการดี ในปัจจุบันเตาไมโครเวฟทุกยี่ห้อตัวแมกนีตรอนจะสร้างความถี่ 2450 ± 50 เมกะเฮิร์ทซ์เมื่อโหลดมีการดึงกระแสสูงหรือดึงกระแสต่ำมาก ตัวแมกนีตรอนยังคงสร้างความถี่ค่อนข้างคงที่ จะเห็นได้ว่าการเกิดคลื่นผิดพลาดน้อยมาก เมื่อเทียบกับส่วนความถี่หลักที่สร้างขึ้นอาจผิดพลาดเพียง ± 50 เมกะเฮิร์ทซ์ เท่านั้น ซึ่งการผิดพลาดของความถี่นี้มีผลน้อยมากต่อการปรุงอาหาร ข้อดีของแมกนีตรอน คือสร้างง่าย ราคาถูก อันเนื่องจากอุปกรณ์ภายในน้อยมาก

3.9 โครงสร้างของแมกนีตรอน [7]



ภาพที่ 3.4 ภายในของแมกนีตรอน

จากภาพที่ 3.4 ภายในของแมกนีตรอน เป็นการผ่าแสดงให้เห็นภายในของแมกนีตรอนเบอร์ 2M157 ซึ่งแมกนีตรอนอีกหลายหลายเบอร์ ในปัจจุบันก็มีโครงสร้างเหมือนกันหรือคล้ายกับเบอร์นี้ ภายในของแมกนีตรอนมีโครงสร้างคล้ายหลอดไดโอด ประกอบไปด้วยไส้หลอดซึ่งทำหน้าที่เป็นแคโทดด้วย นอกจากนี้ยังมีแอโนดและส่วนแพร่กระจายคลื่นที่เรียกว่า สายอากาศ



ภาพที่ 3.5 ขั้วแอโนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.5 ขั้วแอโนด ซึ่งทำเป็นครีบโลหะต่อกับวงแอโนดด้านนอกพุ่งไปหาแคโทดในตรงกลาง เราเรียกครีบนี้ว่า แอโนดเวน (Anode Vane) ปกติมักจะมีจำนวนครีบเป็นจำนวนเลขคู่ โดยมีช่องระหว่างครีบ เรียกว่าเควิตี้ (Cavity) ภายในหลอดแมกนีตรอนนี้เป็นสุญญากาศ ตัวสายอากาศถูกต่ออยู่ที่ครีบส่วนใดส่วนหนึ่งและออกสู่ภายนอกโดยผ่านยอดกลม (Dome) ซึ่งทำเป็นแนวกันสายอากาศช็อตกับตัวถังของแมกนีตรอน ในที่นี้ก็คือ ขั้วแอโนด ฉนวนตัวนี้มักทำด้วยเซรามิคต่อจากปลายของสาย อากาศเหนือแนวขึ้นไป จะทำเป็นหมวกทรงกระบอกมาครอบอีกครั้งหนึ่ง

ไส้หลอด (Filament) จะเห็นว่าขั้วขาไส้หลอดด้านนอกต่อผ่านโช้คคอยล์ (ChokeCoil) และระหว่างขั้วขาไส้หลอดทั้ง 2 ขา จะมีสายต่อผ่านคอนเดนเซอร์ชนิดฟีดทรู (FeedThrough) ค่าประมาณ 470 – 500 พร็อพเพอร์ตี้เพอร์เฟค ทั้งคอนเดนเซอร์และโช้คคอยล์มีหน้าที่ป้องกันคลื่นไมโครเวฟจากวิทยุและทีวี ซึ่งอาจมีปะปนมากับไฟฟ้าเอซี (AC) เข้ามารบกวนแมกนีตรอนให้ทำงานผิดพลาดได้

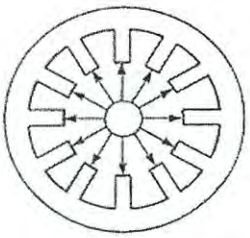
ภาพที่ 3.6 เมื่อมีกระแสผ่านเควิตี้ (Cavity)

จากภาพที่ 3.6 เมื่อมีกระแสผ่านเควิตี้ (Cavity) ตัวครีบจะทำตัวคล้ายเป็นขดลวดและช่องเปิดระหว่างครีบ 2 ครีบ จะทำคล้ายคอนเดนเซอร์ เมื่อจับทั้งขดลวด (L) ต่อขนานกับคอนเดนเซอร์ (C) ทำให้เกตวงจรแท้งค์ (Tank Circuit) ซึ่งสร้างความถี่ตามที่ต้องการได้

3.10 หลักการทำงานของแมกนีตรอน [7]

การทำงานของแมกนีตรอนเริ่มจากไส้หลอด (Filament) ซึ่งอยู่ตรงกลางของแมกนีตรอนได้ รับแรงไฟฟ้าประมาณ 3.3 โวลท์เอซี ทำให้ไส้หลอดหรือแคโทด (Cathode) ร้อนขึ้น และส่งผลให้อิเล็กตรอนอิสระหลุดออกจากแคโทด เนื่องจากขั้วแคโทดต่อกับขั้วลบของแรงดันประมาณ 4000 โวลท์ และขั้วบวกของแรงดัน 4000โวลท์ต่อไว้กับแอโนด (Amode) ของแมกนีตรอน ตัวอิเล็กตรอนเองมีประจุเป็นลบ ดังนั้นเมื่อต่อขั้วลบที่แคโทด จะเกิดการผลักขั้วเหมือนกันออกไป อิเล็กตรอนที่ถูกผลักออกมานี้จะถูกดูดเข้าหาขั้วบวกที่แอโนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 ทางเดินของอิเล็กตรอนจากแคโทดไปยังแอโนด

จากภาพที่ 3.7 ทางเดินของอิเล็กตรอนจากแคโทดไปยังแอโนด หัวลูกศรแสดงอิเล็กตรอนซึ่งปกติจะวิ่งออกจากแคโทดเป็นเส้นตรงไปหายังแอโนดเมื่อมีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 5600 โวลท์ ก่อให้เกิดความต่างศักย์ แต่ในตัวหลอดไดโอดของแมกนีตรอนยังมีสนามแม่เหล็กมาเกี่ยวข้องโดยโรงงาน จะใส่แม่เหล็กเป็นภาพวงกลมแบนวางที่ด้านบนและล่างร่วมแกนกับหลอดไดโอดดังภาพที่ 3.9การวางแม่เหล็กร่วมกับไดโอด

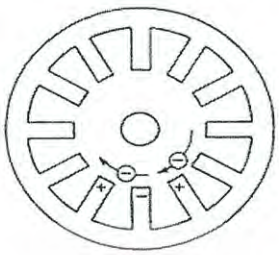
ภาพที่ 3.8 การวางแม่เหล็กร่วมกับแกนไดโอด

โดยขั้วแม่เหล็กระหว่างตัวบนและตัวล่างตรงข้ามกันเพราะมีสนามแม่เหล็กมาเกี่ยวข้องด้วย อิเล็กตรอนที่หลุดออกจากแคโทดที่จะวิ่งตรงไปหาแอโนดกลับโดนสนามแม่เหล็กเบี่ยงเบนไปในทิศทางขวาตามกฎของเฟลมมิ่ง คือกำมือขวาแล้วยกหัวแม่มือขึ้น ถ้าทิศทางของนิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนางและนิ้วก้อยที่ชี้ไปเป็นทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กเมื่ออิเล็กตรอนวิ่งผ่านจะถูกเบี่ยงเบนไปในทิศที่นิ้วหัว แม่มือชี้ไป ดังนั้นอิเล็กตรอนในแมกนีตรอนจึงวิ่งไปทางขวา ดังภาพที่ 3.8 การวิ่งของอิเล็กตรอนที่โดนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เบี่ยงเบน ในที่สุดอิเล็กตรอนก็จะวิ่งไปถึงแอโนด

ภาพที่ 3.9 การวิ่งของอิเล็กตรอนที่โดนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เบี่ยงเบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหมุนวนเป็นวงกลมของอิเล็กตรอนก่อให้เกิดกระแสสลับขึ้นในโพรง Cavity ของแอโนด เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนตัวเข้าใกล้ส่วนใดส่วนหนึ่งระหว่าง 2 Cavity อิเล็กตรอนจะเหนี่ยวนำเอาประจุบวกจากแอโนดเวน (Anode Vane) ดังแสดงในภาพที่ 3.9 การเหนี่ยวนำเอาประจุบวกของอิเล็กตรอน



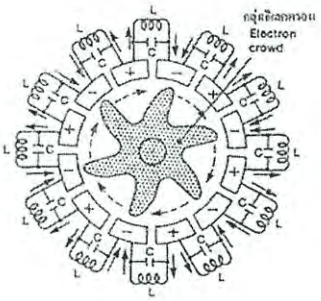
ภาพที่ 3.10 การเหนี่ยวนำเอาประจุบวกของอิเล็กตรอน

เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ห่างออกไปประจุบวกบนแอโนดเวนจะลดลงในขณะเดียวกับที่อิเล็กตรอนกำลังเหนี่ยวนำประจุบวกในแอโนดเวนอันถัดไปทำให้เกิดขั้วบวกและขั้วลบสลับกันไปและเกตเป็นกระแสสลับขึ้น การเหนี่ยวนำของกระแสสลับในระหว่างแอโนดเคาวิตี้สามารถอธิบายด้วยการแสดงในภาพวงจรแท็งก์ (Tank Circuit) หรือเรียกว่าวงจรเรโซแนนท์ (Resonant Circuit) ที่ความถี่ 2450 เมกะเฮิร์ทซ์ตามภาพที่ 3.10การเหนี่ยวนำของกระแสสลับในระหว่าง Anode Cavities

ภาพที่ 3.11 การเหนี่ยวนำของกระแสสลับในระหว่าง Anode Cavities

ในการทำงานจริงๆของแมกนีตรอนและอิเล็กตรอนไม่ได้เคลื่อนที่เพียงตัวเดียวแต่เคลื่อนที่เป็นกลุ่มเป็นภาพลักษณะการหมุนเป็นวงคล้ายกงจักรดังภาพที่ 3.11 การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเป็นกลุ่มด้วยอิทธิพลจากความต่างศักย์สูงระหว่างแคโทดกับแอโนดและสนามแม่เหล็กมีกำลังสูง เมื่อกลุ่มอิเล็กตรอนเคลื่อนที่หมุนวนรอบๆแอโนดเวนและในที่สุดก็ถึงตัวเคาวิตี้ส่งผลให้เกิดการกำเนิดความถี่ตามวงจรเรโซแนนท์ ซึ่งความถี่ที่ได้มีกำลังงานสูงถูกนำส่งออกไปจากเคาวิตี้ภายในชุดแมกนีตรอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.12 การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเป็นกลุ่ม

คลื่นไมโครเวฟเป็นคลื่นที่มีความถี่ตั้งแต่ 300 – 10000 เมกะเฮิร์ทซ์ซึ่งเป็นย่านที่กว้างมาก จากการวิจัยคลื่นไมโครเวฟที่มีความถี่ตั้งแต่ 500 – 5000 เมกะเฮิร์ทซ์มีประสิทธิภาพเหมาะสมในการนำมาใช้กำเนิดความร้อน แต่ในเครื่องไมโครเวฟใช้ความถี่ 2450 เมกะเฮิร์ทซ์เนื่องจากการวิจัยความถี่นี้สามารถทำให้อาหารส่วนใหญ่สุกได้รวดเร็วและสุกเข้าไปถึงภายในระดับความลึกพอดี (Penetration Depth) ดังนั้นในเครื่องไมโครเวฟทั่วไปจึงสร้างให้มีความถี่ 2450 เมกะเฮิร์ทซ์

ภาพที่ 3.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง Depth, Heating, Degree, Frequency

จากภาพที่ 3.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง Depth, Heating, Degree, Frequency ความลึกของการทะลุผ่านระดับของอุณหภูมิของความร้อนและความถี่จะพบว่าความถี่ต่ำกว่าจะมีการทะลุผ่านของคลื่นได้ลึกกว่า แต่เวลาปรุงอาหารจะเพิ่มขึ้นอันเนื่องจากความร้อนต่ำกว่าที่ความสูงกว่าเวลาที่ในการปรุงอาหารจะเร็วกว่าเนื่องจากได้รับความร้อนมากกว่า แต่การทะลุผ่านจะตื้น

3.11 ข้อควรระวังในการใช้เตาไมโครเวฟ [7]

- อย่านำสิ่งของที่ติดไฟได้ง่ายวางไว้ใกล้ๆหรือข้างในเตาไมโครเวฟโดยเด็ดขาดเพราะอาจจะทำให้เกิดการระเบิดได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ควรใช้ประโยชน์จากเตาไมโครเวฟภายในขอบเขตที่ระบุไว้ในคู่มือเท่านั้นห้ามนำวัตถุเคมีที่สามารถเผาผลาญได้มาใช้กับไมโครเวฟ ห้ามนำเตาไมโครเวฟไปใช้ในงานอุตสาหกรรมและห้องปฏิบัติการโดยเด็ดขาด

- อย่านำกระดาษดอกไม้แห้ง ผ้า หรือวัสดุติดไฟอบในเตาไมโครเวฟโดยเด็ดขาด ไม่ควรให้เครื่องทำงานตามลำพัง โดยเฉพาะอย่ายิ่งเมื่อมีกระดาษพลาสติกหรือวัสดุติดไฟง่ายเป็นส่วนประกอบในการทำอาหาร

- ผู้ปกครองไม่ควรปล่อยให้เด็กใช้เตาไมโครเวฟโดยลำพัง ทั้งนี้คุณควรคอยให้คำแนะนำและดูแลอย่างใกล้ชิด

- ไม่ควรนำวัตถุที่เป็นโลหะทุกชนิดเข้าไปในเตาไมโครเวฟ

- ถ้าวัตถุที่อยู่ภายในเตาไมโครเวฟติดไฟครั้งแรกควรรีบปิดสวิทช์เครื่องและห้ามเปิดฝาเครื่องจากนั้นให้สับสะพานไฟเพื่อไม่ให้กระแสไฟฟ้าวิ่งไปตามไมโครเวฟ

- ข้อควรระวังในการปรุงของเหลว คือของเหลวนั้นๆจะไม่เดือดให้เห็น ถึงแม้ว่าของเหลวนั้นจะเดือดเกินจุดเดือดแล้วก็ตาม ซึ่งควรปฏิบัติตามข้อแนะนำดังต่อไปนี้

- หลีกเลี่ยงการใช้ภาชนะปากแคบ

- คนของเหลวก่อนนำเข้าเตาไมโครเวฟและไม่ควรทิ้งช้อนไว้ในเตาไมโครเวฟ

- หลังจากการปรุงอาหารทิ้งไว้พักหนึ่งแล้วควรกวนอีกครั้งหนึ่งก่อนนำภาชนะออกจากเตาไมโครเวฟ

- ไม่ควรนำเอาไข่ดิบทั้งฟองปรุงในเตาไมโครเวฟ

- อย่านำอาหารที่ถูกบรรจุในภาชนะออกจากเตาไมโครเวฟซึ่งอาจจะเกิดการระเบิดได้

- ไม่ควรปรุงอาหารที่มีความหนาแน่นของน้ำน้อย อาทิ เช่น น้ำมัน ช็อกโกแลต และขนมพาย

- ไม่ควรตั้งเวลาปรุงอาหารเกินเวลาที่ระบุไว้ในคู่มือ

- ควรอ่านคู่มือเตาไมโครเวฟก่อนใช้งาน

- หลังจากการอุ่นอาหารสำหรับเด็กแล้วคุณควรคนทิ้งไว้ให้หายร้อนก่อนจึงให้เด็กรับประทาน

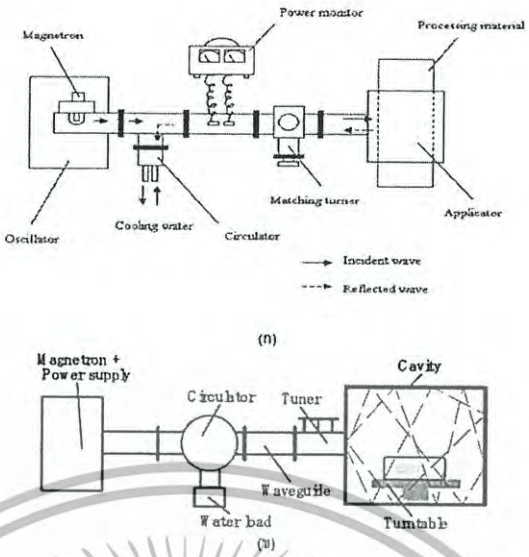
- อย่านำฝาจุกนมเด็กเข้าไปในเตาไมโครเวฟเพราะอาจละลายได้

- ควรใส่ถุงมือทุกครั้งเมื่อนำเอาภาชนะออกจากเตาไมโครเวฟ

3.12 ระบบทำความร้อนด้วยไมโครเวฟ [7]

จากภาพที่ 3.14 แมกนีตรอน (Magnetron) ที่ติดตั้งบนท่อนำคลื่น (Waveguide) ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดคลื่นไมโครเวฟหรือสร้างพลังงานไมโครเวฟไมโครเวฟจะเคลื่อนที่ผ่านท่อนำคลื่นไปยังวัสดุที่นำมาผ่านกระบวนการที่อยู่ภายในคาวิตี้ (Cavity) หรือแอพพลิเคเตอร์ (Applicator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.14 องค์ประกอบพื้นฐานของระบบทำความร้อนด้วยไมโครเวฟ

เมื่อพลังงานไมโครเวฟเข้าสู่วัสดุแล้วส่วนที่นอกเหนือจากการดูดซับ (Absorbed Wave) โดยตัววัสดุจะมีบางส่วนที่ทะลุผ่าน (Transmitted Wave) วัสดุและจะมีบางส่วนที่สะท้อนกลับ (Reflected wave) ไปซึ่งอัตราพลังงานไมโครเวฟที่สะท้อนกลับจะขึ้นอยู่กับค่าคุณสมบัติไดอิเลคตริก (Dielectric Properties) ของวัสดุและคุณลักษณะประจำตัวของวัสดุเองคลื่นสะท้อนที่เกิดจากการสะท้อนกลับของคลื่นไมโครเวฟขณะชนกับวัสดุอาจทำให้ตัวกำเนิดคลื่นไมโครเวฟเสียหายได้ (โดยเฉพาะระบบที่ใช้ไมโครเวฟกำลังสูง) ดังนั้นโดยทั่วไประบบไมโครเวฟจะติดตั้งตัวดักคลื่นหรือที่เรียกทั่วไปว่าเซอร์คูเลเตอร์ (Circulator) (อุปกรณ์ทำให้คลื่นไมโครเวฟเดินได้ทางเดียว)ระหว่างตัวกำเนิดคลื่นและท่อนำคลื่นเพื่อป้องกันการเสียหายดังกล่าวนอกจากนั้นยังติดตั้งอุปกรณ์ปรับแต่งคลื่นเพื่อที่จะลดพลังงานสะท้อนกลับนี้โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Matching Tuner มาติดตั้งระหว่างท่อนำคลื่นและบริเวณทำความร้อนอุปกรณ์ตัวนี้ทำหน้าที่ปรับให้คลื่นไมโครเวฟมีการดูดซับในตัววัสดุได้ดีขึ้นโดยที่การสะท้อนของคลื่นที่ผิววัสดุลดลงส่งผลทำให้ระบบไมโครเวฟทำงานที่ประสิทธิภาพสูงสุด

ปริมาณความร้อนภายในต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร

$$Q = \omega \varepsilon_0 \varepsilon_r'' E^2 = 2\pi \cdot f \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r' (\tan\delta) E^2 \qquad (3.2)$$

Q = ปริมาณความร้อนภายในต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร

E = สนามไฟฟ้าซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามตำแหน่ง

f = ค่าความถี่ของคลื่นไมโครเวฟ

ω = ความเร็วเชิงมุมของคลื่นไมโครเวฟ

ε_r' = relative dielectric constant ซึ่งบอกถึงคุณสมบัติของวัตถุใดๆที่อธิบายถึงความสามารถในการดูดซับส่งผ่าน และสะท้อนพลังงานจากส่วนที่เป็นสนามไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ε_0 = Dielectric Constant ของอากาศ = 1

tanδ = Dielectric Loss Tangent Coefficient ซึ่งบอกถึงความสามารถในการแปรเปลี่ยนพลังงานที่วัสดุดูดซับเป็นพลังงานความร้อน

ค่าความลึกในการทะลุทะลวงหรือระยะทางที่สนามไฟฟ้าทะลุเข้าไปได้

$$D_p = \frac{1}{\frac{2\pi f}{\upsilon}\sqrt{\frac{\varepsilon_r'\left(\sqrt{1+\left(\frac{\varepsilon_r''}{\varepsilon_r'}\right)^2}-1\right)}{2}}} = \frac{1}{\frac{2\pi f}{\upsilon}\sqrt{\frac{\varepsilon_r'\left(\sqrt{1+(\tan\delta)^2}-1\right)}{2}}} \quad (3.3)$$

U = ความเร็วแสง ($3x10^8$ m/s)

f = ค่าความถี่ของคลื่นไมโครเวฟ

ε_r'= relative dielectric constant

tanδ = Dielectric Loss Tangent Coefficient

ตัวอย่างการคำนวณ

$$D_p = \frac{1}{\frac{(2\pi)(2.45\times10^9)}{3\times10^8}\sqrt{\frac{(5.61264)\left(\sqrt{(1+0.1725^2)}-1\right)}{2}}}$$

= 0.09572 เมตร

= 9.572 เซนติเมตร

3.13 ความร้อน [7]

ความร้อนเป็นพลังงานภาพหนึ่งซึ่งสามารถถ่ายโอนจากแหล่งที่มีอุณหภูมิที่ไปยังแหล่งที่มีอุณหภูมิต่ำ พลังงานความร้อนอาจเปลี่ยนจากพลังงานภาพอื่น และในทางกลับกัน พลังงานความร้อนสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนได้

3.14 ความจุความร้อน [7]

สารต่างชนิดกันมีความสามารถรับหรือคายพลังงานความร้อนได้ต่างกัน และเราเรียกค่าพลังงานความร้อนที่ทำให้สารชนิดหนึ่งมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 หน่วยว่า ความจุความร้อน(heat capacity“C”) ของสารชนิดนั้นตามที่ใช้ในระบบเอสไอเป็นจูลต่อเคลวิน (J/K) โดยที่ค่าความจุความร้อนของสารดังกล่าวนี้ นอกจากจะต่างกันไปตามชนิดของสารแล้วยังขึ้นกับขนาดคือปริมาตรหรือมวล รวมถึงจำนวนโมลอีกด้วย ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะใช้ค่าความจุความร้อนของสารเพื่อเป็นเกณฑ์สำหรับเปรียบเทียบ เรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มักจะพิจารณาสารหลายชนิดเปรียบเทียบกัน โดนใช้ค่าความจุความร้อนต่อหนึ่งหน่วยมวลของสารแทน และเรียกปริมาณดังกล่าวนี้ว่า ความจุความร้อนจำเพาะ (specific heat capacity "c") ของสารนั้น โดยมีหน่วยในระบบเอสไอเป็นจูลต่อ (กิโลกรัม-เคลวิน) "J/kg-K" แต่บางทีก็กล่าวถึงในนาม ความร้อนจำเพาะ (specific heat "c") ซึ่งก็คือปริมาณเดียวกันนั่นเอง นอกจากนี้ ในกรณีที่ต้องการกล่าวให้สัมพันธ์กับจำนวนโมล (n) ของสาร ก็จะใช้ค่าความจุความร้อนต่อโมล โดยเรียกว่า ความจุความร้อนโมลาร์ (molar heat capacity"C") ของสารนั้นก็คือ C/nและมีหน่วยเป็นจูลต่อโมล (J/mole) ในระบบเอสไอ

ถ้าสารชนิดหนึ่งมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ΔT เคลวิน โดยมีพลังงานความร้อนที่ได้รับเป็น Q จูล จะได้

$$Q = C(\Delta T) = mc(\Delta T) = nC(\Delta T) \qquad (3.4)$$

3.15 การถ่ายเทความร้อน [7]

การถ่ายเทความร้อน เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิโดยความร้อนจะเคลื่อนที่จากที่ที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ ความแตกต่างของอุณหภูมิเป็นสาเหตุที่ทำ ให้เกิดการถ่ายเทความร้อน จึงเรียกผลต่างของอุณหภูมินี้ว่า แรงขับดัน (driving force) ปริมาณความร้อนหรืออัตราการถ่ายเทความร้อนจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงขับดัน และเป็นสัดส่วนผกผันกับความต้านทานต่อการถ่ายเทความร้อน

กลไกลการเคลื่อนที่ของความร้อนจากจุดๆ หนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งแบ่งได้เป็น 3 วิธีคือ การนำ การพา และการแผ่รังสี โดยกระบวนการถ่ายเทความร้อนทุกกระบวนการอาจเกิดจากการถ่ายเทความร้อนเพียงวิธีเดียวหรือหลายวิธีรวมกันก็ได้

3.15.1 การนำความร้อน (Conduction Heat Transfer) การนำความร้อนเป็นวิธีการที่ความร้อนเคลื่อนที่ในตัวกลางเนื่องจากมีความแตกต่างของอุณหภูมิตัวกลางนี้อาจเป็นตัวกลางเดียวกัน หรือตัวกลางต่างชนิดที่อาจอยู่ติดกัน การนำความร้อนเกิดขึ้นในระดับโมเลกุล ความร้อนจะเคลื่อนที่ผ่านโมเลกุลของสสารจากโมเลกุลหนึ่งไปยังโมเลกุลถัดไป

3.15.2 การพาความร้อน (Convection Heat Transfer) เมื่อของไหลสัมผัสกับผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันก็จะมีการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนระหว่างของไหลกับวัตถุ กระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนนี้เรียกว่า การถ่ายเทความร้อนโดยการพา หรือการพาความร้อน การถ่ายเทความร้อนโดยการพา หรือการพาความร้อนนี้ แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การพาความร้อนแบบอิสระ (free convection) แรงที่ทำให้ของไหลเกิดการเคลื่อนไหวของการพาความร้อนแบบอิสระนั้นเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิภายในก้อนของไหลเนื่องมาจากการที่ของไหลสัมผัสกับผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน จนทำให้เกิดแรงลอยตัวขึ้น ตัวอย่างของการพาความร้อนแบบอิสระนี้ ได้แก่ การถ่ายเทความร้อนระหว่างผนังหรือหลังคาบ้านที่เกิดขึ้นในวันที่ไม่มี ลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัด การพาความร้อนภายในกาต้มน้ำที่มีขดลวดให้ความร้อน หรือการถ่ายเทความร้อนจากผิวของตัวเก็บความร้อนที่ได้มาจากดวงอาทิตย์ในช่วงที่ไม่มีลมพัด

2. การพาความร้อนแบบบังคับ (force convection) การพาความร้อนแบบบังคับจะเกิดขึ้นเมื่อมีแรงภายนอกมาบังคับให้ของไหลเคลื่อนที่ผ่านผิววัตถุที่ร้อนกว่าหรือเย็นกว่า เนื่องจากการไหลของการพาความร้อนแบบบังคับมีความเร็วที่สูงกว่าแบบอิสระ ดังนั้นถ้าหากความแตกต่างของอุณหภูมิมีขนาดเท่าๆ กันแล้ว การพาความร้อนแบบบังคับก็จะมีอัตราการพาความร้อนที่สูงกว่า แต่ไม่ว่าจะเป็นพาความร้อนแบบไหนก็ตาม ต่างมีสมการสำหรับหาอัตราการพาความร้อนที่อยู่ในภาพของ กฎการเย็นตัวของนิวตัน *(Newton's law of cooling)*

3.15.3 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation Heat Transfer) การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีต่างไปจากการนำ (conduction) และการพาความร้อน (convection) เพราะไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางการถ่ายเทความร้อนด้วยวิธีนี้มีบทบาทสำคัญในกระบวนการทำแห้งรวมถึงกระบวนการให้ความร้อนและหล่อเย็นในทางอุตสาหกรรม

3.16 ฮีตเตอร์ (Heater) [7]

เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้หลักการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ (ตัวความต้านทาน R) ซึ่งส่งผลให้ลวดตัวนำมีความร้อนเกิดขึ้น โดยแหล่งจ่ายไฟสามารถใช้ได้กับแรงดัน 220VAC และ 380VAC ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานฮีตเตอร์ (Heater) ได้ง่ายและสะดวก เนื่องจากการใช้งานฮีตเตอร์ (Heater) นั้นสามารถเข้าใจหลักการทำงานได้ง่าย ซึ่งในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นิยมหันมาใช้ฮีตเตอร์ (Heater) มากยิ่งขึ้น เนื่องจากราคาถูก และสั่งขนาด ภาพทรง และวัตต์ได้ตามความต้องการ โดยส่วนประกอบส่วนใหญ่ของฮีตเตอร์ (Heater) มีดังนี้

3.16.1 ฉนวนแมกนีเซียมอกไซด์ (MgO) คุณสมบัติมีค่าความนำทางไฟฟ้าต่ำ แต่นำความร้อนได้ดีมาก ซึ่งทำหน้าที่กั้นกลางระหว่างลวดตัวนำฮีตเตอร์ (Heater) กับปลอกโลหะ เพื่อป้องกันไม่ให้มีกระแสรั่ว (Leak Current) จากลวดฮีตเตอร์ออกไปยังผิวโลหะ จุดสำคัญคือห้ามมีความชื้นในฉนวนเด็ดขาด เนื่องจากจะทำให้ค่าความนำไฟฟ้าสูงขึ้น วิธีการแก้ไขคือการนำฮีตเตอร์ (Heater) ไปอบในเตาอบเพื่อไล่ความชื้น

3.16.2 แสตนเลส (Stainless) ที่นำมาใช้ในการผลิตฮีตเตอร์ (Heater) มีอยู่หลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ดังนี้

- Stainless 304: ใช้ในงานที่ต้องการขึ้นภาพเพื่อการตกแต่งให้สวยงาม สามารถป้องกันสนิมได้เป็นอย่างดี

- Stainless 316: ถูกออกแบบให้ป้องกันสนิมได้เป็นอย่างดี สามารถใช้ในงานอุตสาหกรรมหนักและสถานที่ใกล้ทะเลที่มีความเป็นกรด-ด่างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Stainless 430: เป็นแสตนเลสที่ใช้โครเมียมเป็นส่วนประกอบ 100% และมีโอกาสเกิดสนิมน้อยกว่าเบอร์ 300 ซึ่งแสตนเลสแบบนี้นิยมนำมาตกแต่งภายใน

3.16.3 ลวดฮีตเตอร์ (Heater) ซึ่งเรียกว่า ลวด Nikrothal 80 หรือ R80 โดยมรส่วนผสมของนิเกิล 80% และโครเมียม 20% ซึ่งสามารถทนอุณหภูมิสูงสุดได้ถึง 1400 องศาเซลเซียส โดยมีคุณสมบัติเหนียว และทนความร้อนได้สูงถึง 1400 องศาเซลเซียส ฮีตเตอร์ถูกแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ตามลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันดังนี้

- ฮีตเตอร์แท่ง (Cartridge Heater)ใช้ให้ความร้อนกับวัสดุที่เป็นของแข็ง เช่น เหล็ก และโลหะต่างๆ ตัวอย่างการใช้งาน เช่น งานบรรจุหีบห่อ งานขึ้นภาพพลาสติก

- ฮีตเตอร์ครีบ (Finned Heater) และ ฮีตเตอร์ท่อกลมใช้ให้ความร้อนกับอากาศ เช่น ใช้ในห้องอบแห้ง ในเตาอบ

- ฮีตเตอร์จุ่ม (Immersion Heater) หรือบางทีเรียกว่า ฮีตเตอร์ต้มน้ำใช้ให้ความร้อนกับของเหลวทุกชนิด ตัวอย่างการใช้งานเช่น งานต้มน้ำ - ต้มน้ำมัน งานผสมสาร

- บอบบิ้นฮีตเตอร์ (Bobbin Heater)ใช้ให้ความร้อนของเหลวเหมือนฮีตเตอร์จุ่ม

- ฮีตเตอร์อินฟราเรด (Infrared Heater)ใช้ให้ความร้อนกับวัตถุโดยไม่ต้องสัมผัสโดยตรง ไม่เหมาะกับวัตถุที่มีลักษณะมันวาวเนื่องจากวัตถุมันวาวจะมีคุณสมบัติสะท้อนแสง ทำให้ไม่สามารถดูดซับแสงอินฟราเรดได้อย่างเต็มที่ใช้ติดตั้งในเตาอบ หรือ เหนือคอนเวย์เยอร์ได้

- ฮีตเตอร์รัดท่อ (Band Heater) ใช้ให้ความร้อนกับของเหลวที่อยู่ในท่อหรือถังภาพทรงกระบอกโดยรัดจากด้านนอก

- ฮีตเตอร์แผ่น (Strip Heater)ใช้ให้ความร้อนโดยแนบกับวัตถุโดยตรงสามารถออกแบบให้เป็นภาพทรงใดๆก็ได้

สมการคำนวณขนาดของขดลวดความร้อน (Heater)

$$\dot{Q} = \dot{m} c_p \Delta T \tag{3.5}$$

สมการคำนวณหาอัตราการไหลเชิงมวล(m)

$$\dot{m} = \rho v A \tag{3.6}$$

$$T_f = \frac{T_w + T_\infty}{2} \tag{3.7}$$

$\dot{Q}$ = อัตราการถ่ายเทความร้อน (วัตต์)

$\dot{m}$ = อัตราการไหลเชิงมวล (กิโลกรัมต่อวินาที)

ΔT = ผลต่างอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

ρ = ค่าความหนาแน่นของอากาศ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

c_p = ค่าความจุความร้อนจำเพาะ (กิโลจูลต่อกิโลกรัม องศาเซลเซียส)

T_f = อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T_w= อุณหภูมิเริ่มต้นของอากาศ (องศาเซลเซียส)

T_∞= อุณหภูมิภายนอก (องศาเซลเซียส)

ตัวอย่างการคำนวณ

$$T_f = \frac{85+27}{2}$$

$$\therefore \quad T_f = 56\ ^\circ C$$

$$\dot{m} = \rho v A$$

$$= (1.067)(18.4)\left(\frac{\pi}{4}0.0635^2\right)$$

$$\dot{m} = 0.06217\ kg/s$$

แทนค่า

$$Q = (0.06217)(1.009)(85-27)$$

$$= 3.6383\ kJ/s$$

$$Q = 3638.3\ W$$

ขนาดของขดลวดความร้อนที่ต้องใช้มีขนาดเท่ากับ 5 kW

3.17 ลูกกรงฟาราเดย์ [7]

ลูกกรงฟาราเดย์ ลูกกรงทำด้วยสารตัวนำไฟฟ้ามีไว้เพื่อป้องกันไม่ให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหลุดลอดออกมาภายนอกได้ เนื่องจากช่องของตาข่ายลูกกรงนี้มีขนาดความกว้างของช่องเล็กกว่าความยาวคลื่นไมโครเวฟ คลื่นจึงไม่สามารถลอดผ่านออกมาและไม่สามารถเจาะทะลุทะลวงผ่าน โดยได้มีการกำหนดค่าขีดจำกัดความปลอดภัยของระดับความเข้มของกำลังงานการรั่วไหลของไมโครเวฟ คือ ไม่ควรเกิน 1 mW/cm^2 และต้องไม่เกิน 5 mW/cm^2 โดยวัดที่ระยะห่าง 5 เซนติเมตรจากผิวนอกของเตาอบไมโครเวฟ

ภาพที่ 3.15 เครื่องตรวจจับการรั่วไหลของคลื่นไมโครเวฟ (Microwave Leakage Detector)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.18 สายพานลำเลียง [7]

สายพานลำเลียงเป็นสายพานที่เคลื่อนที่ต่อเนื่องตลอดเวลาใช้งานโดยปลายทั้งสองข้างของสายพานจะต่อชนเข้าด้วยกัน ใช้สำหรับขนถ่ายวัสดุทั้งในแนวราบและแนวลาดเอียง (ขึ้นและลง) ตัวอย่างการจัดวางสายพานลำเลียง ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วนได้แก่

1. สายพาน (Belt) เป็นส่วนรองรับวัสดุขนถ่ายและทำให้วัสดุขนถ่ายที่อยู่บนสายพานนั้นเคลื่อนที่ตามสายพานไปด้วย

2. ลูกกลิ้ง (Idlers) เป็นตัวรองรับสายพานอีกทีหนึ่ง ลูกกลิ้งนี้จะมี 2 ชนิด คือ

2.1 ลูกกลิ้งด้านลำเลียงวัสดุ (Carrying Idlers)

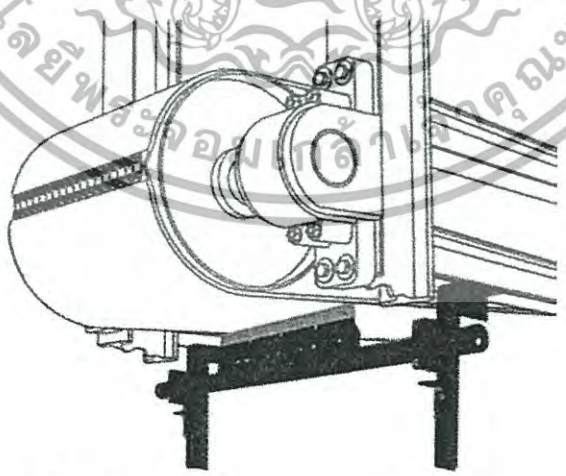
2.2 ลูกกลิ้งด้านสายพานกลับ (Return Idlers)

3. ล้อสายพาน (Pulleys) เป็นตัวรองรับ ขับสายพานและควบคุมแรงดึงในสายพาน

4. ชุดขับ (Drive) เป็นตัวส่งกำลังขับให้กับล้อสายพานเพื่อขับสายพานและวัสดุขนถ่ายให้เคลื่อนที่

5. โครงสร้าง (Structure) เป็นส่วนรองรับและรักษาแนวของลูกกลิ้ง (Idlers) และล้อสายพาน (Pulleys) และรองรับเครื่องขับสายพาน นอกจากส่วนประกอบหลักๆของระบบสายพานลำเลียงดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีอุปกรณ์ช่วยอีกได้แก่

- อุปกรณ์ปรับความตึงสายพาน (Belt take - ups) ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบใช้คนปรับ
- อุปกรณ์ทำความสะอาด
- ชุดป้องกันสายพานเสียหายใต้รางป้อนวัสดุ (Tramp - Iron Protection)
- ตัวส่งวัสดุออก (Trippers) และเครื่องกวาด (Plows)
- ระบบป้องกันสภาพอากาศ (Weather Protection)



ภาพที่ 3.16 แสดงลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.19 การใช้งานและข้อจำกัด [7]

สายพานลำเลียงจะมีประโยชน์ในการขนถ่ายวัสดุประเภทผง (Pulverized) เมล็ด(Granular) และวัสดุก้อน (Lumpy)ก็ต่อเมื่อปริมาณวัสดุขนถ่ายมีมากพอถึงจุดคุ้มทุนและเส้นทางในการขนถ่ายอยู่ในแนวระนาบหรือลาดเอียง (ขึ้นและลง)ข้อจำกัดของสายพานลำเลียง ได้แก่

- อุณหภูมิต้องไม่สูงนักจนทำให้สายพานไหม้
- ความลาดเอียงต้องไม่ชันเกินไปจนทำให้วัสดุเลื่อนไหลลง
- ระยะทางของจุดศูนย์กลาง (Center's Distance) จะต้องอยู่ภายในช่วงยืดตัวของสายพานที่ใช้

การคิดค้นดัดแปลงสายพานลำเลียงเพื่อใช้สำหรับวัตถุประสงค์พิเศษและการนำสายพานลำเลียงเข้าใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นจะทำให้สายพานลำเลียงมีประโยชน์กว้างขวางขึ้นซึ่งเห็นได้ชัดในงานอุตสาหกรรมก่อสร้างและอุตสาหกรรมเหมือง หากการออกแบบถูกต้องเหมาะสมและพิจารณาข้อจำกัดแล้วการวางตัวของวัสดุอย่างเหมาะสมบนสายพานลำเลียงจะแตกต่างกันน้อยมากไม่ว่าจะเป็นสายพานลำเลียงในแนวราบแนวเอียงขึ้น ลาดลงหรือแบบผสม ที่จุดส่งวัสดุออก วัสดุจะต้องถูกส่งลงบนอุปกรณ์ลำเลียงชนิดอื่นถูกส่งเข้าไปยังอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตบางประเภทหรือถูกส่งเข้าสถานที่เก็บรักษาอย่างเหมาะสม

การออกแบบส่วนประกอบและการจัดวางของสายพานลำเลียงมีหลักการปฏิบัติที่ค่อนข้างแน่นอน อย่างไรก็ตามการออกแบบการป้อนวัสดุ การส่งวัสดุออกและการเปลี่ยนการทำงานที่จะประสบความสำเร็จได้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ความช่างสังเกตและความช่างคิดประดิษฐ์ของผู้ออกแบบถ้าจะให้สายพานลำเลียงทำงานอย่างมีประสิทธิภาพแล้วจะต้องให้ตำแหน่งรับน้ำหนักบรรทุกอยู่ที่กลางสายพานและในอัตราที่สม่ำเสมอซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในภายหลังเพื่อให้การลำเลียงมีภาพแบบที่ถูกต้องจึงต้องมีเครื่องป้อนวัสดุและการจัดวางเครื่องป้อนวัสดุหลายๆชนิด โดยส่วนใหญ่แล้วระบบสายพานลำเลียงจะมีจุดรับวัสดุตายตัว ซึ่งจะรับวัสดุมาจากอุปกรณ์ขนถ่ายชนิดอื่นเช่นรถบรรทุก (Trucks) หรือรถไฟ (Trains) อุปกรณ์เหล่านี้จะเป็นตัวเชื่อมต่อการขนส่งระหว่างแหล่งวัสดุกับระบบสายพานลำเลียง เมื่อการส่งวัสดุไปยังสายพานลำเลียงเป็นแบบไม่ต่อเนื่องจึงจำเป็นที่จะต้องจัดหาถังเก็บ (Surge hopper) และเครื่องป้อนวัสดุบางชนิดไว้เพื่อให้การส่งวัสดุไปยังสายพานลำเลียงเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีอัตราความเร็วสม่ำเสมอ ปัญหาที่ยากที่สุดสำหรับผู้ออกแบบระบบสายพานลำเลียงมักประสบ คือ การออกแบบจุดส่งถ่าย (Transferpoints) ที่เหมาะสมในการออกแบบสายพานควรคำนึงถึงระยะการให้ตัว การยืดหยุ่น เนื่องจากแรงที่ไปขับสายพาน จะทำให้สายพานเกิดการกระชาก ที่สำคัญสายพานควรมีความแข็งแรงพอที่จะขับเคลื่อนให้สายมารถหมุน หรือลำเลียงวัตถุดิบและสิ่งของต่างๆได้

3.20 ความกว้างสายพานและความเร็วสายพาน [7]

ความกว้างของสายพานโดยทั่วไปจะมีหน่วยเป็นนิ้วหรือมิลลิเมตรความกว้างของสายพานลำเลียงที่ผลิตในสหรัฐอเมริกาและแคนาดามีขนาด 14, 16, 18, 20, 24, 30, 36, 42, 54, 60, 72, 84,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96 และ 108 นิ้ว ในยุโรปความกว้างสายพานตามมาตรฐาน (DIN 22107) มีดังนี้ 400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400, 2600, 2800 และ 3000 มิลลิเมตร โดยทั่วไปสำหรับความเร็วที่กำหนดค่าหนึ่งความกว้างสายพานเพิ่ม จะทำให้อัตราขนถ่ายเพิ่มขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามความกว้างสายพานอาจจะขึ้นอยู่กับขนาดของวัสดุขนถ่ายสายพานจะต้องกว้างพอที่จะลำเลียงทั้งวัสดุก้อนและวัสดุผงได้ โดยวัสดุจะไม่อยู่ใกล้ขอบสายพานจนเกินไปโดยเฉพาะขนาดด้านในของรางป้อนวัสดุ (Loading Chutes) และระยะระหว่างแผ่นกั้น (Skirtboards) ต้องมากพอที่วัสดุขนาดต่างๆจะผ่านไปได้ ขนาดวัสดุมีผลต่อรายละเอียดของสายพาน และการเลือกลูกกลิ้งด้านลำเลียงวัสดุ (Carrying Idlers) เช่นเดียวกับความกับความสัมพันธ์ระหว่างขนาดวัสดุกับความกว้างสายพาน

คำแนะนำขนาดวัสดุใหญ่สำหรับความกว้างสายพานมีความเร็วสายพานที่เหมาะสมกับความกว้างสายพาน

- วัสดุก้อน 10 เปอร์เซนต์และวัสดุผง 90 เปอร์เซนต์ขนาดวัสดุใหญ่สุดคือ 1 ต่อ 3 ของความกว้างสายพาน (B/3)

- วัสดุก้อนทั้งหมดไม่มีวัสดุผง ขนาดวัสดุใหญ่สุดคือ 1 ต่อ 5 ของความกว้างสายพาน (B/5)

ความเร็วของสายพานลำเลียงที่เหมาะสมส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุที่จะขนถ่ายอัตราขนถ่ายที่ต้องการ และแรงดึงในสายพาน วัสดุที่เป็นผงควรขนถ่ายด้วยความเร็วต่ำเพื่อให้ฟุ้งน้อยที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งจุดป้อนวัสดุและจุดปล่อยวัสดุวัสดุเปราะก็ต้องจำกัดความเร็วด้วยเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายที่จุดป้อนวัสดุและจุดปลอยวัสดุขณะที่สายพานวัสดุกำลังเคลื่อนที่อยู่เหนือลูกกลิ้งสายพาน วัสดุหนักและคมควรใช้ความเร็วสายพานพอประมาณเนื่องจากขอบคมจะทำให้ผิวของสายพานสึกหรอมากเกินไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าความเร็วของการป้อนวัสดุในทิศทางเคลื่อนที่ของสายพานต่ำกว่าความเร็วของสายพานความเร็วที่ใช้กันทั่วไปของสายพานลำเลียง

ภายใต้สภาพการรับและเคลื่อนย้ายวัสดุสำหรับสายพานแอ่งที่กว้างกว่า 36นิ้วหรือ 900 มิลลิเมตร ใช้ความเร็วมากกว่า 1000 ฟุตต่อนาที (5.1 เมตรต่อวินาที) (แม้ว่าอายุการใช้งานของยางหุ้มสายพานจะลดลง) สำหรับวัสดุผงทรายเปียกถ่านหินดินก้อนไม่ใหญ่นัก และหินบดกำลังที่ใช้ในการขับสายพานและน้ำหนักบรรทุกเป็นอีกส่วนหนึ่งที่จะต้องพิจารณาที่น้ำหนักบรรทุกที่ยอมได้ (ตันต่อชั่วโมง TPH) กำลังที่ใช้ขับสายพานขณะบรรทุกจะมากกว่ากำลังที่ใช้ขับสายพานเปล่ามากส่วนการเพิ่มความเร็วสายพานเล็กน้อยจะมีผลในการเพิ่มกำลังขับเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

3.21 การกำหนดแรงดึงสายพาน และกำลังม้า [7]

มหาวิทยาลัยและบริษัทต่างๆทั่วโลกได้พัฒนาสมการสำหรับการคำนวณแรงดึงสายพานโดยกำหนดเป็นฟังก์ชั่นของน้ำหนักบรรทุก ความเร็ว ความยาว เป็นต้น บางสมการได้ใช้เป็นมาตรฐานแล้ว ได้แก่ DIN # 22101 ของเยอรมัน และ CEMA ของอเมริกา ซึ่งต่างก็มีข้อดีข้อเสียอยู่ในตัวและการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกใช้จะขึ้นอยู่กับความต้องการของท้องถิ่นนั้นหรือการระบุมาตรฐาน อย่างไรก็ตามสมการดังกล่าวทั้งหมด ประกอบด้วยกำลัง 4 อย่างรวมกัน คือ

- กำลังที่ใช้ขับสายพานเปล่าให้เคลื่อนที่โดยเอาชนะความเสียดทานขณะไม่มีภาระ
- กำลังที่ใช้ขับสายพานขณะบรรทุกให้เคลื่อนที่โดยเอาชนะความเสียดทานขณะบรรทุก
- กำลังขณะเพิ่มหรือลดน้ำหนักบรรทุก
- ความเสียดทานจากอุปกรณ์สนับสนุน เช่นแผ่นกั้น (Skirts) คราด (Scrapers) Trippers เป็นต้น

สมการทั้งหมดยังรวมแฟคเตอร์ความเสียดทานสำหรับหมุนลูกกลิ้งและการแอ่นตัวของสายพานต่อน้ำหนักบรรทุก ซึ่งค่าดังกล่าวยังมีความเห็นแตกต่างกันว่าควรจะเป็นค่าคงที่หรือฟังก์ชั่นของความเร็วสายพานการรับน้ำหนักบรรทุก หรือความยาวสายพาน

สมการกำลังของ CEMA

$$BeltHP = \{L[k_t + (K_x + K_y W_b + 0.015 W_b)] + K_x L W_m + H W_m\} \times \frac{S}{33000} \qquad (3.8)$$

เมื่อ

L = ความยาว (ฟุต)

H = ระยะยกของสายพาน (ฟุต)

W_b= น้ำหนักของสายพาน (ปอนด์ต่อความยาวสายพาน 1 ฟุต)

W_m= น้ำหนักของวัสดุขนถ่าย (ปอนด์ต่อความยาวสายพาน 1 ฟุต)

S = ความเร็วสายพาน (ฟุตต่อนาที)

K_t = แฟคเตอร์อุณหภูมิ (ไม่มีหน่วย)

K_x = แฟคเตอร์ความต้านทานการหมุนลูกกล

K_y = แฟคเตอร์ความต้านทานการเคลื่อนที่ของสายพานและวัสดุ (ไม่มีหน่วย)

CEMA ได้จัดทำแผนภูมิและตารางค่าแฟคเตอร์K_t, K_xและ K_yไว้ในหนังสือ Belt Conveyors for Bulk Materials

สมการกำลังม้าของสายพาน (Belt Horsepower) ตามมาตรฐาน DIN 22101 คือ

$$N = \frac{CfL}{270}\left(3.6 G_m V + Q_\tau\right) + \left(-\frac{Q_\tau H}{270}\right) \text{ หน่วย กำลังม้าเมตริก (PS)} \qquad (3.9)$$

เมื่อ

C= แฟคเตอร์ที่ขึ้นอยู่กับความยาวสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f = ค่าความเสียดทานลูกกลิ้ง

L= ความยาวสายพาน (เมตร)

G_m= น้ำหนักสายพานทั้งหมดบวกน้ำหนักลูกกลิ้งทั้งหมด (กิโลกรัมต่อสายพาน1 เมตร)

V = ความเร็วสายพาน (เมตรต่อวินาที)

Q_t = ปริมาณขนถ่าย (ตันต่อชั่วโมง)

H = ระยะยกของสายพาน (เมตร)

โดย $C = \frac{L + L_0}{L}$ สมการของ DIN จะคล้ายกับสมการ Goodyear

$$BeltHP = \frac{f(L + L_0)}{270} \times (3.6G_m V + Q_\tau) + \left(-\frac{Q_\tau H}{270}\right) \text{หน่วยเมตริก} \qquad (3.10)$$

$$BeltHP = \frac{f(L + L_0)}{990} \times (0.03G_m V + Q_\tau) + \left(-\frac{Q_\tau H}{990}\right) \text{หน่วยอังกฤษ} \qquad (3.11)$$

L_oเป็นค่าแฟคเตอร์ความยาวเทียบเท่าหน่วยฟุตซึ่งได้รวมความเสียดทานคงที่ของล้อสายพานไว้ด้วยแล้ว เนื่องจากไม่สามารถนำตารางและกราฟ สำหรับค่าแฟคเตอร์ความเสียดทานต่างๆที่ใช้ในการแก้สมการกำลังของ CEMA และ DIN นำมาบรรจุไว้ในที่นี้ได้ แต่จะพิจารณาการหากำลังม้าสายพานและแรงดึงสายพานโดยใช้วิธีของ Goodyear Handbook of Conveyor and Elevator Belting ซึ่งใช้ตารางข้อมูลน้อยกว่ามากผู้ผลิตสายพานลำเลียงจำนวนมาก จะใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้สมการแรงดึงและสมการกำลังขับเพื่อลดความยุ่งยากในการคำนวณสำหรับวิศวกรสนามจำเป็นต้องมีการคำนวณหาแรงดึงสายพานอย่างคร่าวๆดังนั้น Goodyear จึงได้พัฒนาวิธีพลอตกราฟหาแรงดึงตามความยาวของสายพานขึ้น ซึ่งจะได้กล่าวถึงสมการของ Goodyear โดยละเอียดต่อไปนี้

สมการ Goodyear

$$\text{กำลังม้า} = \frac{T_E \times S}{33000} + Accessories \qquad (3.12)$$

เมื่อ

T_E= แรงดึงใช้งานหรือแรงดึงสายพานที่ล้อสายพานขับ (ปอนด์)

C = แฟคเตอร์ความเสียดทาน

= ความยาวสายพานลำเลียง(ฟุต) (คิดความยาวระหว่าง จุดศูนย์กลางของล้อสายพาน)

= ความยาวเทียบเท่า (ฟุต)

= แฟคเตอร์น้ำหนัก(ปอนด์ต่อระยะขนถ่าย 1 ฟุต) แสดงถึงน้ำหนักของส่วนที่เคลื่อนที่ของสายพานลำเลียง

= อัตราขนถ่าย(Short Tons ต่อชั่วโมง หรือ 2000 ปอนด์ต่อชั่วโมง)

= ความเร็วสายพาน(ฟุตต่อนาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

H = ระยะยกขึ้นของการลำเลียง(ฟุต)

$\frac{100T}{3:S}$ = น้ำหนักของวัตถุที่บรรทุกอยู่บนสายพาน (ปอนด์ต่อฟุต)

สำหรับหน่วยเมตริก

T = ตันต่อชั่วโมง

Q = กิโลกรัมต่อเมตร

H, L= เมตร

S = เมตรต่อวินาที

T_E= กิโลกรัม

ดังนั้น สมการของ Goodyear จึงกลายเป็น

$$T_E = C(L + L_0)\left(Q + \frac{T}{3.6S}\right) + \left(-\frac{T}{3.6S}\right) \tag{3.13}$$

$$N(HP) = \frac{T_E \times S}{75} + Accessories$$

3.22 ค่าต่างๆสำหรับแฟคเตอร์น้ำหนักและน้ำหนักสายพาน [7]

ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสายพาน (B_w) และแฟคเตอร์น้ำหนัก (Q) สำหรับความกว้างสายพานแบบชั้น (Ply – Type) ขนาดต่างๆดังตารางที่ ก.2แสดงค่าเฉลี่ยสำหรับสายพานแบบชั้น ดังนั้นค่าเหล่านี้จึงไม่ควรนำไปใช้กับสายพานแบบลวดเหล็ก (Steel Cable) เนื่องจากทั้งค่า (B_w) และ Q โดยทั่วไปจะสูงกว่ามาก การคำนวณหาค่า Q ที่ถูกต้องจะต้องได้รับการพิจารณาก่อนเสมอในทุกๆกรณีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีต่อไปนี้

- ระดับของอุปกรณ์ขนถ่ายที่ซึ่งทำให้แรงดึงสายพานและกำลังม้าที่เกิดขึ้นในช่วงแรกเนื่องจากความเสียดทาน
- ความกว้างสายพานที่ทำให้ค่าประมาณของ Q และ B_w เปลี่ยนแปลงไปจากค่าที่แท้จริงมาก
- ในกรณีที่น้ำหนักจริงของสายพานที่เลือกใช้แตกต่างจากน้ำหนักเฉลี่ยข้างต้นเกินกว่า 20 % ให้เปลี่ยนค่า Q และคำนวณค่าแรงดึงสายพานใหม่
- อุปกรณ์ขนถ่ายที่ใช้สายพานลวดเหล็ก (Steel Cable)

ค่า Q สามารถคำนวณค่าสำหรับใช้กับสายพานและลูกกลิ้งได้ดังนี้

$$Q = 2B_w + \left(\frac{W_1}{I_1}\right) + \left(\frac{W_2}{I_2}\right) \tag{3.14}$$

เมื่อ

Q_s = แฟคเตอร์น้ำหนัก (ปอนด์ต่อฟุต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B_w= น้ำหนักสายพาน (ปอนด์ต่อฟุต)

W_1W_2= น้ำหนักของชิ้นส่วนที่หมุนของลูกกลิ้งลำเลียงและลูกกลิ้งด้านกลับ (ปอนด์)

I_1,I_2 = ระยะห่างของลูกกลิ้งลำเลียงและลูกกลิ้งด้านกลับแต่ละชุด (ฟุต)

3.23 ความชื้นในวัสดุ [7]

ความชื้น คือปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุปริมาณความชื้นในวัสดุ สามารถแสดงได้ 2 แบบคือ

3.23.1 ความชื้นมาตรฐานเปียกM_{wb}โดยทั่วไปปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุอบแห้งจะนิยมในภาพของอัตราส่วนของน้ำต่อมวลทั้งหมดนั่นคือใช้มวลของวัสดุชื้นเป็นมาตรฐานของการคำนวณหาค่าความชื้นซึ่งเป็นการหาความชื้นมาตรฐานเปียก

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียก} = \frac{\text{น้ำหนักวัสดุก่อนอบ} - \text{น้ำหนักวัสดุหลังอบ}}{\text{น้ำหนักวัสดุก่อนอบ}} \times 100 \qquad (3.15)$$

3.23.2 ความชื้นมาตรฐานแห้งM_{db} ความชื้นมาตรฐานแห้งคือมวลของความชื้นในวัสดุต่อหน่วยมวลของเนื้อวัสดุแห้งในกระบวนการอบแห้งมวลของวัสดุชื้นจะเปลี่ยนค่าอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงเป็นการสะดวกกว่าที่จะใช้มวลของวัสดุแห้งเป็นมาตรมาตรฐานในการคำนวณหาความชื้นมาตรฐานแห้ง ความชื้นในมาตรฐานเปียกจะมีค่าไม่เกินร้อยเปอร์เซ็นต์เสมอนิยมใช้กันทั่วไปทางการเกษตรและวงการค้าแต่ความชื้นแบบมาตรฐานแห้งอาจจะมีค่าเกินร้อยเปอร์เซ็นต์ได้นิยมใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้งในทางทฤษฎี

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง} = \frac{\text{น้ำหนักวัสดุก่อนอบ} - \text{น้ำหนักวัสดุหลังอบ}}{\text{น้ำหนักวัสดุหลังอบ}} \times 100 \qquad (3.16)$$

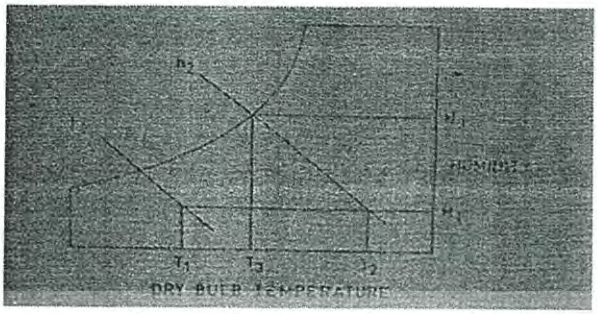
3.24 กระบวนการอบแห้ง [11]

โดยทั่วการอบแห้งใช้หลักการทำให้เกิดลมร้อนและนำไปผ่านเมล็ดพืชหรือวัสดุที่ต้องการจะอบแห้ง เพื่อให้วัสดุนั้นร้อนขั้นจนกระทั่งเกิดการระเหยน้ำ ปริมาณความร้อน (sensible heat) ที่ทำให้วัสดุร้อนขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณความร้อนแฝงที่ต้องใช้ระเหยน้ำน้ำแล้วมีค่าน้อยมากและอาจไม่นำมาคิดถ้าให้การสูญเสียความร้อนระหว่างขณะอบแห้งเนื่องจากหานำความร้อนและการแผ่รังสีน้อยมากและไม่นำมาคิดเช่นกัน อาจถือได้ว่าขบวนการอบแห้งเป็นขบวนการอะเดียมาติก(Adiabatic process)

ความร้อนสัมผัส (Sensible Heating) และขบวนการอบแห้งแบบอะเดียบาติกสำหรับเมล็ดพืชหรือวัสดุชื้นแสดงในภาพที่ 3.17 อากาศถูกทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นจาก T_1 ถึง T_2 และเอนเทลปีเพื่อขึ้น h_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น h_2 ขณะการอบแห้งดำเนินอยู่อุณหภูมิลมจาก T_2 ตกลงมา T_1 เมื่ออากาศออกจากเครื่องอบและอัตราส่วนความชื้นจาก H_1 เป็น H_2



ภาพที่ 3.17 แผนภูมิความร้อนสัมผัสของลมและขบวนการอบแห้งแบบอะเดียบาติก

ปริมาณความร้อนที่ต้องใช้สำหรับอัตราการไหลของลม m_a

$$Q = m_a(h_2 h_1) \tag{3.17}$$

เมื่อ

m_a = อัตราการไหลมวลอากาศแห้ง Kg/sec

h_1 = เอนเทลปีอากาศเข้าที่สภาวะ 1 KJ/$Kg_{dry\ air}$

h_2 = เอนเทลปีอากาศเข้าที่สภาวะ 2 KJ/$Kg_{dry\ air}$

อัตราความชื้นที่กำจัดออกจากเมล็ดพืช หรือวัสดุ

$$\frac{dW}{dt} = m_a(H_2 - H_1) \tag{3.18}$$

เมื่อ

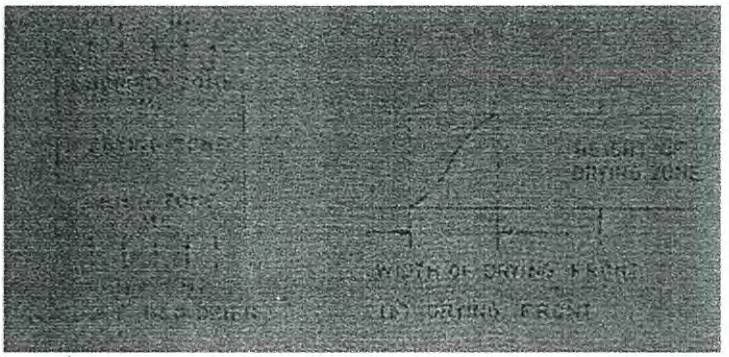
dW/dt = อัตราการระเหยน้ำ Kg/sec

H_1 = อัตราส่วนความชื้นอากาศเข้าหรือสภาวะที่ 1 Kg_{water}/ $Kg_{dry\ air}$

H_2 = อัตราส่วนความชื้นอากาศเข้าหรือสภาวะที่ 2 Kg_{water}/ $Kg_{dry\ air}$

เมื่อการอบแห้งเมล็ดพืชเป็นแบบถังลึก (Deep Bed) ขณะที่การอบแห้งยังดำเนินอยู่จะมีส่วนที่เมล็ดพืชแบ่งออกได้ 3 ส่วนตามความลึกคือ ส่วนที่แห้งแล้ว (dried zone) ส่วนที่กำลังอบแห้ง (drying zone) และส่วนที่ยังไม่ได้อบ (untried zone) ดูภาพที่ 3.18 โดยแนวเส้นแบ่งเขตการอบแห้ง (drying front) จะค่อยเคลื่อนขึ้นข้างบนจนกระทั่งเมล็ดพืชถูกอบแห้งจนหมด ดังภาพที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.18 ขอบเขตการอบแห้งและแนวเส้นการอบแห้งในถังลึก

พิจารณาลมร้อนใช้อบแห้ง อุณหภูมิ T_1อัตราส่วนความชื้น H_1เมล็ดพืชความชื้นเริ่มต้น M_1 และลมที่ออกจากเครื่องมีอุณหภูมิ T_1อัตราส่วนความชื้น H_1 และอยู่ในสภาวะไอน้ำอิ่มตัวความเร็วลมที่ใช้อบแห้งเป็น V_u m/s อัตราการเคลื่อนของแนวเส้นการอบแห้งเป็น V_u m/sec

สมดุลย์มวล

$$p_a A m_a (H_f - H_i) = p_d A w (M_f - M_i) \tag{3.19}$$

$$w = m_a [\frac{p_a}{p_d}] \frac{(H_f - H_i)}{(M_f - M_i)} \tag{3.20}$$

เมื่อ

dW/dt = อัตราการระเหยน้ำ Kg/sec

P_a = ความหนาแน่นอากาศชื้น Kg/m^3

P_d = ความหนาแน่นอากาศชื้น Kg/m^3

H_f = อัตราส่วนความชื้นอากาศอิ่มตัว $Kg_{water}/Kg_{dry\ air}$

w = อัตราการเคลื่อนขอบเขตความชื้น m/sec

M_f = ความชื้นที่ออก ทศนิยมหรือ %

M_i = ความชื้นที่เข้า ทศนิยมหรือ %

การอบแห้งแบบย้อนกลับ (Drying with Recalculation)

ในการประหยัดพลังงานการนำลมร้อนบางส่วนออกจากเครื่องอบซึ่งยังมีอุณหภูมิสูงอยู่ย้อนกลับมาใช้อีก สมบัติให้อัตราส่วนของลมที่นำกลับมาใช้ต่อมวลของกลมที่ใช้อบแห้งเป็น r สมดุลย์มวล

$$H_B = rH_D + (1-r)H_A \tag{3.21}$$

$$r = \frac{H_B - H_A}{H_D - H_A} = \frac{H_D - H_B}{H_D - H_A} \tag{3.22}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ

H_B = อัตราส่วนความชื้นอากาศที่สภาวะ B $Kg_{water}/ Kg_{dry\ air}$

H_D = อัตราส่วนความชื้นอากาศที่สภาวะ D $Kg_{water}/ Kg_{dry\ air}$

H_A = อัตราส่วนความชื้นอากาศที่สภาวะ A $Kg_{water}/ Kg_{dry\ air}$

r = อัตราส่วนการไหลย้อนกลับ

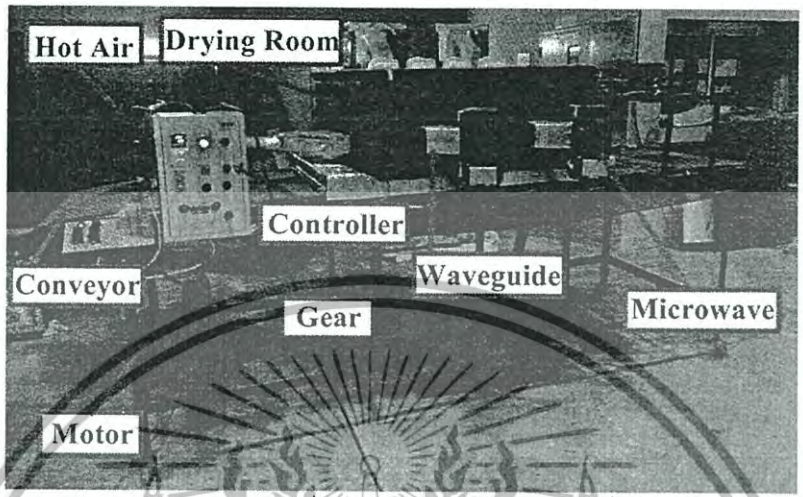
พิจารณาอัตราส่วนย้อนกลับ r ถ้า r เพิ่มขึ้นการเปลี่ยนแปลง H_D- H_B จะน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับ H_D- H_A มีผลให้การนำความชื้นออกจากวัสดุลดลง แต่เมื่อพิจารณาปริมาณความร้อนที่ต้องใช้จะน้อยกว่าการใช้อากาศทั่วไป

ภาพที่ 3.19 แสดงสภาวะของลมที่ถูกนำย้อนกลับมาผสมกับลมภายนอก จุด A เป็นสภาวะของลมภายนอก B เป็นจุดที่ลมภายนอกและที่ย้อนกลับถูกผสม C ลมถูกทำให้ร้อนเพื่อใช้ในการอบแห้ง D เป็นจุดที่ลมออกจากเครื่องอบและบางส่วนถูกย้อนกลับไปผสมระยะ AB/BD = r/(1-r) และ AB/AD = r

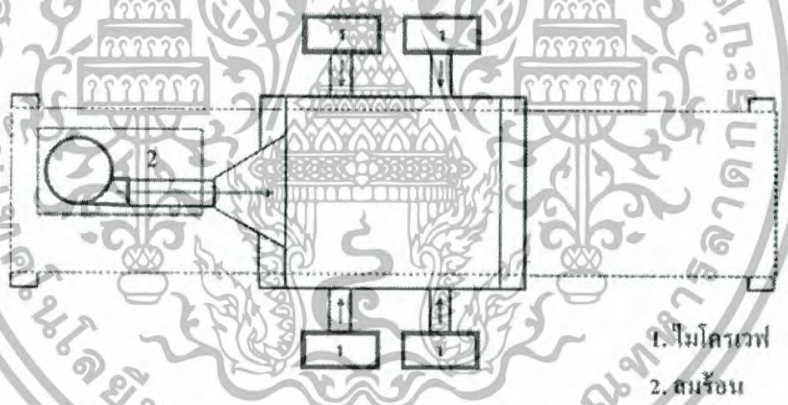
ภาพที่ 3.19 สภาวะของลมเมื่อผ่านขบวนการอบแห้งแบบย้อนกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน



ภาพที่ 4.1 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องอบเมล็ดในปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน



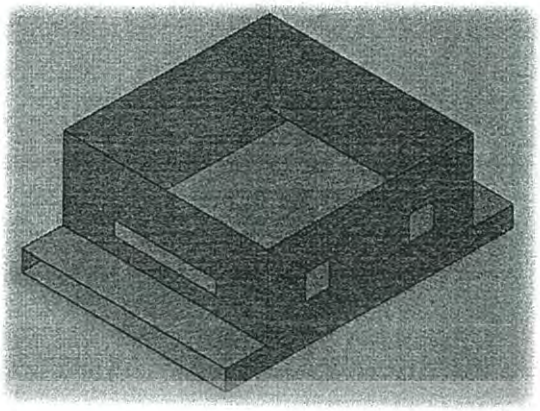
ภาพที่ 4.2 แผนภาพของเครื่องอบเมล็ดในปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

4.1 การออกแบบ

4.1.1 ห้องอบไมโครเวฟ

ออกแบบห้องอบไมโครเวฟเป็นห้องสี่เหลี่ยมขนาด 50 × 100 × 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำจาก สแตนเลสชนิด 316 หนา 1 มิลลิเมตร โดยต้องเจาะช่องสี่เหลี่ยมขนาด 12 × 12 เซนติเมตร ที่ด้านข้าง 2 ช่อง และฝา 2 ช่อง เพื่อติดตั้งเครื่องไมโครเวฟ โดยทางเข้าออกห้องอบมีความสูง 10 เซนติเมตร ดังภาพที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ห้องอบไมโครเวฟ

4.1.2 ไมโครเวฟ

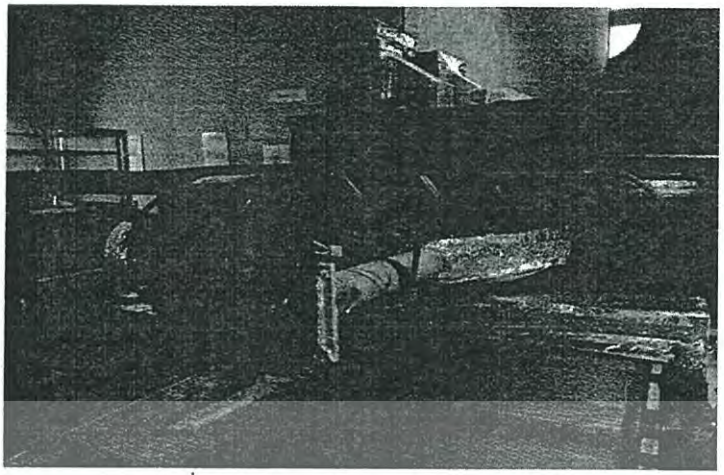
ใช้เครื่องไมโครเวฟ ยี่ห้อ SAMSUNG SAMSUNG รุ่น MS28H512BK ความถี่ 2450 MHz จำนวน 2 เครื่องและรุ่น ME109MSTD ความถี่ 2450 MHz จำนวน 2 โดยติดตั้งไมโครเวฟด้านข้าง 2 เครื่อง และด้านบน 2 เครื่อง เพื่อให้คลื่นกระจายได้ทั่วถึง โดยออกแบบ Waveguide เพื่อใช้เป็นท่อนำคลื่นระหว่างเครื่องไมโครเวฟเข้าสู่ห้องอบไมโครเวฟ ดังภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 ตำแหน่งการวางไมโครเวฟและWaveguide

4.1.3 ชุดเป่าลมร้อน

ชุดเป่าลมร้อน ใช้ Heater ขนาด 5000W ติดตั้งในท่อขนาด 2.5 นิ้ว ต่อกับโบลเวอร์ ยี่ห้อ MANDA MDYA-80 ปลายท่อเป็นทรงพีรมิดสี่เหลี่ยมทำจากแผ่นสแตนเลสหนา 1 มิลลิเมตร เพื่อให้กระจายความร้อนทั่วตู้อบ ดังภาพที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



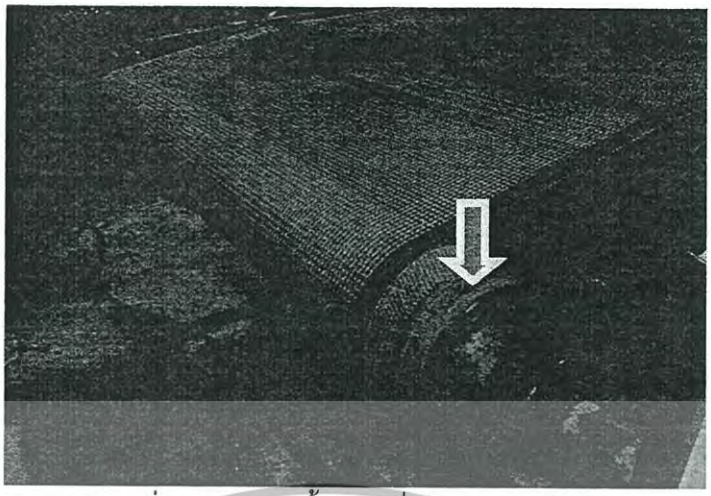
ภาพที่ 4.5 ตำแหน่งการวางชุดเป่าลมร้อน

4.1.4 สายพานลำเลียง

สายพานลำเลียงจะเป็นตัวลำเลียงเมล็ดปาล์ม เข้าสู่ห้องอบ โดยสายพานลำเลียงที่ใช้ทำจากเทปล่อน (Telflon Belts) มีขนาดหน้ากว้าง 800x7.5 เมตร ซึ่งสามารถนำเข้าอบไมโครเวฟได้ ทนความร้อนและทนน้ำมันจากเมล็ดปาล์มได้เป็นอย่างดี โดยชุดลูกกลิ้งขับเคลื่อนสายพานลำเลียงมีขนาดพื้นที่หน้าตัด 4 นิ้ว เพลาลูกกลิ้งที่เชื่อมต่อกับตลับลูกปืนมีขนาด 32 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 4.6 และภาพที่ 4.7

ภาพที่ 4.6 สายพานลำเลียง

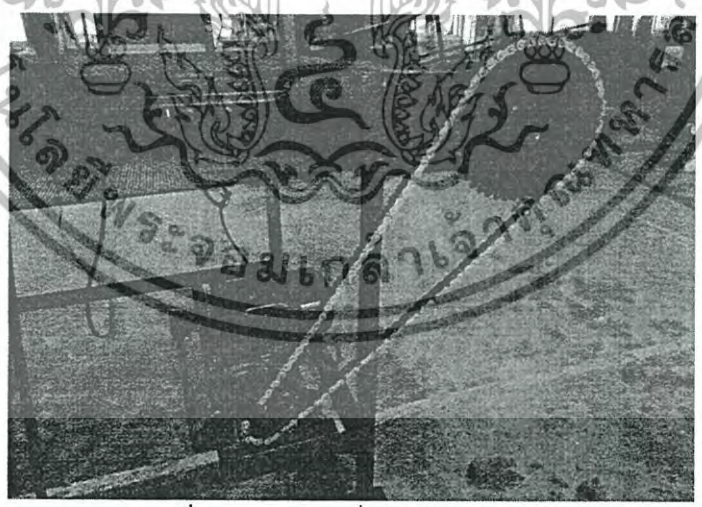
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 ชุดลูกกลิ้งขับเคลื่อนสายพานลำเลียง

4.1.5 ชุดขับเคลื่อนสายพาน

ใช้มอเตอร์ 3 เฟส ยี่ห้อ CAE, Type Y100L1-4, 3 HP, 2.2 KW, 50 H_z, 1420 rev/min เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนผ่านพูเล่ย์และสายพานร่องวีเข้าสู่เกียร์ทดรอบ Type TKB70 Ratio 1:60 จากเฟืองเกียร์ทดรอบ 14 ฟัน เข้าสู่เฟืองของลูกกลิ้ง 46 ฟัน โดยใช้โซ่เป็นตัวขับเคลื่อน โดยจากการทดรอบทั้งหมดจะทำให้ลูกกลิ้งขับเคลื่อนสายพานลำเลียงมีความเร็ว 5 rev/min ซึ่งสามารถควบคุมให้สายพานลำเลียงเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและขวาได้โดยใช้ Magnetic Contactor ควบคุมการกลับทิศทางของมอเตอร์ ดังภาพที่ 4.8

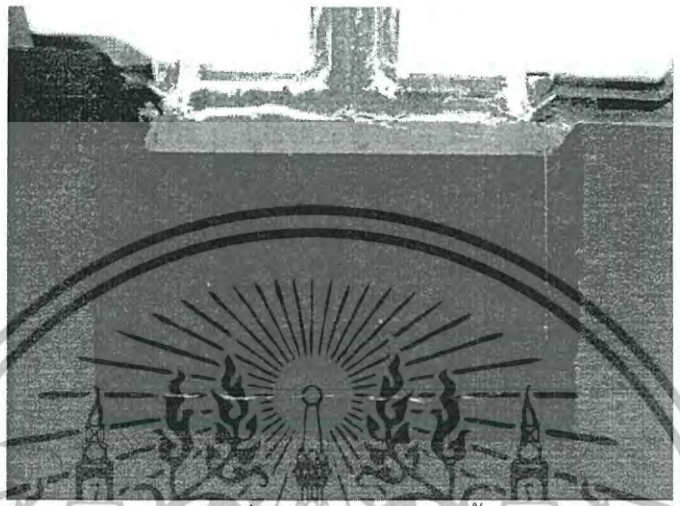


ภาพที่ 4.8 ชุดขับเคลื่อนสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 ช่องระบายไอน้ำ

ได้ทำการเจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยมที่ฝาของตู้อบไมโครเวฟเพื่อใช้ระบายไอน้ำที่ระเหยจากกระบวนการอบ โดยจะนำแผ่นลูกกรงฟาราเดย์มาปิดตรงช่องเพื่อไม่ให้คลื่นรั่วออกสู่ภายนอก ดังภาพที่ 4.9 และภาพที่ 4.10



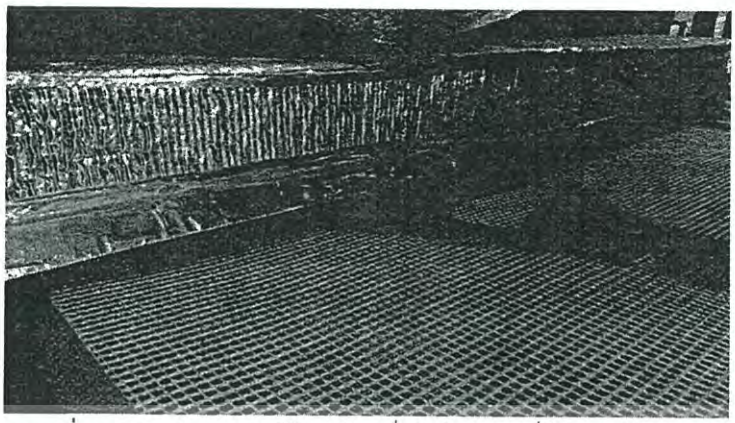
ภาพที่ 4.9 ช่องระบายไอน้ำ

ภาพที่ 4.10 ช่องระบายไอน้ำ (ด้านบน)

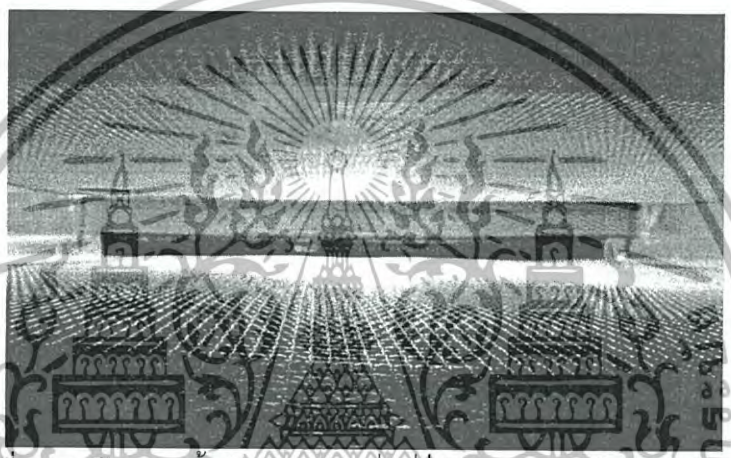
4.1.7 อุปกรณ์ช่วยป้องกันการรั่วไหลของคลื่นไมโครเวฟออกสู่ภายนอก

ด้านในออกแบบโดยใช้ตู้กระจกหนา 5 มิลลิเมตร กว้าง 100x20x20 เซนติเมตร เพื่อบรรจุน้ำ ซึ่งช่วยดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟไม่ให้รั่วออกมา ส่วนด้านนอกจะใช้ฟรอยด์ปิดกั้นทางเข้าออกอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันคลื่นที่เล็ดลอด แผ่นฟรอยด์สามารถปิด/เปิดได้เมื่อมีการลำเลียงเมล็ดปาล์มเข้าออก ดังภาพที่ 4.11 และภาพที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 แผ่นฟรอยด์ป้องกันคลื่นไมโครเวฟรั่วไหล (ด้านนอก)



ภาพที่ 4.12 ตู้กระจกน้ำช่วยดูดกลืนคลื่นที่รั่วไหลออกจากห้องอบไมโครเวฟ

4.2 หลักการทำงานของเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

1.วางเมล็ดปาล์มตรงทางเข้าของเครื่อง

2.กดสวิตซ์ให้สายพานลำเลียงเมล็ดปาล์มเข้าภายในตู้อบ เมื่อเมล็ดปาล์มเข้าสู่ตู้อบในตำแหน่งที่ต้องการแล้วกดสวิตซ์หยุดสายพาน

3.ปรับระดับพลังงานที่ใช้อบและเวลาที่ต้องการอบเมล็ดปาล์ม

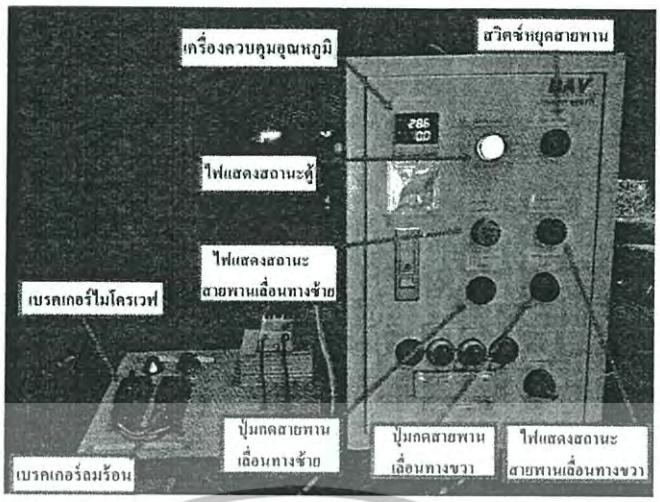
3.1การอบด้วยไมโครเวฟ ปรับระดับพลังงานไมโครเวฟและเวลาที่ต้องการอบที่เครื่องไมโครเวฟ จากนั้นกดปุ่ม START เมื่อไมโครเวฟทำงานเสร็จจะส่งเสียงเตือน

3.2การอบด้วยลมร้อน ปรับระดับอุณหภูมิที่ต้องการอบบนตู้ Control เปิดสวิตซ์ควบคุมโบลเวอร์

4.เมื่อทำการอบเสร็จแล้ว กดสวิตซ์ให้สายพานลำเลียงเมล็ดปาล์มออกจากตู้อบ

5.อบเมล็ดปาล์มจนกว่าจะมีความชื้นอยู่ที่ 14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 ตู้ควบคุมสายพานลำเลียง มอเตอร์ ชุดเป่าลมร้อน และจอแสดงค่าอุณหภูมิภายในตู้อบ

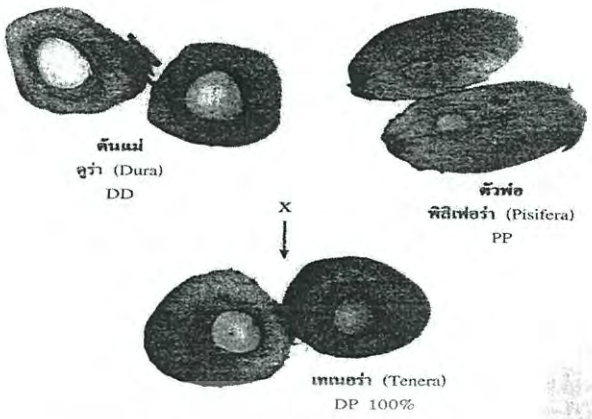
4.3 การทดลองอบเมล็ดปาล์มโดยเครื่องอบด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

1. นำเมล็ดปาล์มก่อนเข้าถัง Silo จากโรงงาน ดังภาพที่ 4.14

ภาพที่ 4.14 นำเมล็ดปาล์มก่อนเข้าถัง Silo จากโรงงาน

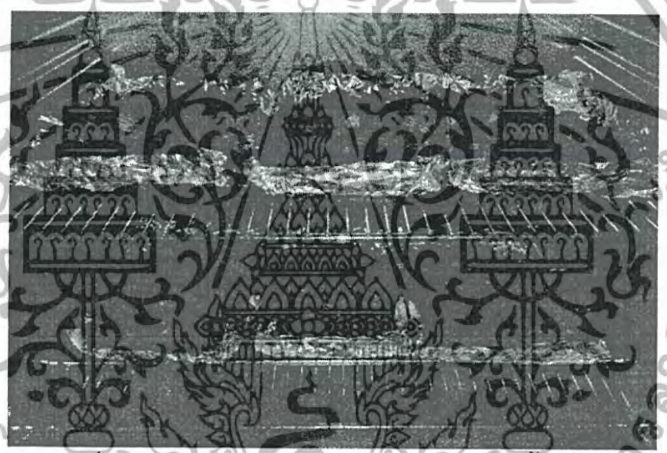
2. คัดแยกสายพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดูราและเทอเนรา ดังภาพที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



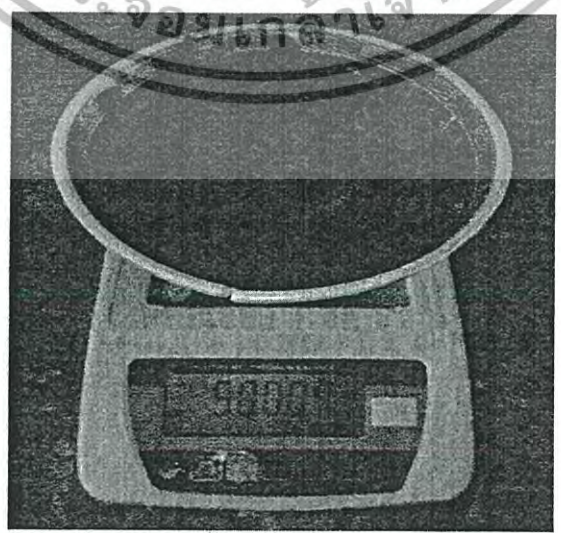
ภาพที่ 4.15 คัดแยกสายพันธุ์เมล็ดปาล์ม

3. อบเมล็ดปาล์มด้วย Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 105 °C 72 ชั่วโมง เพื่อหาความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.16 การอบเมล็ดปาล์มเพื่อหาความชื้นเริ่มต้น

4. ชั่งน้ำหนักเมล็ดปาล์มก่อนการอบ 1500 กรัม ดังภาพที่ 4.17



ภาพที่ 4.17 ชั่งน้ำหนักเมล็ดปาล์มก่อนการอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. อบมล็ดปาล์มด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟและลมร้อน

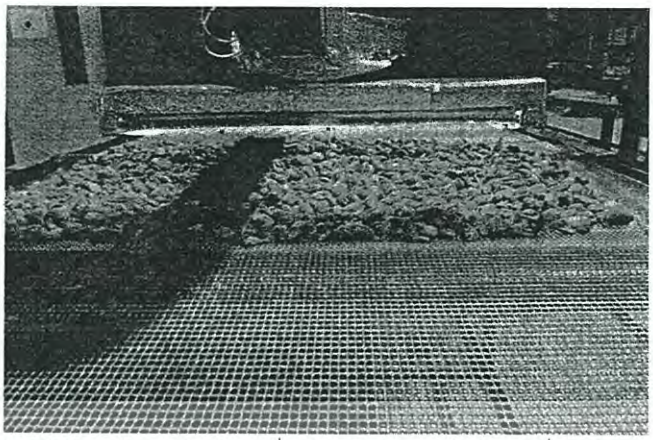
5.1 อบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400, 1800, 4000 วัตต์ ตามลำดับ ทำการชั่งน้ำหนักและวัดอุณหภูมิที่ผิวเมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 4.18

ภาพที่ 4.18 การอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟ

5.2 อบเมล็ดปาล์มด้วยลมร้อนความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 90, 95, 100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทำการชั่งน้ำหนัก และวัดอุณหภูมิที่ผิวเมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 4.19 และภาพที่ 4.20

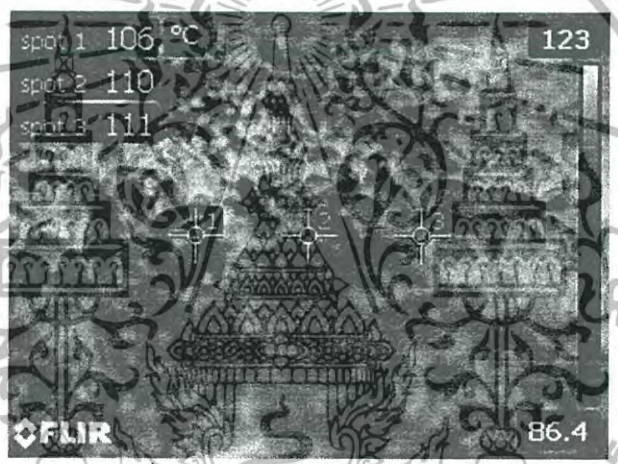
ภาพที่ 4.19 การอบเมล็ดปาล์มด้วยลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 การลำเลียงเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

6. วัดอุณหภูมิที่ผิวเมล็ดปาล์มหลังอบ โดยให้เมล็ดปาล์มมีความชื้นหลังอบอยู่ที่ 14% โดยกล้องเทอร์โมสแกน (FLIR E60) ดังภาพที่ 4.21



ภาพที่ 4.21 วัดอุณหภูมิที่ผิวเมล็ดปาล์มอบ โดยกล้องเทอร์โมสแกน (FLIR E60)

7. ชั่งน้ำหนักเมล็ดปาล์มหลังอบ บันทึกค่าพร้อมหาเปอร์เซ็นความชื้น ดังภาพที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

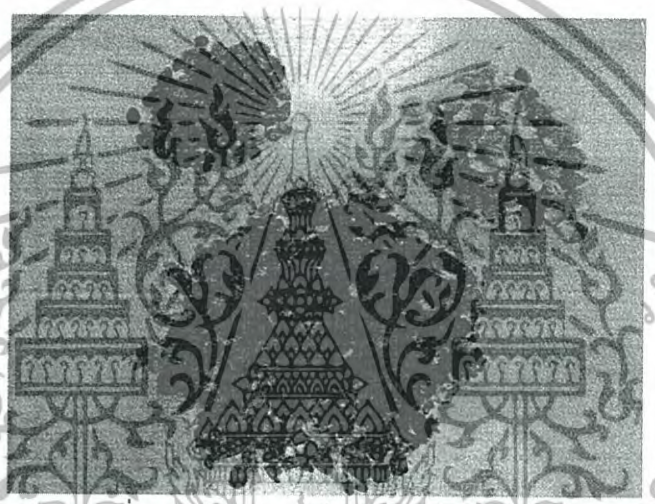
ภาพที่ 4.22 ชั่งน้ำหนักเมล็ดปาล์มหลังอบ

8. กะเทาะเมล็ดปาล์มหลังอบ เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการกะเทาะเมล็ดปาล์ม โดยใช้เครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์ม ที่ความเร็วรอบสูงสุด 625 rpm. และคัดแยกเมล็ดปาล์มหลังการกะเทาะโดยเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์ม ออกเป็น 3 ชุด คือ 1.เมล็ดปาล์มที่ไม่แตก 2.เมล็ดในปาล์ม 3.เศษกะลาเมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 4.23 ,4.24 และภาพที่ 4.25

ภาพที่ 4.23 กะเทาะเมล็ดปาล์มหลังอบ

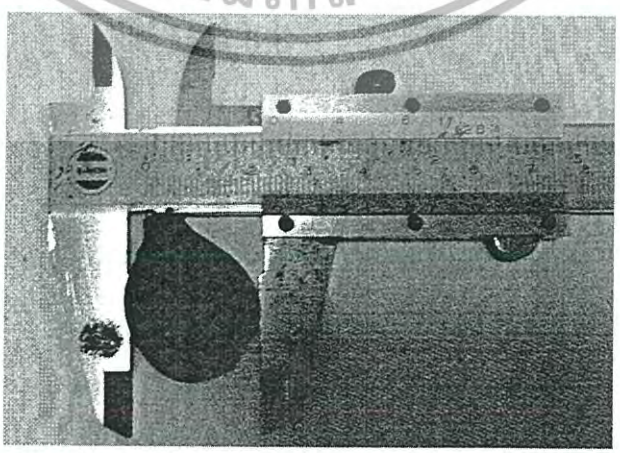
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.24 วัดความเร็วรอบสูงสุด 625 rpm.



ภาพที่ 4.25 คัดแยกเมล็ดปาล์มหลังการกะเทาะ

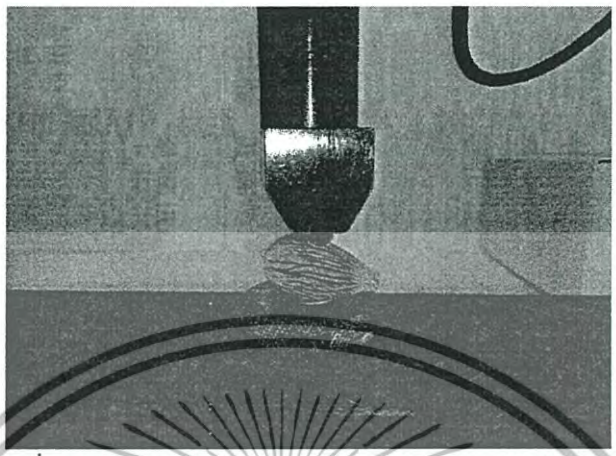
9. วัดระยะห่างระหว่างกะลาปาล์มและเมล็ดในปาล์มโดยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ เพื่อหาช่องว่างของเมล็ดในปาล์ม ดังภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.26 วัดระยะห่างระหว่างกะลาปาล์มและเมล็ดในปาล์มโดยเวอร์เนียคาลิปเปอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. นำเมล็ดปาล์มหลังอบทดสอบความต้านทานแรงอัดด้วยเครื่อง Compression Test ดังภาพที่ 4.27



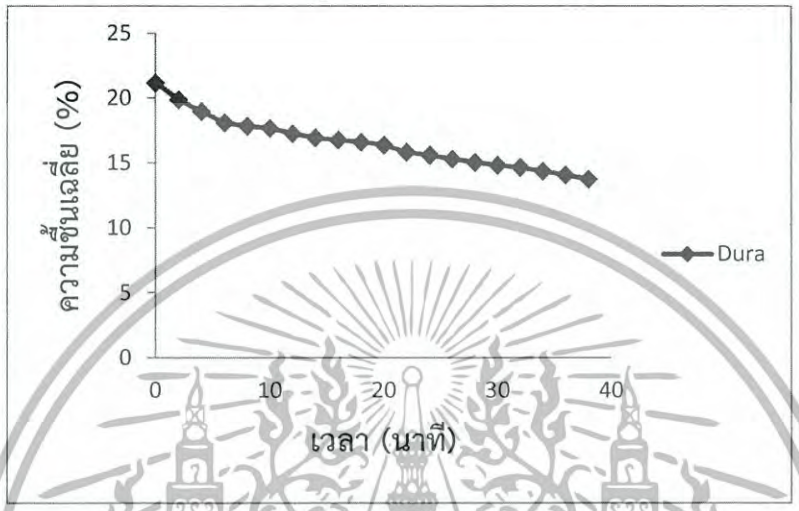
ภาพที่ 4.27 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานของเมล็ดปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการทดลอง

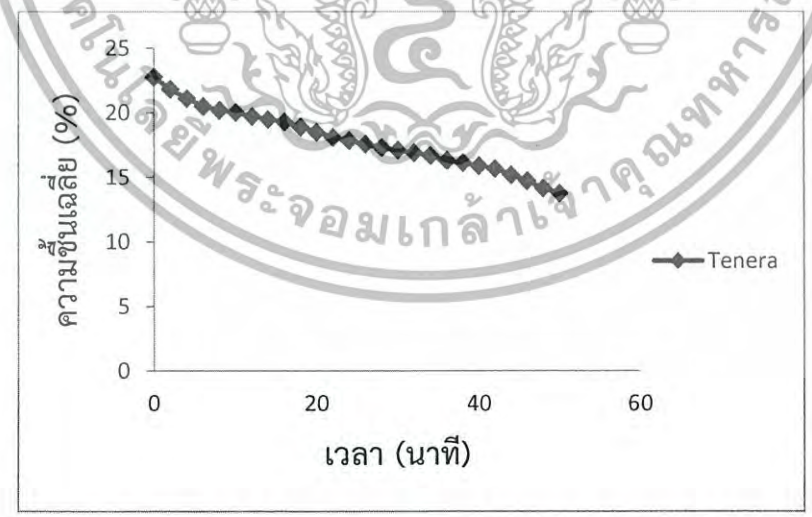
5.1 ผลการทดลองอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟ และลมร้อน

5.1.1 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที



ภาพที่ 5.1 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

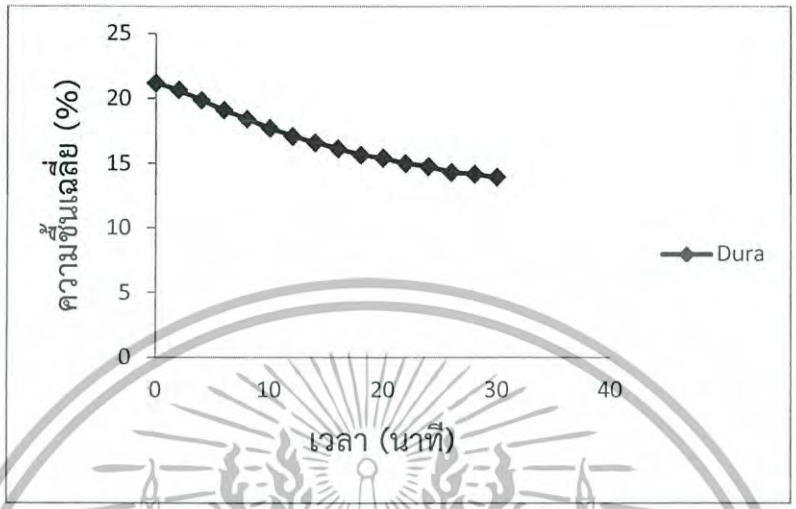
จากภาพที่ 5.1 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งที่เวลา 6-8 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 30 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.2 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

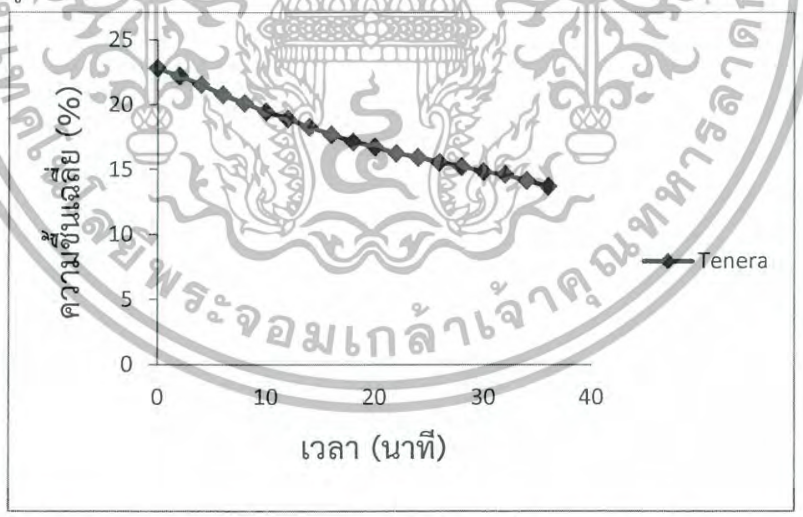
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 5.2 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 6-8 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 46 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.3 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

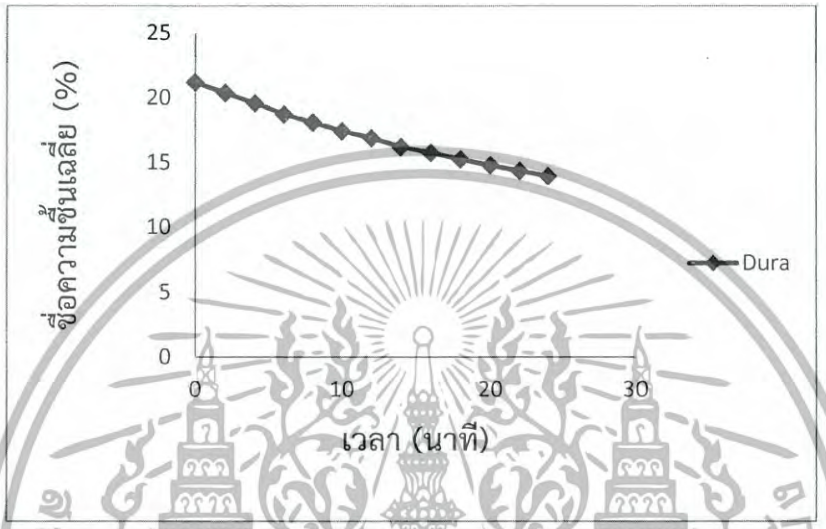
จากภาพที่ 5.3 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 10-12 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 22 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.4 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

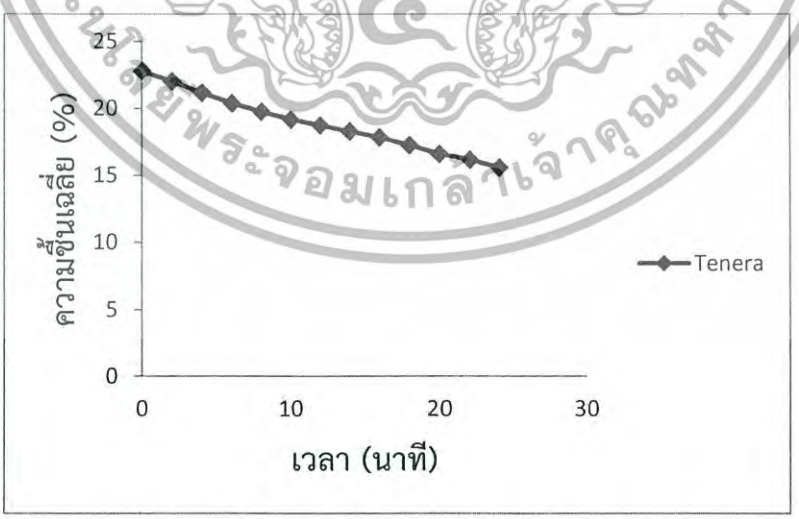
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 5.4 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งที่เวลา 8-10 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 30 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.5 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

จากภาพที่ 5.5 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งที่เวลา 6-8 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 20 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%

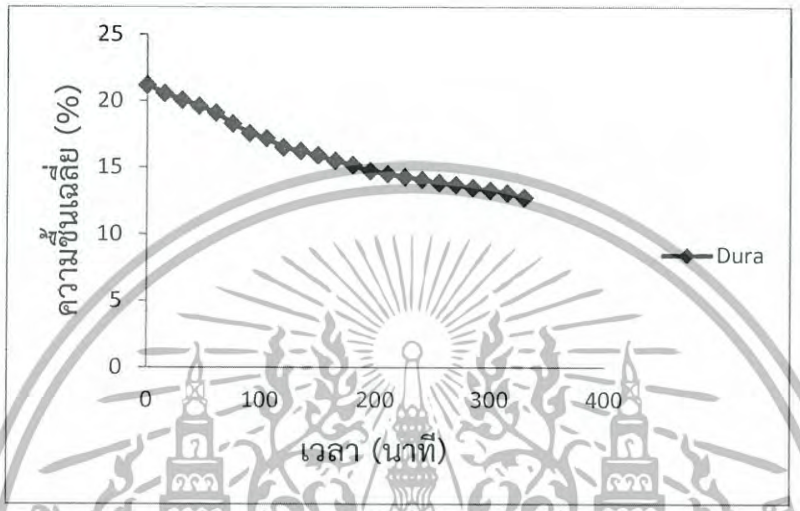


ภาพที่ 5.6 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

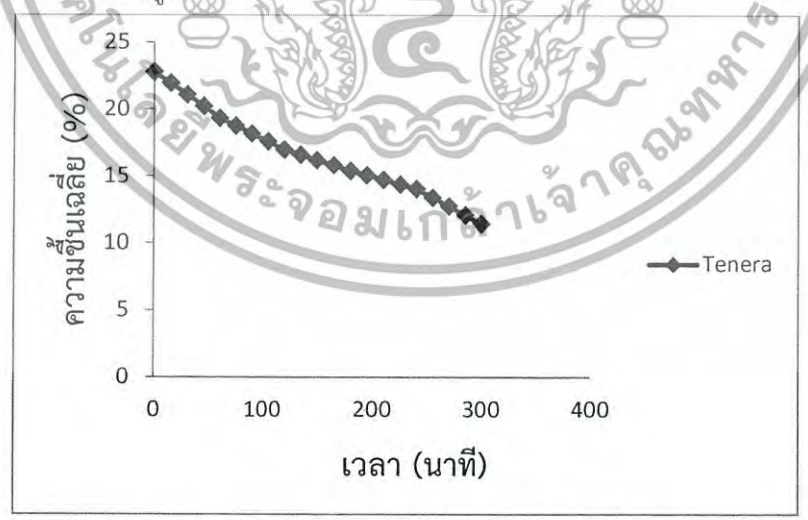
จากภาพที่ 5.6 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งที่เวลา 8-10 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 22 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%

5.1.2 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ



ภาพที่ 5.7 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วย ที่พลังงาน 400 W (หัวละ 100 W) (พันธุ์ดูรา)

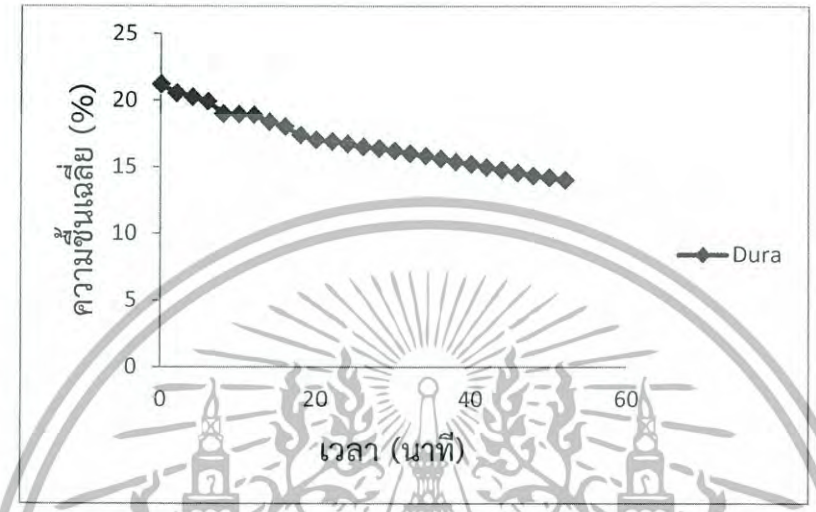
จากภาพที่ 5.7 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 15 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 120-135 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 195 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.8 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วย ที่พลังงาน 400 W (หัวละ 100 W) (พันธุ์เทอเนรา)

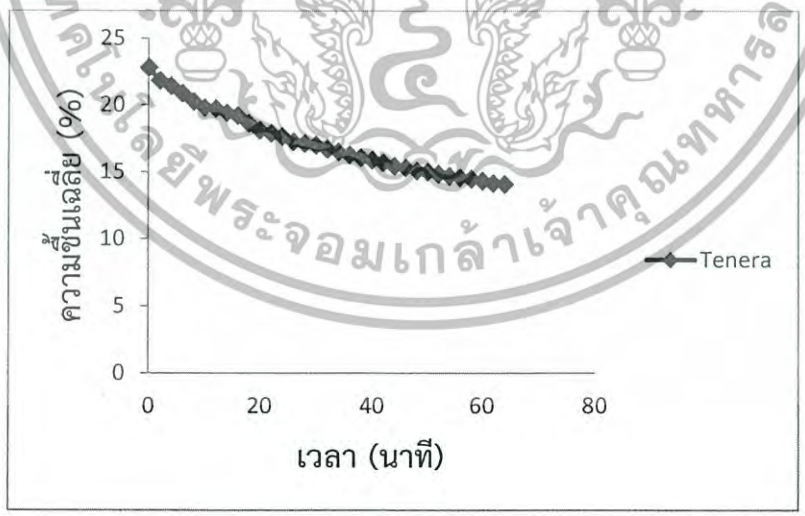
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 5.8 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 15 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 60-75 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 210 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.9 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วย ที่พลังงาน 1800 W (หัวละ 450 W) (พันธุ์ดูรา)

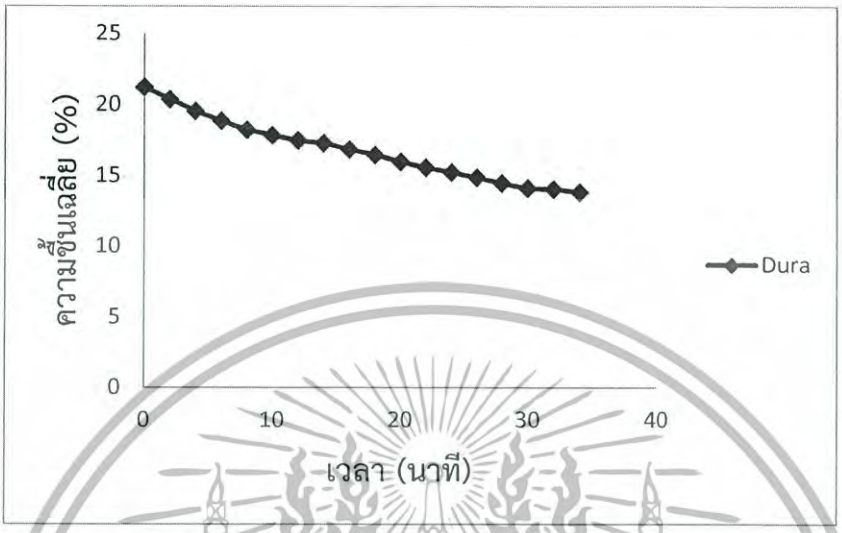
จากภาพที่ 5.9 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 18-20 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 42 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.10 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยที่พลังงาน 1800W (หัวละ 450 W) (พันธุ์เทอเนรา)

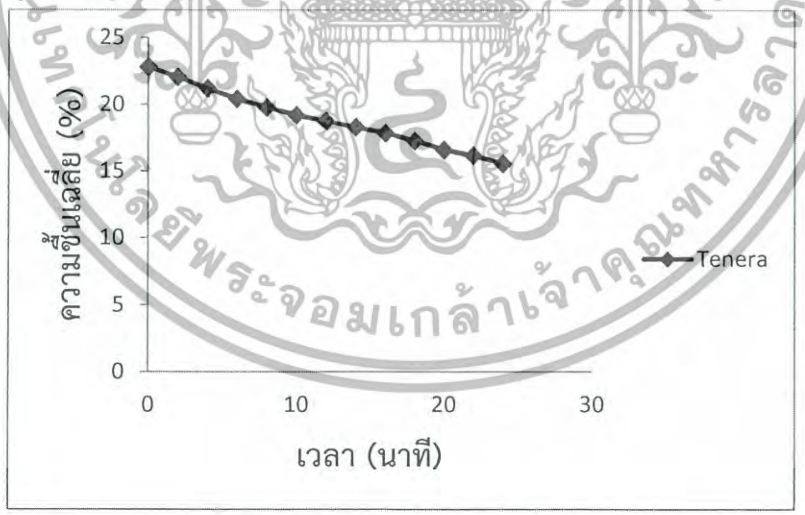
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 5.10 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 50 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.11 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วย ที่พลังงาน 4000 W (หัวละ 1000 W) (พันธุ์ดูรา)

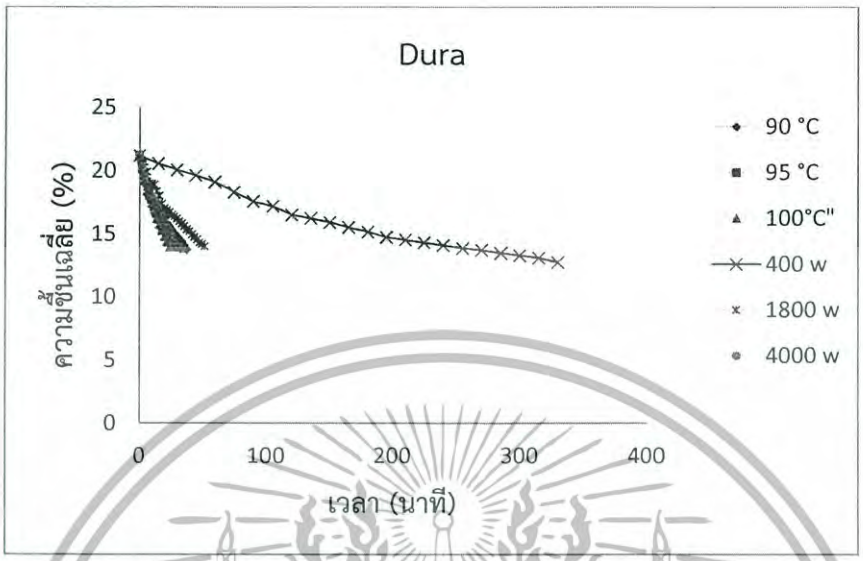
จากภาพที่ 5.11 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 8-10 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 26 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.12 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยที่พลังงาน 4000W (หัวละ1000 W) (พันธุ์เทอเนรา)

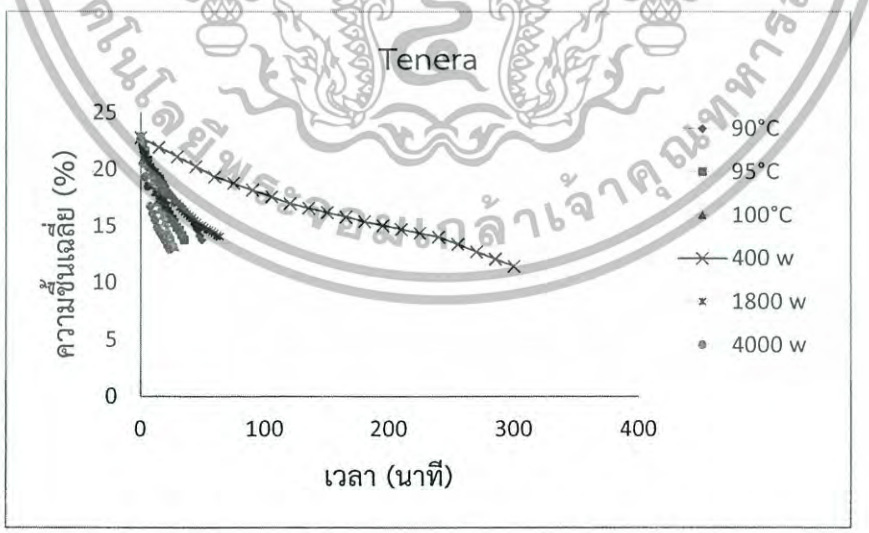
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 5.12 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 8-10 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 14 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.13 ความชื้นเฉลี่ยต่อเวลาในการอบโดยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน(พันธุ์ดูรา)

ภาพที่ 5.13 การอบด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน จนได้ความชื้นเฉลี่ยที่ 14% การอบด้วยคลื่นไมโครเวฟความถี่ 400 วัตต์ ,1800 วัตต์ ,4000 วัตต์ ใช้เวลาในการอบ 195 นาที ,42 นาที ,26 นาที ตามลำดับและการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 95 องศาเซลเซียส และ100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ใช้เวลาในการอบที่ 30 นาที และ 22 นาที และ 20 นาที ตามลำดับ



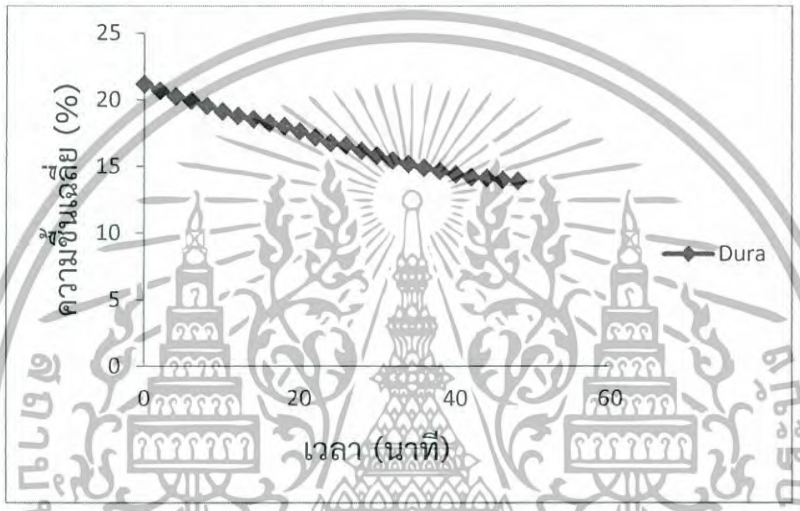
ภาพที่ 5.14 ความชื้นเฉลี่ยต่อเวลาในการอบโดยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.14 การอบด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน จนได้ความชื้นเฉลี่ยที่ 14% การอบด้วยคลื่นไมโครเวฟความถี่ 400 วัตต์ ,1800 วัตต์ ,4000 วัตต์ ใช้เวลาในการอบ 210 นาที ,50 นาที ,14 นาที ตามลำดับและการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 95 องศาเซลเซียส และ100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ใช้เวลาในการอบที่ 30 นาที และ 22 นาที และ 20 นาที ตามลำดับ

5.2 ผลการทดลองอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

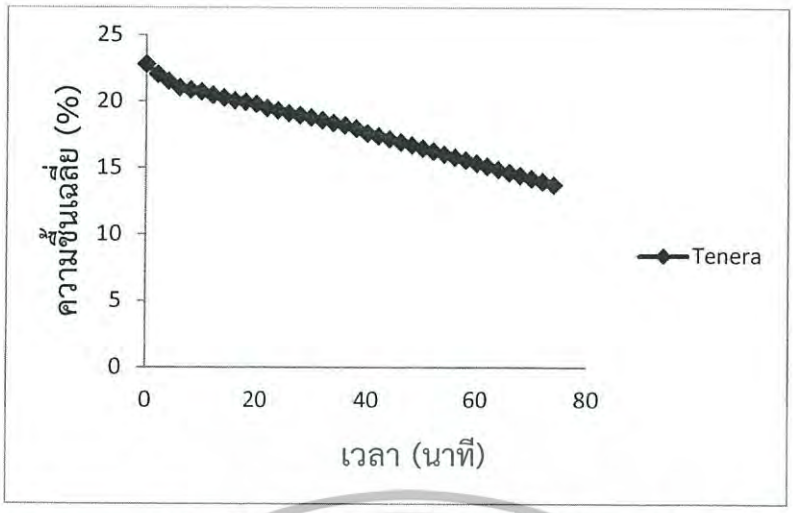
5.2.1 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน



ภาพที่ 5.15 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

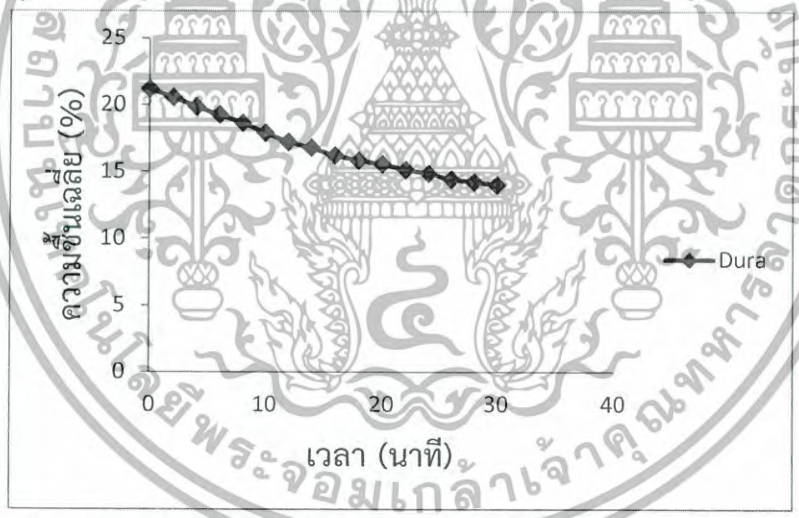
จากภาพที่ 5.15 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 36 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.16 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

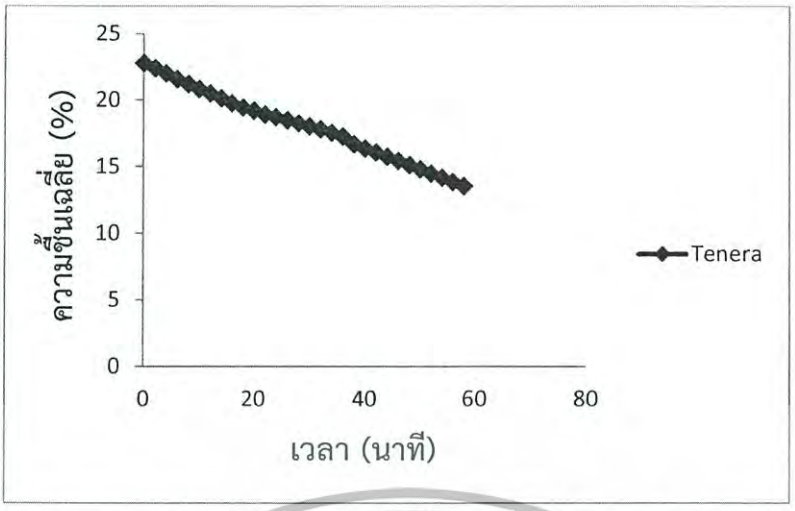
จากภาพที่ 5.16 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 4-6 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 64 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.17 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

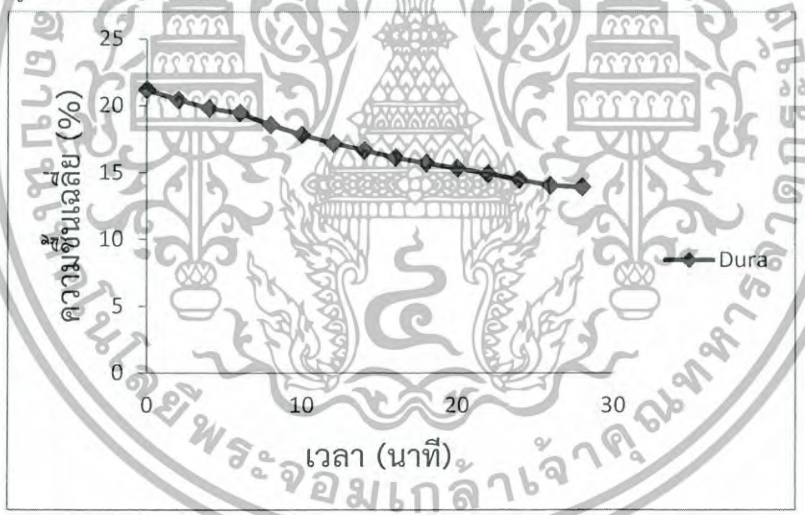
จากภาพที่ 5.17 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 24 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.18 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

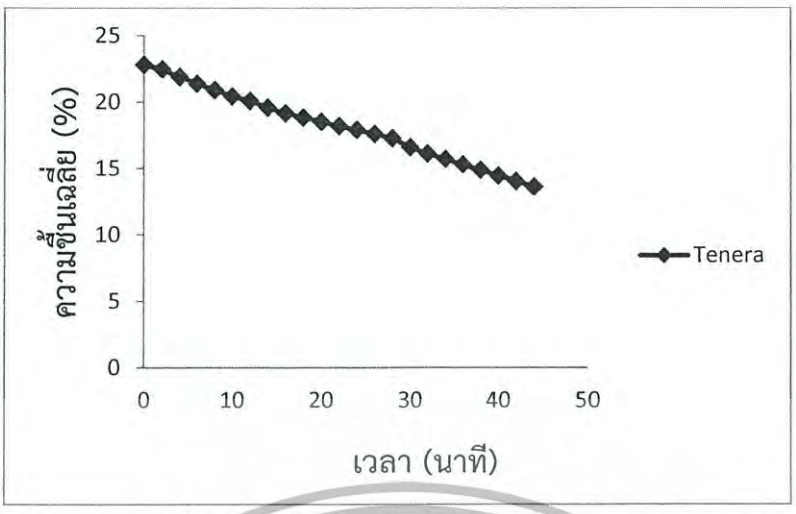
จากภาพที่ 5.18 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 50 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.19 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

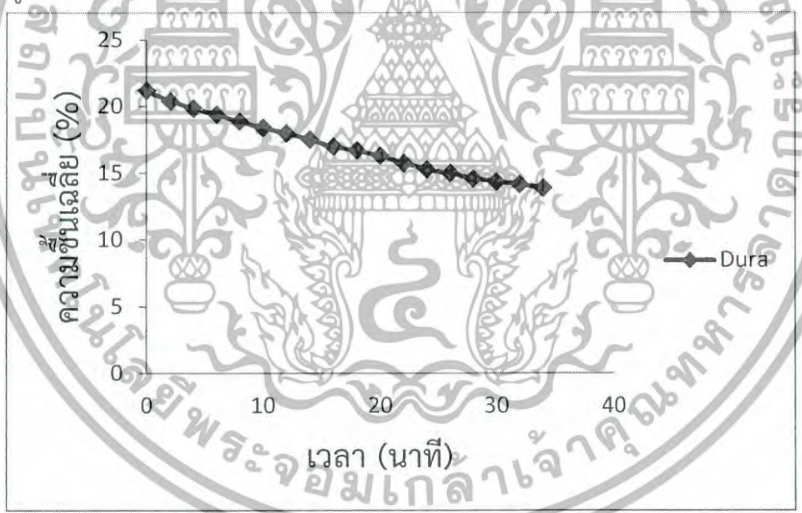
จากภาพที่ 5.19 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 22 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.20 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

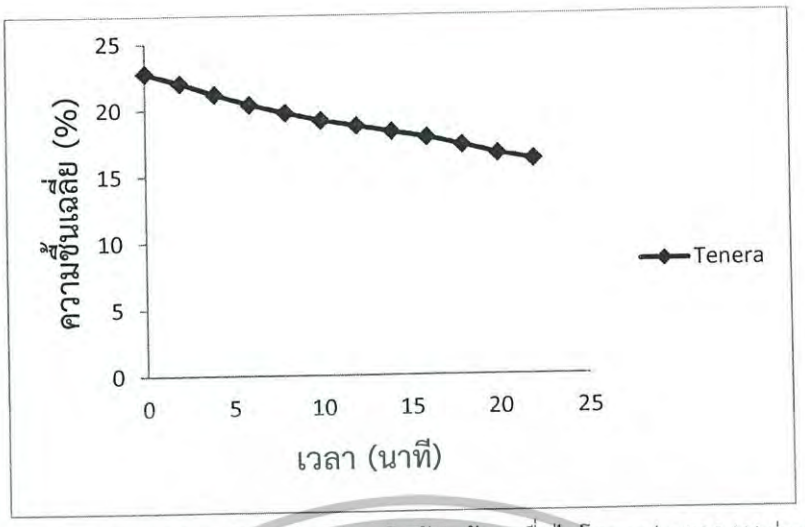
จากภาพที่ 5.20 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 38 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.21 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

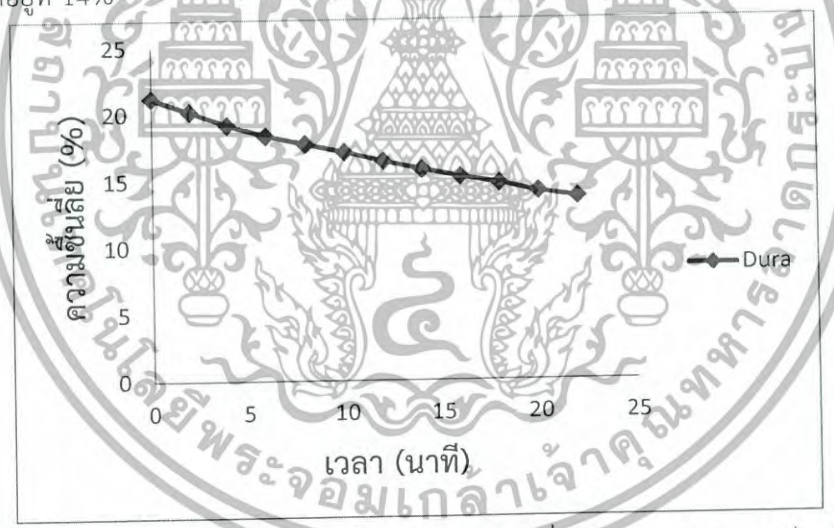
จากภาพที่ 5.21 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 26 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.22 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

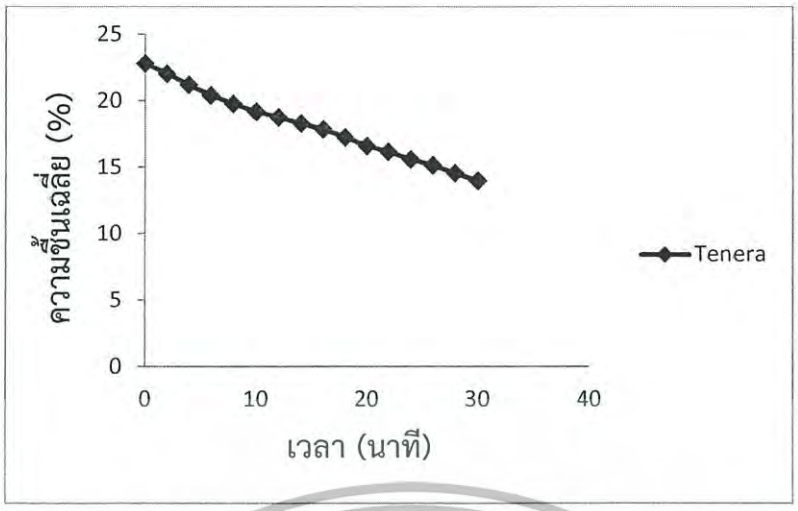
จากภาพที่ 5.22 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 34 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.23 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

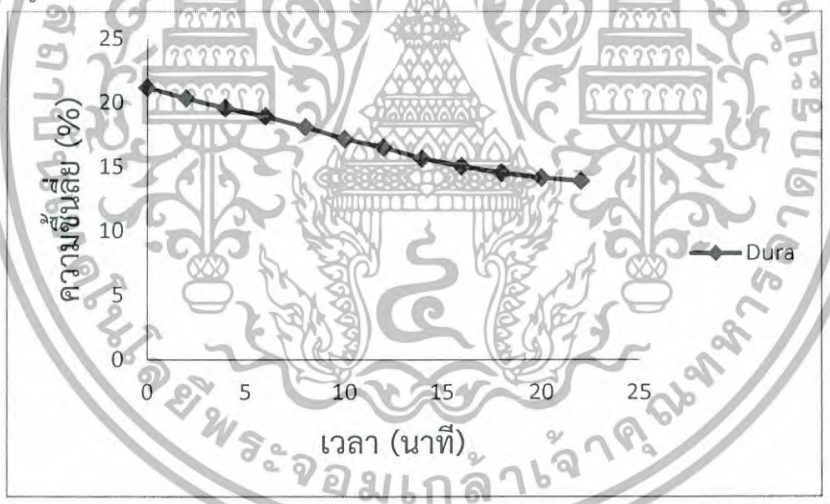
จากภาพที่ 5.23 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 20 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.24 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

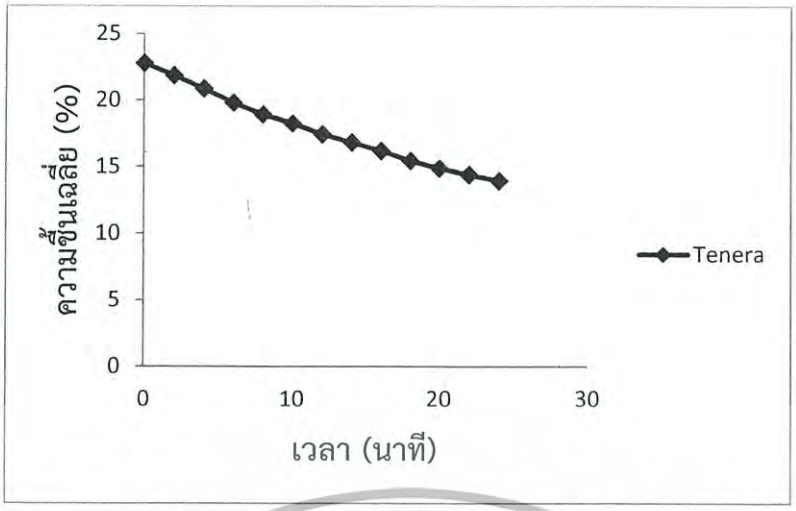
จากภาพที่ 5.24 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 28 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.25 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

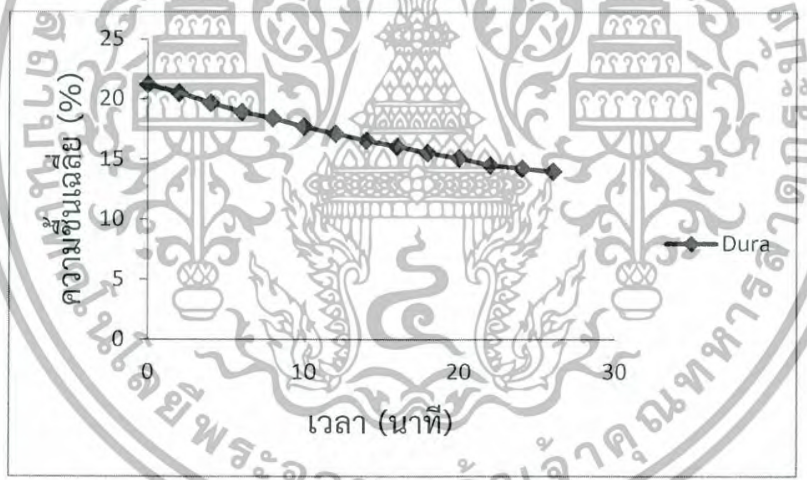
จากภาพที่ 5.25 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 18 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.26 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

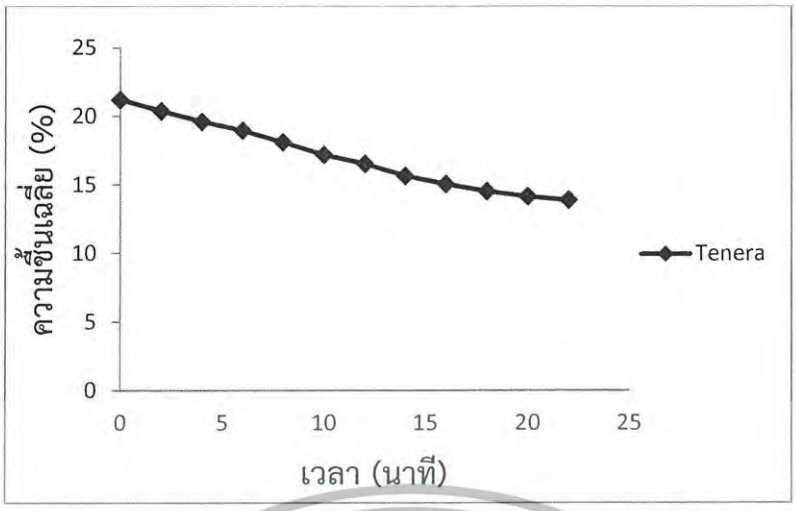
จากภาพที่ 5.26 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 20 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.27 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

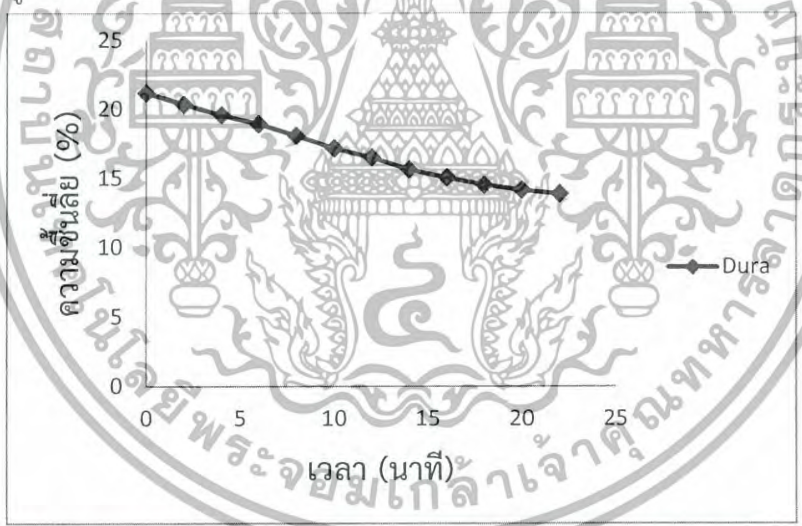
จากภาพที่ 5.27 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 22 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.28 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

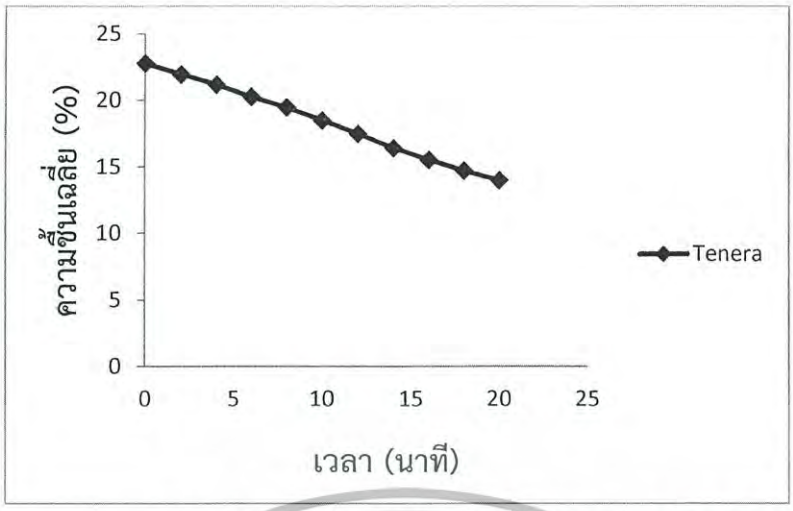
จากภาพที่ 5.28 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 18 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.29 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

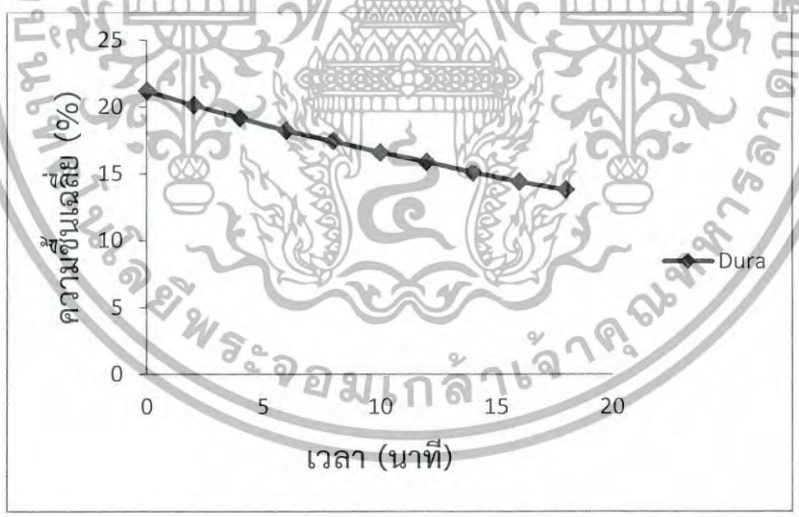
จากภาพที่ 5.29 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 18 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.30 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

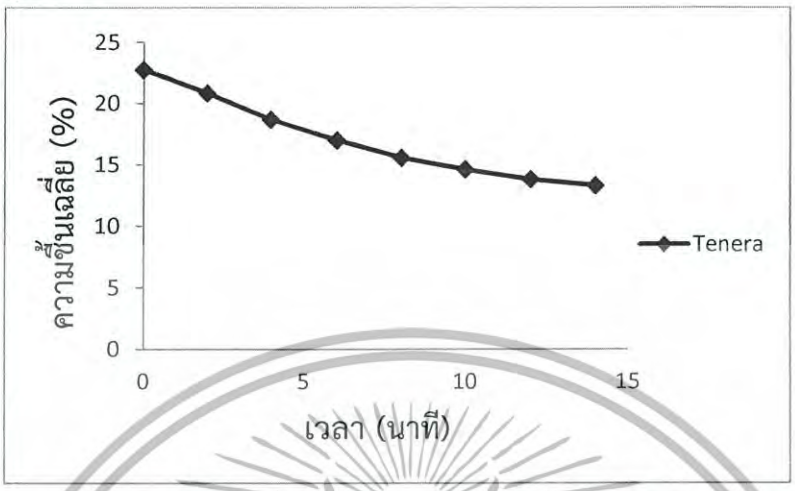
จากภาพที่ 5.30 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 18 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.31 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 W ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

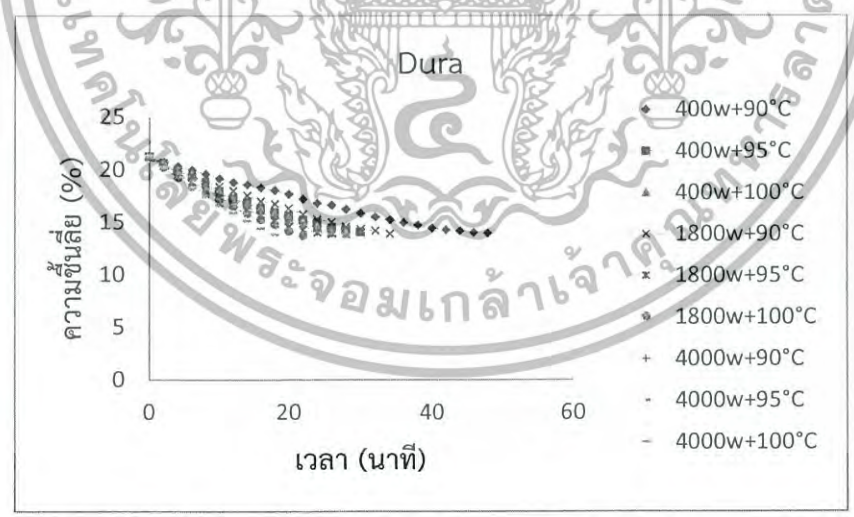
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 5.31 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 16 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.32 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบในตู้อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 W ร่วมกับลมร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

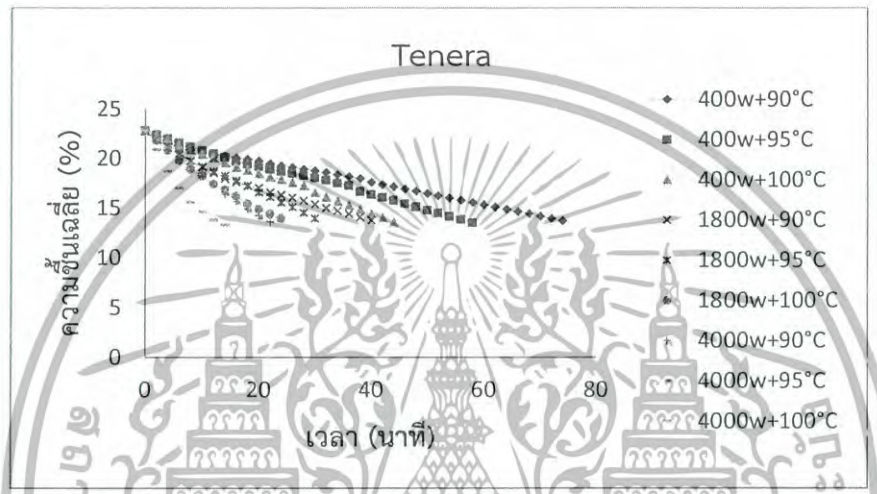
จากภาพที่ 5.32 เมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ทุกๆ 2 นาที พบว่าความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งที่เวลา 2-4 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มจะลดลงเรื่อยๆ โดยที่เวลา 10 นาที ความชื้นของเมล็ดปาล์มมีค่าอยู่ที่ 14%



ภาพที่ 5.33 ความชื้นเฉลี่ยต่อเวลาในการอบโดยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

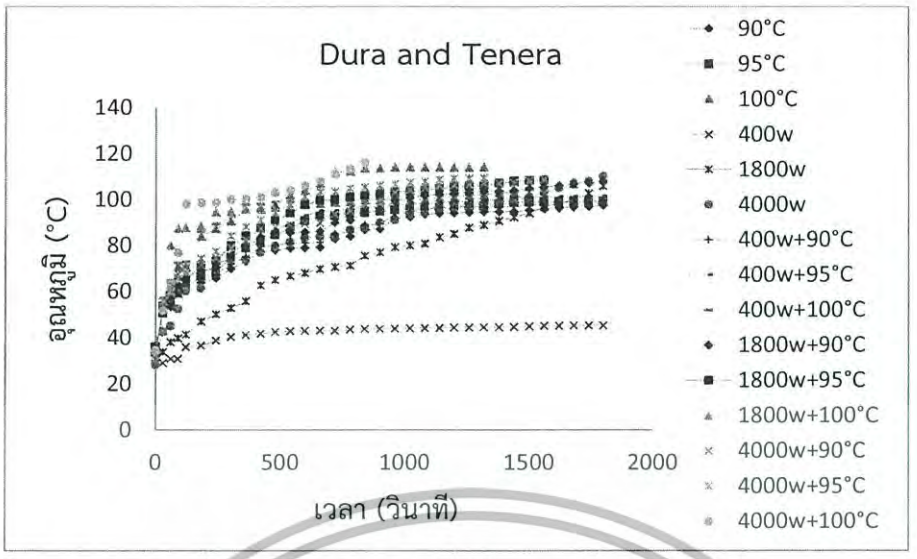
จากภาพที่ 5.33 การอบด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน จนได้ความชื้นเฉลี่ยที่ 14% การอบด้วยคลื่นไมโครเวฟความถี่ 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ,95 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 36 นาที ,24 นาที และ 22 นาที ตามลำดับ อบด้วยคลื่นไมโครเวฟความถี่ 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ,95 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 26 นาที ,20 นาที และ 18 นาที ตามลำดับ อบด้วยคลื่นไมโครเวฟความถี่ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ,95 องศาเซลเซียสและ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 22 นาที ,18 นาที และ 16 นาที ตามลำดับ



ภาพที่ 5.34 ความชื้นเฉลี่ยต่อเวลาในการอบโดยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมรอน (พันธุ์เทอเนรา)

จากภาพที่ 5.34 การอบด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน จนได้ความชื้นเฉลี่ยที่ 14% การอบด้วยคลื่นไมโครเวฟความถี่ 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ,95 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 64 นาที ,50 นาที และ 22 นาที ตามลำดับ อบด้วยคลื่นไมโครเวฟความถี่ 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ,95 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 34 นาที ,28 นาที และ 20 นาที ตามลำดับ อบด้วยคลื่นไมโครเวฟความถี่ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ,95 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 18 นาที ,18 นาที และ 10 นาที ตามลำดับ

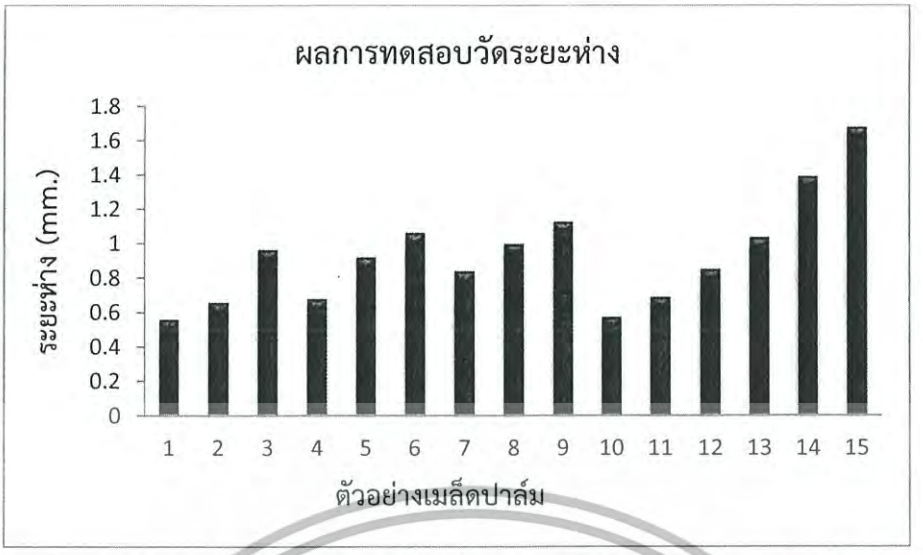
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.35 อุณหภูมิเฉลี่ยต่อเวลาในการอบโดยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูราและเทอเนรา)

จากภาพที่ 5.35 การอบด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน เพื่อหาอุณหภูมิเฉลี่ยของเมล็ดปาล์มตั้งแต่เริ่มอบจนถึงหลังอบเสร็จทั้ง 2 สายพันธุ์ ดูราและเทอเนรา โดยอบทุกๆ 30 วินาที จนถึง 1800 วินาที ใส่เมล็ดในปาล์มครั้งละ 5 กิโลกรัม โดยแบ่งการทดลองคือ อบเมล็ดปาล์มด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 95 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟที่พลังงาน 400 วัตต์ 1800 วัตต์ และ 4000 วัตต์ ตามลำดับ อบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ที่คลื่นไมโครเวฟพลังงาน 400 วัตต์ร่วมกับลมร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส 95 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ที่คลื่นไมโครเวฟพลังงาน 1800 วัตต์ร่วมกับลมร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส 95 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ที่คลื่นไมโครเวฟพลังงาน 4000 วัตต์ร่วมกับลมร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส 95 องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อุณหภูมิเฉลี่ยของเมล็ดปาล์มที่ดีที่สุดคือ คลื่นไมโครเวฟพลังงาน 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เพราะความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว เปอร์เซ็นในการนำไปกะเทาะเมล็ดปาล์มแตกง่าย ใช้แรงกดน้อย

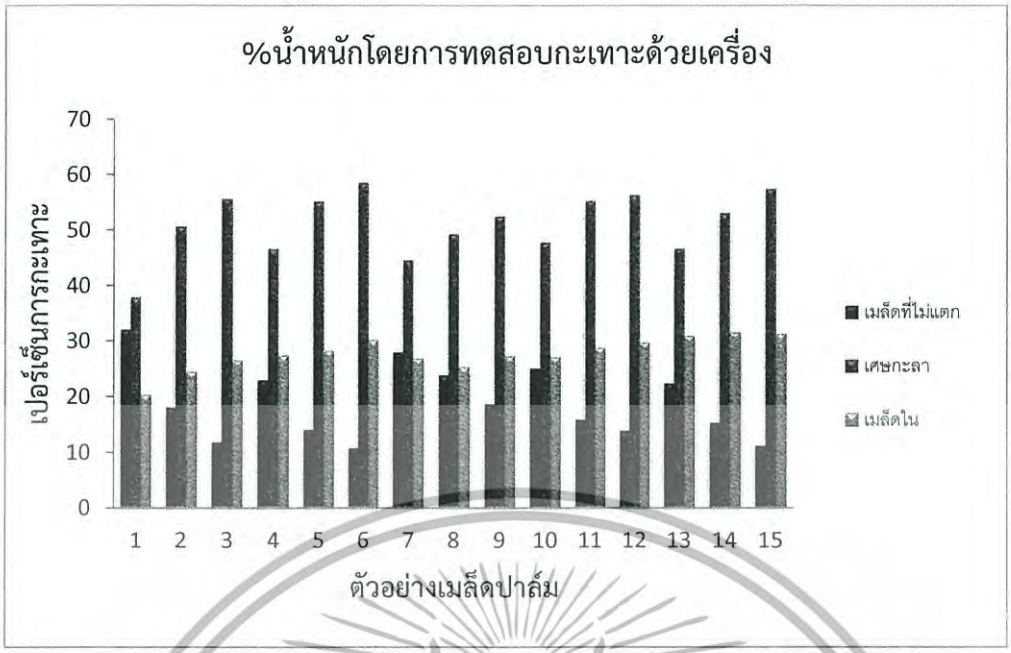
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.36 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์มเฉลี่ย เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบในการอบ (พันธุ์ดูราและพันธุ์เทอเนรา)

1 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
2 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
3 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
4 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 400 วัตต์
5 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1800 วัตต์
6 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 4000 วัตต์
7 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
8 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
9 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
10 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
11 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
12 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
13 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
14 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
15 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

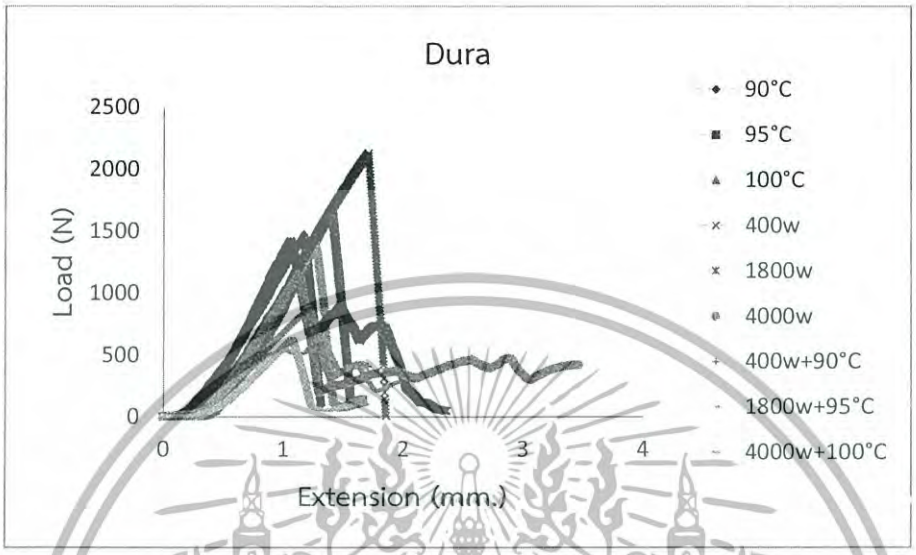
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.37 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์มเฉลี่ยด้วยเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มหลังอบ เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ (พันธุ์ดูราและพันธุ์เทอเนรา)

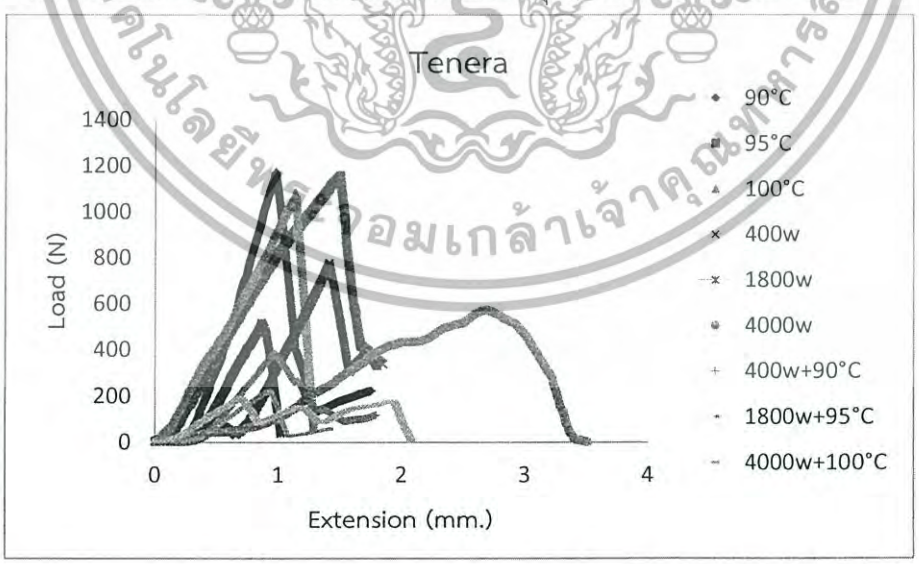
1 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
2 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
3 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
4 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 400 วัตต์
5 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1800 วัตต์
6 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 4000 วัตต์
7 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
8 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
9 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
10 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
11 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
12 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
13 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
14 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
15 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.38 ผลการทดลองความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์มหลังอบโดยเฉลี่ยด้วยเครื่อง Tensile and Compression Test (พันธุ์ดูรา)

จากภาพที่ 5.38 การอบด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน จนได้ความชื้นเฉลี่ยที่ 14% จะสังเกตได้ว่าผลการทดลองความต้านทานแรงอัดเมล็ดในปาล์มหลังอบ ที่พลังงานไมโครเวฟ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน 100 องศาเซลเซียสใช้แรงอัดน้อยที่สุด ที่ 632 นิวตัน ที่เวลา 16 นาที



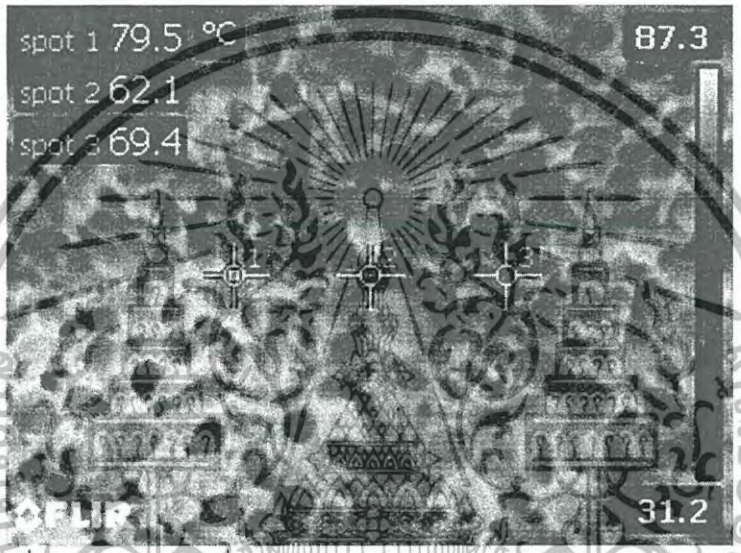
ภาพที่ 5.39 ผลการทดลองความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์มหลังอบโดยเฉลี่ยด้วยเครื่อง Tensile and Compression Test (พันธุ์เทอเนรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

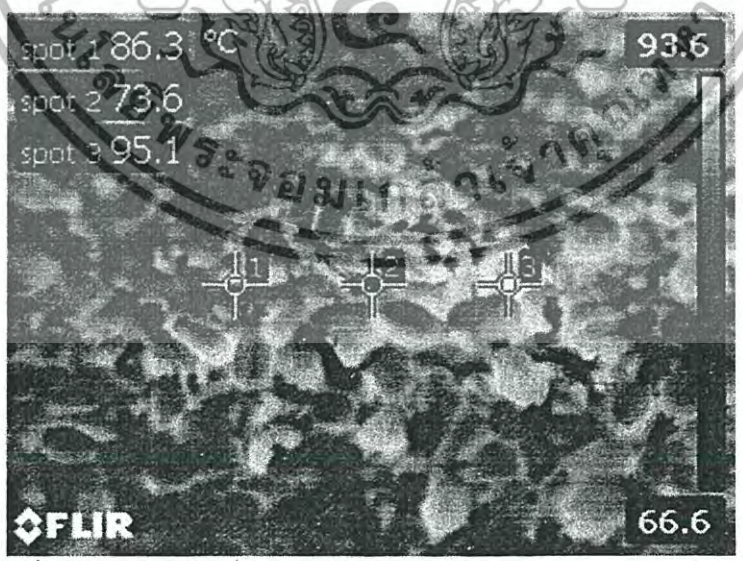
จากภาพที่ 5.39 การอบด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน จนได้ความชื้นเฉลี่ยที่ 14% จะสังเกตได้ว่าผลการทดลองความต้านทานแรงอัดเมล็ดในปาล์มหลังอบ ที่พลังงานไมโครเวฟ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน 100 องศาเซลเซียสใช้แรงอัดน้อยที่สุด ที่ 193 นิวตัน ที่เวลา 10 นาที

5.3 วิเคราะห์ภาพเมล็ดปาล์มที่ผ่านการอบ โดยกล้องเทอร์โมสแกน (FLIR E60)

5.3.1 ภาพเมล็ดปาล์มหลังอบด้วยลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ,95องศาเซลเซียส และ 100 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 5.43 ,ภาพที่ 5.44 และภาพที่ 5.45

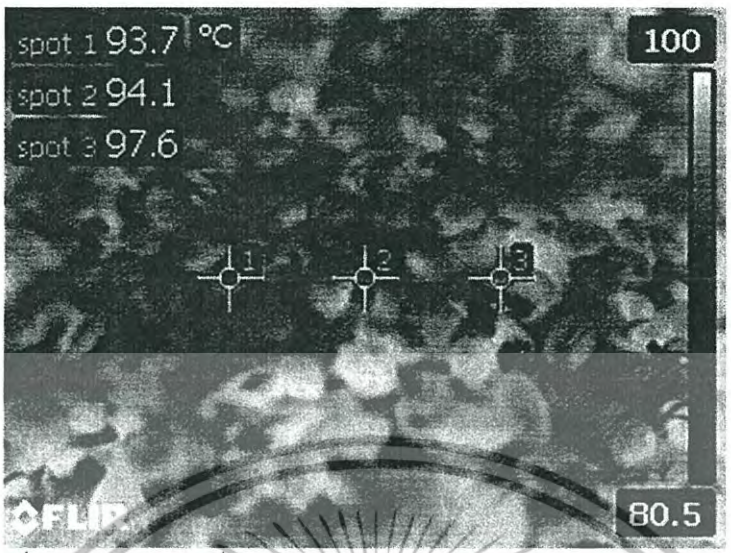


ภาพที่ 5.40 อุณหภูมิเฉลี่ยของเมล็ดปาล์มอบด้วยลมร้อน 90 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 5.41 อุณหภูมิเฉลี่ยของเมล็ดปาล์มอบด้วยลมร้อน 95 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

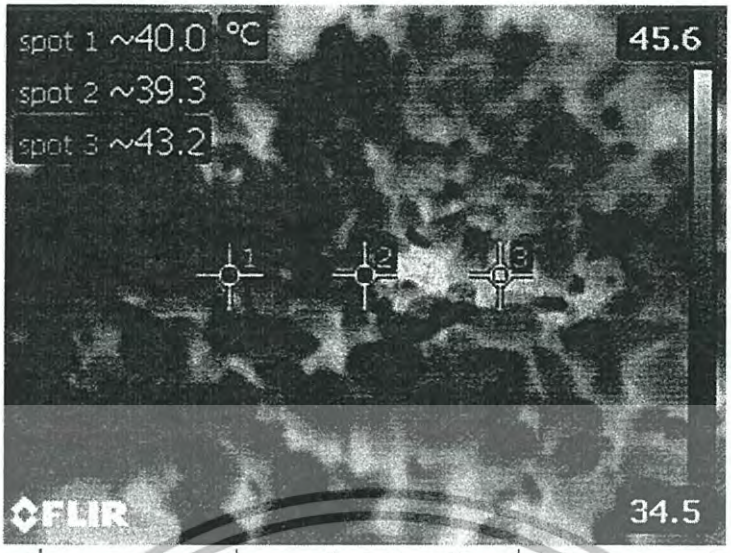


ภาพที่ 5.42 อุณหภูมิเฉลี่ยของเมล็ดปาล์มอบด้วยลมร้อน 100 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 5.43 ความร้อนเฉลี่ยของเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

5.3.2 ภาพเมล็ดปาล์มหลังอบด้วยคลื่นไมโครเวฟที่พลังงาน 400 วัตต์ ,1800วัตต์ และ 4000 วัตต์ ตามลำดับ ดังภาพที่ 5.44 ,ภาพที่ 5.45 และภาพที่ 5.46

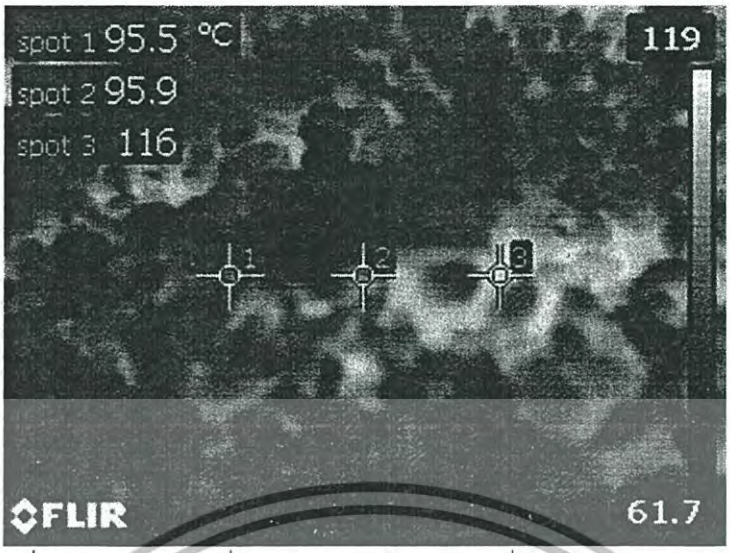
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.44 อุณหภูมิเฉลี่ยของเมล็ดปาล์มอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 วัตต์

ภาพที่ 5.45 อุณหภูมิเฉลี่ยของเมล็ดปาล์มอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 วัตต์

าสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

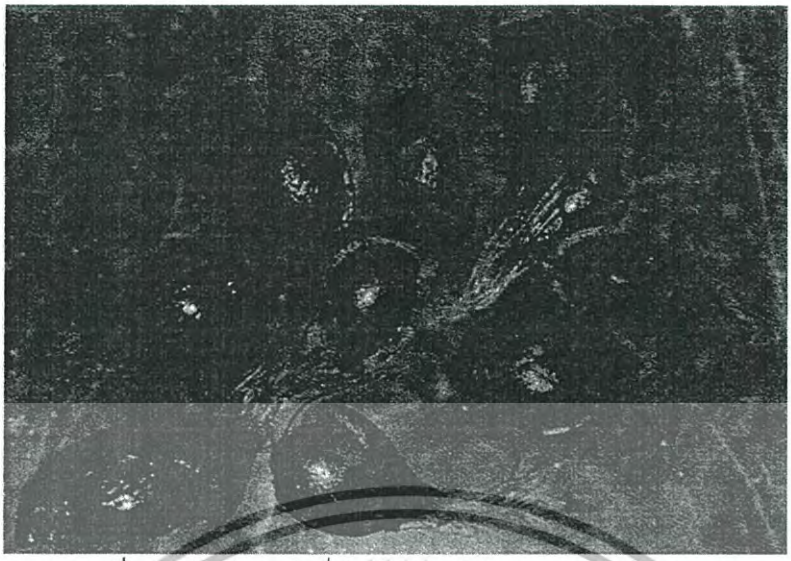


ภาพที่ 5.46 อุณหภูมิเฉลี่ยของเมล็ดปาล์มอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 วัตต์

5.3.3 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วย Hot Air Oven อุณหภูมิ 105 °C ที่เวลา 72 ชั่วโมง เพื่อหาความชื้นเริ่มต้น ดังภาพที่ 5.47 และ 5.48

ภาพที่ 5.47 เมล็ดปาล์มที่อบด้วย Hot Air Oven (พันธุ์ดูรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.48 เมล็ดปาล์มที่อบด้วย Hot Air Oven (พันธุ์เทอเนรา)

5.3.4 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อนที่ความความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90°C ที่เวลา 38 นาที และ 50 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.49 และ 5.50

ภาพที่ 5.49 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน (พันธุ์ดูรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.50 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)

5.3.5 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อนที่ความความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95°C ที่เวลา 30 นาที และ 36 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.51 และ 5.52

ภาพที่ 5.51 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน (พันธุ์ดูรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.52 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)

5.3.6 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อนที่ความความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100°C ที่เวลา 24 นาที และ 28 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.53 และ 5.54

ภาพที่ 5.53 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน (พันธุ์ดูรา)

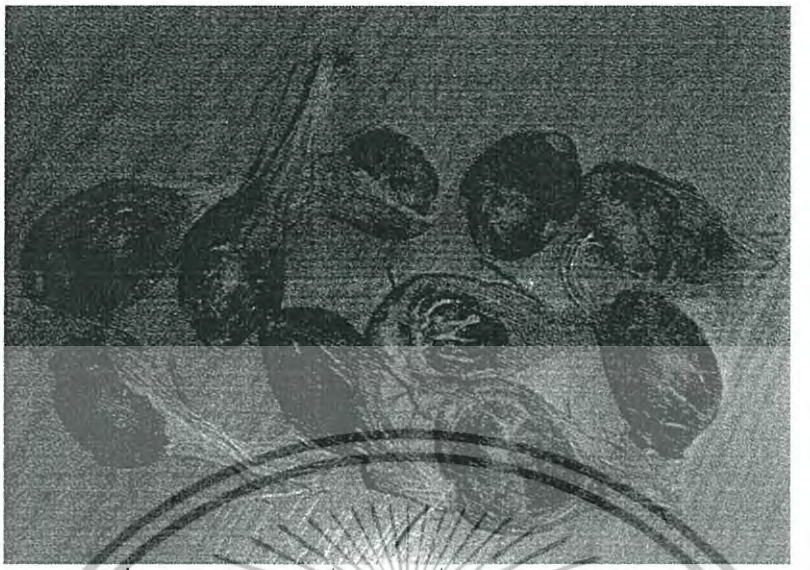
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.54 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)

5.3.7 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 400 วัตต์ (หัวละ 100 W) ที่เวลา 330 นาที และ 300 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.55 และ 5.56

ภาพที่ 5.55 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (พันธุ์ดูรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.56 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (พันธุ์เทอเนรา)

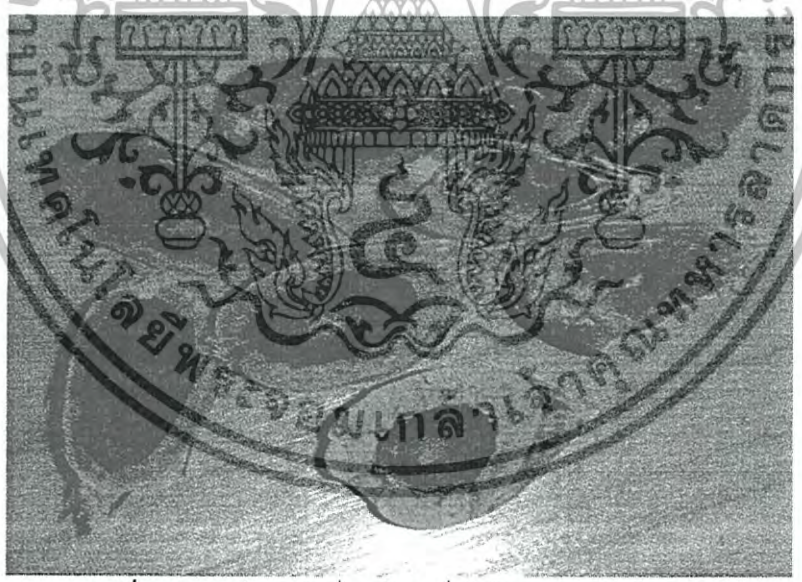
5.3.8 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 1800 วัตต์ (หัวละ 450 W) ที่เวลา 52 นาที และ 64 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.57 และ 5.58

ภาพที่ 5.57 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (พันธุ์ดูรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

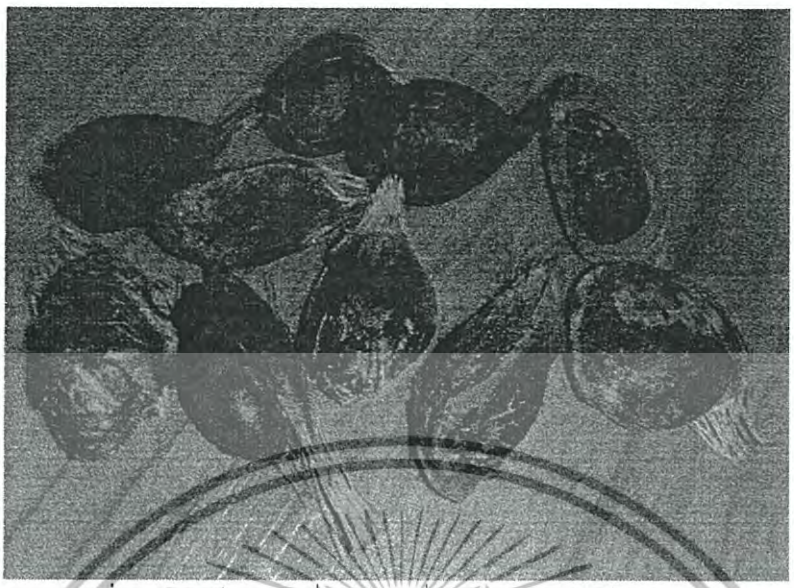
ภาพที่ 5.58 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (พันธุ์เทอเนรา)

5.3.9 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 4000 วัตต์ (หัวละ 1000 W) ที่เวลา 34 นาที และ 24 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.59 และ 5.60



ภาพที่ 5.59 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (พันธุ์ดูรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.60 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (พันธุ์เทอเนรา)

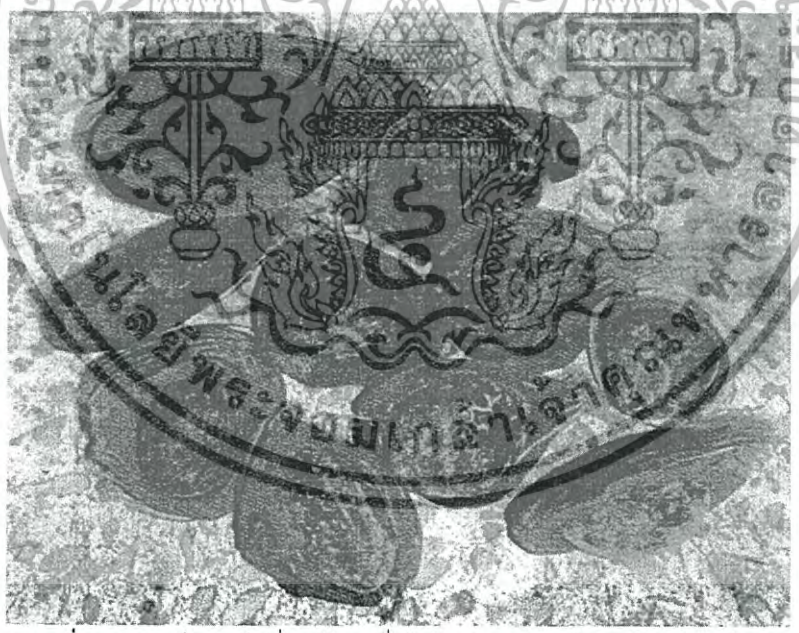
5.3.10 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ที่เวลา 48 นาที และ 66 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.61 และ 5.62

ภาพที่ 5.61 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

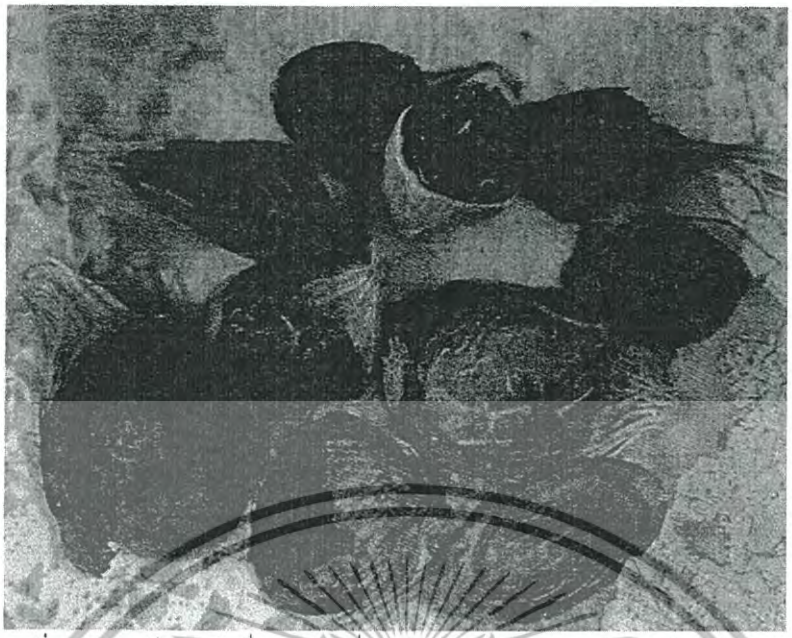
ภาพที่ 5.62 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)

5.3.11 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30 นาที และ 58 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.63 และ 5.64



ภาพที่ 5.63 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.64 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)

5.3.12 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ที่เวลา 28 นาที และ 44 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.65 และ 5.66

ภาพที่ 5.65 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)

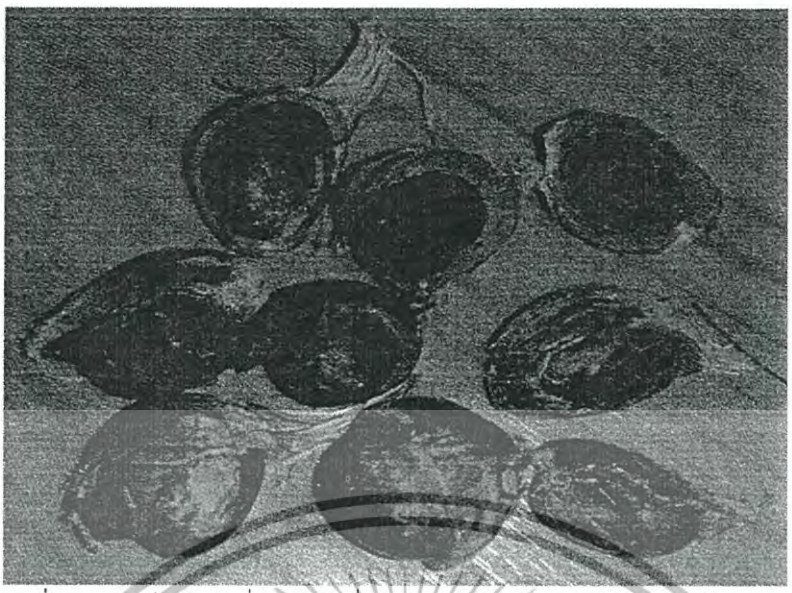
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.66 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)

5.3.13 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ที่เวลา 34 นาที และ 40 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.67 และ 5.68

ภาพที่ 5.67 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.68 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)

5.3.14 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ที่เวลา 26 นาที และ 30 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.69 และ 5.70

ภาพที่ 5.69 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)

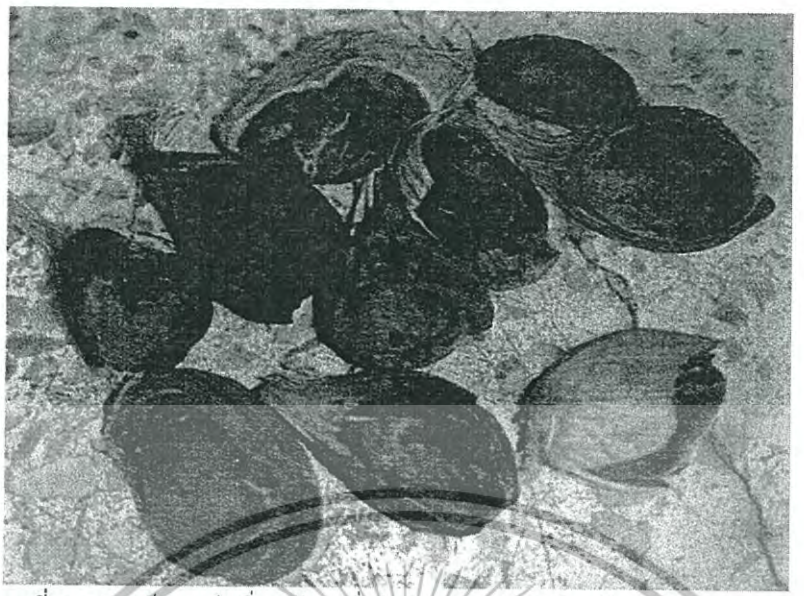
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.70 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)

5.3.15 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ที่เวลา 22 นาที และ 24 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.71 และ 5.72

ภาพที่ 5.71 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.72 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)

5.3.16 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ที่เวลา 26 นาที และ 22 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.73 และ 5.74

ภาพที่ 5.73 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.74 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)

5.3.17 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ที่เวลา 22 นาที และ 20 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.75 และ 5.76

ภาพที่ 5.75 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.76 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)

5.3.18 ภาพเมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ที่เวลา 18 นาที และ 14 นาที ตามลำดับพันธุ์เมล็ดปาล์ม ดังภาพที่ 5.77 และ 5.78

ภาพที่ 5.77 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

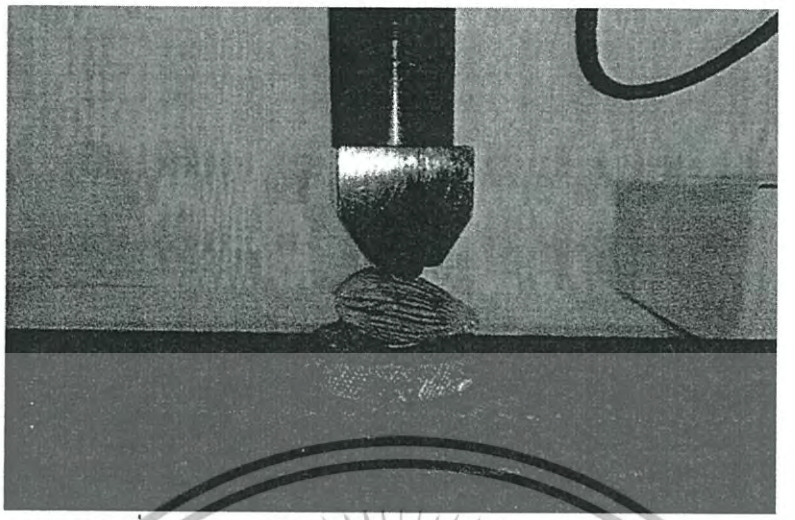
ภาพที่ 5.78 เมล็ดปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)

5.3.19 ภาพการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์มด้วยเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มหลังอบกับเครื่องอบเมล็ดในปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน ดังภาพที่ 5.79

ภาพที่ 5.79 การกะเทาะเมล็ดปาล์มด้วยเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.20 ภาพการทดลองกดเมล็ดปาล์มด้วยเครื่อง Compression Test ดังภาพที่ 5.74



ภาพที่ 5.80 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานของเมล็ดปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสรุปผล ค่าความชื้น แรงกด และเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ ได้ว่าการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟพลังงาน 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบน้อยและดีที่สุด เพราะอุณหภูมิยิ่งสูงความชื้นก็จะลดลงอย่างรวดเร็ว สายพันธุ์ดูราหลังอบอยู่ที่ 18 นาที และสายพันธุ์เทอเนราหลังอบอยู่ที่ 14 นาที เปอร์เซ็นต์การกะเทาะเมล็ดปาล์มหลังอบโดยใช้เครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มที่ความเร็วรอบ 625 rpm. สายพันธุ์ดูรามีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดใน มากที่สุด คือ 120.46 กรัม และ สายพันธุ์เทอเนรามีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดใน มากที่สุด คือ 187.23 กรัม มีช่องว่างระหว่างกะลาปาล์มและเมล็ดในปาล์มเฉลี่ยของสายพันธุ์ดูราที่ 1.100 มิลลิเมตร และสายพันธุ์เทอเนราที่ 2.256 มิลลิเมตร จากนั้นทดสอบความต้านทานแรงอัดในการกะเทาะสายพันธุ์ดูรา มีค่าเฉลี่ยแรงกดน้อยที่สุด คือ 632.50 นิวตัน และสายพันธุ์เทอเนรามีค่าเฉลี่ยแรงกดน้อยที่สุดคือ 193.00 นิวตัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่ใช้กับระยะเวลาการอบแล้ว ใช้ไฟฟ้าน้อยที่สุด เท่ากับ 1.7462 หน่วย

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรติด Timer Relays กำหนดเวลาควบคุมระบบไฟฟ้าของเครื่องจักรเพื่อสะดวกแก่การใช้งาน
2. ในการทดลองควรตรวจสอบการรั่วไหลของคลื่นไมโครเวฟทุกครั้ง โดยเครื่องวัดคลื่นไมโครเวฟ
3. ควรพัฒนา เพิ่มทางลัดในการกดปุ่มทำงานเครื่องไมโครเวฟ 4 ตัว ให้รวมเป็นปุ่มเดียวกันทั้งหมด เพื่อลดระยะเวลาให้สะดวกรวดเร็ว ยิ่งขึ้น
4. ควรติดแผ่นกระจายความร้อนภายในตู้อบ เพื่ออุณหภูมิจะได้ทั่วถึงทั้งห้องอบ
5. ในกระบวนการอบไม่ควรแยกสายพันธุ์ แต่ควรเลือกเวลาที่นานที่สุด จึงต้องทำการทดลองอุณหภูมิแต่ละสถานะตามผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1]เดลินิวส์ออนไลน์. สถานการณ์ปาล์มน้ำมันพื้นที่ภาคใต้. [online]. แหล่งที่เข้าถึง : http://www.dailynews.co.th/agriculture/324964 [1 มิถุนายน 2558]

[2] ศูนย์วิจัยปาล์มสุราษฎร์ธานีออนไลน์. ลักษณะพฤกษศาสตร์ปาล์มน้ำมัน. [online]. แหล่งที่เข้าถึง : http://www.doa.go.th/palm/linkTechnical/botany.html

[3] อนันตเดช แย้มหอม และคณะ. "ผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในอาหารข้นต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองไทย" ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2552.

[4] สุภิญญา ชูใจ และคณะ. "ผลของระดับเนื้อในเมล็ดยางพาราและกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนในแพะที่ได้รับหญ้าซิกแนลแห้งเป็นอาหารหลัก" ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2552.

[5] อโณทัย คำแป้น และคณะ. "การศึกษาการอบผลปาล์มด้วยไมโครเวฟเทียบกับการจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม COMSOL 4.0A" วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร, 2554.

[6] ไพฑูรย์ จุลนวล และคณะ. "เครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียง." วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร, 2554.

[7] กรจินันท์ จันทร์กาญจน์ และคณะ. "การพัฒนาเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับหลอดฮาโลเจน และลมร้อน" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร, 2555.

[8] วิฑูรย์ อบรม และคณะ. "อิทธิพลของตำแหน่งการป้อนคลื่นไมโครเวฟที่มีผลต่อการกระจายตัวของความร้อนภายในโหลดที่วางอยู่ในกล่องสี่เหลี่ยม" หน่วยวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์จากไมโครเวฟในงานวิศวกรรม (R.C.M.E.) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[9] ศุกดา ชีวะพันธ์ และคณะ. "เครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์ม" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร, 2554.

[10] C. O. Akubuo. "Palm Kernel and Shell Separator" Biosystems Engineering (2002) 81 (2) : 193-199

[11] ศ.ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล. เทคโนโลยีอบแห้งในอุตสาหกรรมอาหาร. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ผลการทดลองอบเมล็ดปาล์มด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ผลการอบด้วย Hot Air Oven ที่ 105 °C เพื่อหาความชื้นเริ่มต้น (เมล็ดปาล์มก่อนเข้าถังอบ Silo) (พันธุ์ดูรา) Grade A.

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)				ความชื้นเริ่มต้น
	0 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	
1	499.56	416.01	413.71	412.73	21.0379
2	502.38	418.14	415.41	414.03	21.3390
3	500.71	416.82	414.50	413.45	21.1053
4	498.61	415.77	412.66	411.33	21.2189
5	501.02	417.36	414.50	413.21	21.2506
6	500.22	416.60	413.44	413.00	21.1186
				ความชื้นเฉลี่ย	21.1783

ตารางที่ ก.2 ผลการอบด้วย Hot Air Oven ที่ 105 °C เพื่อหาความชื้นเริ่มต้น (เมล็ดปาล์มก่อนเข้าถังอบ Silo) (พันธุ์เทอเนรา) Grade A.

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)				ความชื้นเริ่มต้น
	0 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	
1	501.74	412.20	410.69	409.71	22.4622
2	500.86	409.71	408.00	406.94	23.0795
3	501.22	409.93	408.87	407.99	22.8510
4	500.77	409.61	408.02	407.81	22.7949
5	499.89	408.57	407.91	407.00	22.8230
6	499.98	408.72	408.33	407.90	22.5741
				ความชื้นเฉลี่ย	22.7641

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ผลการอบด้วย Hot Air Oven ที่ 105 °C เพื่อหาความชื้นเริ่มต้น (เมล็ดปาล์มก่อนเข้าเครื่องกะเทาะ) (พันธุ์ดูรา) Grade A.

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)				ความชื้นเริ่มต้น
	0 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	
1	501.29	448.37	440.68	438.06	14.4340
2	501.27	446.09	439.29	438.75	14.2495
3	500.15	443.81	440.91	437.05	14.4377
4	500.31	441.60	438.18	437.80	14.2782
5	501.42	439.10	437.82	436.81	14.7913
6	501.31	438.04	437.41	436.61	14.8187
				ความชื้นเฉลี่ย	14.5015

ตารางที่ ก.4 ผลการอบด้วย Hot Air Oven ที่ 105 °C เพื่อหาความชื้นเริ่มต้น (เมล็ดปาล์มก่อนเข้าเครื่องกะเทาะ) (พันธุ์เทอเนรา) Grade A.

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)				ความชื้นเริ่มต้น
	0 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	
1	502.38	442.47	441.32	441.12	13.8873
2	501.61	439.75	439.15	438.52	14.3870
3	502.82	440.04	439.98	439.91	14.3006
4	501.09	439.44	438.87	438.28	14.3310
5	501.17	438.58	437.06	436.73	14.7551
6	501.67	438.94	435.38	435.08	15.3052
				ความชื้นเฉลี่ย	14.4943

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 2 นาที ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	500.02	500.89	500.77	21.1783	21.1783	21.1783	21.1783
2	498.21	488.21	496.12	20.8149	18.5810	20.2410	19.8790
4	494.24	480.47	494.43	20.0117	16.9701	19.8992	18.9603
6	488.01	478.38	490.22	18.7351	16.5332	19.0404	18.1029
8	486.89	476.76	488.99	18.5051	16.1934	18.7888	17.8291
10	486.01	476.43	488.01	18.3240	16.1241	18.5880	17.6787
12	484.87	472.77	486.74	18.0889	15.3500	18.3271	17.2553
14	482.74	472.18	484.99	17.6476	15.2250	17.9663	16.9463
16	482.14	470.88	484.21	17.5232	14.9489	17.8052	16.7591
18	480.99	470.04	484.02	17.2841	14.7702	17.7659	16.6068
20	480.17	468.78	482.77	17.1133	14.5015	17.5070	16.3739
22	476.77	466.87	480.34	16.4002	14.0923	17.0011	15.8312
24	476.14	466.01	478.54	16.2679	13.9078	16.6250	15.6002
26	476.88	462.99	476.73	16.4231	13.2555	16.2453	15.3080
28	476.08	462.01	474.87	16.2550	13.0434	15.8536	15.0507
30	474.57	460.78	474.41	15.9368	12.7765	15.7566	14.8233
32	474.36	460.22	472.76	15.8926	12.6548	15.4076	14.6517
34	472.47	458.65	472.04	15.4925	12.3125	15.2551	14.3534
36	472.24	456.54	470.56	15.4438	11.8503	14.9406	14.0782
38	470.01	456.11	468.57	14.9694	11.7560	14.5159	13.7471

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 2 นาที ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	500.22	500.47	500.89	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
2	494.44	496.72	496.37	21.5951	22.0091	21.8534	21.8192
4	490.14	494.64	492.22	20.7178	21.5886	21.0103	21.1056
6	486.56	490.73	490.71	19.9820	20.7918	20.7026	20.4921
8	482.41	492.69	488.65	19.1217	21.1896	20.2810	20.1975
10	482.74	492.14	486.35	19.1901	21.0779	19.8081	20.0254
12	480.87	490.99	484.88	18.8012	20.8437	19.5050	19.7166
14	480.1	490.61	482.69	18.6408	20.7662	19.0513	19.4861
16	478.41	490.04	482.08	18.2876	20.6499	18.9247	19.2874
18	476.99	486.98	480.86	17.9899	20.0215	18.6710	18.8941
20	476.24	486.23	476.73	17.8324	19.8673	17.8047	18.5014
22	474.22	484.77	474.56	17.4064	19.5661	17.3474	18.1066
24	472.65	484.42	472.84	17.0742	19.4939	16.9837	17.8506
26	470.85	482.89	472.11	16.692	19.1770	16.8290	17.5660
28	470.47	480.67	470.55	16.6112	18.7152	16.4975	17.2746
30	470.02	480.09	468.97	16.5154	18.5943	16.1606	17.0901
32	468.78	478.86	468.34	16.2509	18.3375	16.0261	16.8715
34	468.11	478.21	466.79	16.1078	18.2016	15.6940	16.6678
36	466.79	474.87	466.13	15.8250	17.4982	15.5524	16.2919
38	466.21	474.54	464.56	15.7006	17.4287	15.2145	16.1146
40	464.88	474.01	462.88	15.4145	17.3169	14.8515	15.8610
42	464.37	472.16	462.21	15.3047	16.9250	14.7066	15.6454
44	462.56	468.47	460.87	14.9134	16.1374	14.4158	15.1555
46	458.74	466.68	460.24	14.0807	15.7538	14.2789	14.7045
48	454.21	464.78	458.74	13.0833	15.3450	13.9520	14.1268
50	452.09	464.11	456.25	12.6144	15.2007	13.4062	13.7404

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 2 นาที ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	500.51	498.30	497.57	21.1783	21.1783	21.1783	21.1783
2	497.65	495.72	494.93	20.6035	20.6578	20.6448	20.6354
4	492.53	492.57	491.67	19.5640	20.0183	19.9818	19.8547
6	488.83	489.04	487.44	18.8071	19.2965	19.1140	19.0725
8	485.32	485.78	484.32	18.0839	18.6254	18.4698	18.3930
10	481.42	482.94	480.93	17.2738	18.0373	17.7649	17.6920
12	477.04	480.88	478.46	16.3556	17.6089	17.2487	17.0711
14	474.64	478.24	476.57	15.8500	17.0569	16.8521	16.5863
16	471.69	476.77	474.37	15.2246	16.7486	16.3892	16.1208
18	469.88	474.09	471.96	14.8393	16.1833	15.8777	15.6334
20	469.90	472.30	470.19	14.8436	15.8043	15.5012	15.3830
22	468.18	470.54	468.04	14.4762	15.4303	15.0419	14.9828
24	466.93	469.25	467.27	14.2085	15.1554	14.8771	14.7470
26	462.88	468.16	466.06	13.3336	14.9225	14.6175	14.2912
28	463.74	466.54	464.73	13.5190	14.5753	14.3313	14.1419
30	462.57	465.47	463.66	13.2661	14.3454	14.1005	13.9040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 2 นาที ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	501.51	500.36	500.3	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
2	497.84	498.33	497.47	22.0269	22.3567	22.1932	22.1922
4	492.51	496.09	495.08	20.9447	21.9052	21.7104	21.5201
6	488.81	492.73	490.80	20.1877	21.2232	20.8384	20.7498
8	485.22	490.31	487.50	19.4478	20.7297	20.1614	20.1130
10	482.08	487.39	483.94	18.7965	20.1306	19.4258	19.4510
12	479.21	484.98	481.23	18.1976	19.6336	18.8627	18.8980
14	475.95	481.80	478.60	17.5127	18.9736	18.3132	18.2665
16	473.25	479.88	475.10	16.9421	18.5735	17.5765	17.6974
18	471.03	476.90	472.37	16.4708	17.9487	16.9985	17.1393
20	469.22	475.48	470.44	16.0851	17.6500	16.5883	16.7745
22	466.37	473.17	468.30	15.4740	17.1618	16.1313	16.2557
24	464.45	472.06	467.17	15.0606	16.9267	15.8894	15.9589
26	463.99	470.27	463.94	14.9614	16.5460	15.1932	15.5669
28	462.72	468.30	462.57	14.6870	16.1254	14.8970	15.2365
30	460.92	465.97	461.37	14.2965	15.6253	14.6370	14.8529
32	459.41	465.89	459.86	13.9678	15.6082	14.3086	14.6282
34	458.04	461.87	458.72	13.6687	14.7378	14.0601	14.1555
36	456.12	460.77	455.94	13.2477	14.4991	13.4503	13.7324

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 2 นาที ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	499.40	500.07	500.46	21.1783	21.1783	21.1783	21.1783
2	494.03	497.3	496.51	20.0913	20.6212	20.3827	20.3651
4	489.03	493.53	493.65	19.0688	19.8574	19.8033	19.5765
6	485.22	489.63	488.74	18.2836	19.0608	18.7987	18.7144
8	482.29	486.30	485.60	17.6761	18.3761	18.1521	18.0681
10	479.32	483.17	482.25	17.0565	17.7283	17.4574	17.4141
12	476.76	480.60	479.61	16.5195	17.1935	16.9070	16.8733
14	473.72	477.35	476.40	15.8778	16.5127	16.2332	16.2079
16	471.68	475.46	473.93	15.4453	16.1152	15.7120	15.7575
18	468.86	473.21	471.69	14.8438	15.6397	15.2371	15.2402
20	465.04	471.58	470.55	14.0224	15.2940	14.9948	14.7704
22	463.32	469.70	468.22	13.6512	14.8938	14.4972	14.3474
24	461.12	467.89	466.57	13.1741	14.5069	14.1436	13.9415

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.10 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 2 นาที ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	500.61	499.07	500.12	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
2	497.93	497.40	497.48	22.2258	22.4283	22.2334	22.2958
4	491.71	493.80	492.03	20.9609	21.6993	21.1257	21.2619
6	488.11	489.90	486.01	20.2233	20.9032	19.8871	20.3379
8	483.77	487.56	479.75	19.3262	20.4232	18.5822	19.4439
10	480.85	483.30	475.20	18.7189	19.5418	17.6247	18.6285
12	477.73	480.17	472.80	18.0658	18.8900	17.1171	18.0243
14	474.00	477.13	466.66	17.2789	18.2528	15.8014	17.1110
16	470.52	474.20	463.46	16.5393	17.6349	15.1109	16.4284
18	467.67	472.21	460.93	15.9299	17.2135	14.5620	15.9018
20	466.32	468.78	457.45	15.6404	16.4818	13.8013	15.3078
22	463.24	465.22	455.89	14.9755	15.7166	13.4591	14.7171
24	461.44	462.99	453.66	14.5855	15.2349	12.9675	14.2626
26	458.88	459.31	451.96	14.0276	14.4337	12.5914	13.6842
28	456.11	457.02	449.99	13.4203	13.9327	12.1536	13.1688

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.11 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุก ๆ 15 นาที พลังงาน 400 W (หัวละ 100 W) (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	499.03	501.87	500.94	21.1738	21.1738	21.1738	21.1738
15	496.24	498.99	497.39	20.6115	20.5966	20.4600	20.5560
30	493.79	496.84	494.73	20.1153	20.1638	19.9223	20.0671
45	491.83	494.70	492.37	19.7167	19.7312	19.4429	19.6302
60	489.14	491.34	490.77	19.1667	19.0473	19.1168	19.1102
75	485.31	487.82	486.35	18.3775	18.3257	18.2079	18.3037
90	482.83	482.84	483.26	17.8638	17.2943	17.5684	17.5755
105	480.74	480.79	481.89	17.4290	16.8679	17.2841	17.1936
120	479.05	477.14	477.55	17.0762	16.1029	16.3752	16.5181
135	477.39	476.22	476.14	16.7284	15.9097	16.0790	16.2390
150	475.90	474.31	475.01	16.4153	15.5070	15.8411	15.9211
165	474.00	472.46	473.21	16.0144	15.1154	15.4607	15.5301
180	472.11	470.61	472.01	15.6140	14.7222	15.2064	15.1808
195	470.22	468.76	469.61	15.2120	14.3275	14.6953	14.7449
210	469.20	467.81	468.52	14.9946	14.1244	14.4626	14.5272
225	468.18	466.86	467.43	14.7767	13.9209	14.2294	14.3090
240	467.17	465.91	466.34	14.5605	13.7169	13.9956	14.0910
255	466.16	464.96	465.24	14.3438	13.5125	13.7591	13.8718
270	465.02	464.53	464.60	14.0986	13.4199	13.6213	13.7132
285	464.01	463.00	463.96	13.8809	13.0894	13.4833	13.4845
300	463.16	462.07	463.06	13.6970	12.8888	13.2885	13.2914
315	462.31	461.15	462.16	13.5131	12.6882	13.0938	13.0983
330	460.86	459.50	460.51	13.1984	12.3291	12.7355	12.7543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.12 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุก ๆ 15 นาที พลังงาน 400 W (หัวละ 100 W) (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	503.08	500.59	501.64	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
15	498.90	496.53	497.33	21.9262	21.9464	21.8974	21.9233
30	494.72	492.48	493.01	21.0812	21.1240	21.0211	21.0754
45	490.54	488.43	488.69	20.2290	20.2948	20.1371	20.2203
60	486.36	484.38	484.37	19.3263	19.4175	19.2007	19.3148
75	483.98	481.00	481.79	18.8345	18.7147	18.6651	18.7381
90	481.60	477.62	479.21	18.3403	18.0070	18.1267	18.1580
105	479.22	474.24	476.63	17.8436	17.2942	17.5853	17.5743
120	476.85	470.87	474.05	17.3319	16.5483	17.0237	16.9679
135	475.11	469.19	471.93	16.9656	16.1902	16.5744	16.5767
150	473.37	467.51	469.81	16.5980	15.8308	16.1231	16.1839
165	471.63	466.01	467.69	16.2290	15.5089	15.6698	15.8025
180	469.90	464.17	465.57	15.8528	15.1048	15.2022	15.3866
195	468.35	462.61	463.95	15.5218	14.7675	14.8530	15.0474
210	466.80	461.05	462.34	15.1897	14.4291	14.5047	14.7078
225	465.25	459.49	460.73	14.8565	14.0895	14.1552	14.3670
240	463.71	457.94	459.12	14.5179	13.7443	13.7973	14.0198
255	460.96	454.85	456.16	13.9213	13.0649	13.1484	13.3782
270	458.21	451.77	453.20	13.3211	12.3831	12.4952	12.7331
285	455.46	448.69	450.24	12.7173	11.6966	11.8377	12.0883
300	452.72	445.61	447.28	12.1120	11.1759	11.1759	11.4311

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.13 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุก ๆ 2 นาที พลังงาน 1800 W (หัวละ 450 W) (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	501.13	500.15	500.94	21.1783	21.1783	21.1783	21.1783
2	497.10	497.37	498.22	20.3675	20.6193	20.6323	20.5397
4	496.58	495.60	496.18	20.2628	20.2622	20.2212	20.2487
6	495.24	493.83	494.23	19.9923	19.9037	19.8266	19.9075
8	490.55	490.83	488.35	19.0362	19.2925	18.6226	18.9838
10	491.02	490.77	487.27	19.1319	19.2803	18.4009	18.9377
12	491.17	490.65	486.41	19.1624	19.2559	18.2241	18.8808
14	489.33	486.47	485.01	18.7864	18.3966	17.9355	18.3728
16	488.75	483.07	483.73	18.6678	17.6928	17.6708	18.0105
18	487.62	478.34	480.28	18.4360	16.7039	16.9525	17.3642
20	486.71	474.47	480.06	18.2490	15.8883	16.9067	17.0147
22	486.01	473.69	479.89	18.1050	15.7236	16.8713	16.9000
24	485.26	472.56	479.20	17.9505	15.4845	16.7273	16.7207
26	484.14	471.38	478.26	17.7191	15.2342	16.5307	16.4947
28	483.41	470.59	478.01	17.5681	15.0663	16.4784	16.3709
30	482.68	469.67	477.26	17.4169	14.8704	16.3213	16.2029
32	480.95	469.06	476.45	17.0572	14.7404	16.1513	15.9829
34	480.08	468.24	475.62	16.8759	14.5652	15.9768	15.8060
36	479.64	467.36	474.18	16.7842	14.3769	15.6731	15.6114
38	478.56	466.16	473.02	16.5585	14.1195	15.4278	15.3686
40	477.62	465.23	472.65	16.3617	13.9196	15.3496	15.2103
42	476.21	464.28	471.47	16.0656	13.7150	15.0993	14.9600
44	475.36	463.32	470.23	15.8868	13.5078	14.8356	14.7434
46	474.57	462.58	469.12	15.7204	13.3478	14.5990	14.5557
48	473.23	461.14	468.64	15.4372	13.0356	14.4965	14.3231
50	472.98	460.67	467.58	15.3843	12.9335	14.2698	14.1959
52	472.01	459.47	466.99	15.1788	12.6724	14.1435	13.9982

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.14 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุก ๆ 2 นาที พลังงาน 1800 W (หัวละ 450 W) (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	501.76	500.77	500.84	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
2	498.59	496.51	493.93	22.1283	21.9061	21.3651	21.7998
4	494.92	495.75	492.65	21.3867	21.7528	21.1053	21.4149
6	492.37	491.94	490.62	20.8688	20.9783	20.6915	20.8462
8	489.99	488.90	487.12	20.3831	20.3565	19.9730	20.2375
10	487.24	486.38	485.74	19.8187	19.8384	19.6889	19.7820
12	486.84	487.66	483.85	19.7365	20.1008	19.2983	19.7119
14	485.63	485.54	482.55	19.4874	19.6642	19.0289	19.3935
16	485.09	483.69	482.04	19.3761	19.2817	18.9231	19.1936
18	480.29	480.32	481.98	18.3767	18.5801	18.9106	18.6225
20	477.49	476.99	480.42	17.7903	17.8820	18.5859	18.0860
22	476.64	475.21	479.85	17.6119	17.5074	18.4671	17.8622
24	475.66	474.49	478.32	17.4059	17.3557	18.1472	17.6363
26	474.87	472.36	476.01	17.2395	16.9048	17.662	17.2687
28	474.05	471.14	475.53	17.0666	16.6458	17.5610	17.0911
30	473.89	470.85	474.36	17.0328	16.5842	17.3144	16.9771
32	472.58	469.79	472.77	16.7556	16.3586	16.9781	16.6974
34	472.01	468.99	471.23	16.6348	16.1880	16.6512	16.4914
36	470.56	468.03	470.54	16.3267	15.9829	16.5046	16.2714
38	468.99	467.67	469.43	15.9919	15.9059	16.2681	16.0553
40	468.14	466.65	468.87	15.8104	15.6873	16.1487	15.8821
42	467.57	465.75	467.62	15.6885	15.4941	15.8814	15.6880
44	466.67	464.23	466.45	15.4956	15.1667	15.6306	15.4309
46	465.98	463.59	465.89	15.3475	15.0286	15.5104	15.2955
48	465.01	462.26	465.01	15.1389	14.7409	15.3211	15.0670
50	464.87	461.36	464.99	15.1088	14.5458	15.3168	14.9905
52	464.04	460.31	464.75	14.9299	14.3177	15.2652	14.8376

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54	463.58	459.56	463.98	14.8307	14.1545	15.0992	14.6948
56	463.03	458.75	463.76	14.7119	13.9780	15.0518	14.5806
58	462.99	457.68	463.26	14.7033	13.7442	14.9439	14.4638
60	462.80	456.23	462.89	14.6622	13.4263	14.8639	14.3175
62	462.63	454.48	462.55	14.6255	13.0413	14.7904	14.1524
64	462.23	453.79	462.49	14.5390	12.8892	14.7774	14.0685

ตารางที่ ก.15 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุก ๆ 2 นาที พลังงาน 4000 W (หัวละ 1000 W) (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	500.28	500.56	501.26	21.1783	21.1783	21.1783	21.1783
2	497.62	494.75	497.13	20.6437	20.0039	20.3475	20.3317
4	493.50	491.70	492.03	19.8089	19.3836	19.3110	19.5011
6	488.60	488.78	489.88	18.8060	18.7862	18.8721	18.8214
8	486.52	484.48	487.01	18.3785	17.8987	18.2828	18.1866
10	484.23	482.36	485.87	17.9055	17.4592	18.0481	17.8043
12	483.74	480.09	483.31	17.8043	16.9863	17.5185	17.4363
14	482.80	479.40	482.36	17.6096	16.8424	17.3215	17.2578
16	480.71	477.16	480.22	17.1748	16.3730	16.8759	16.8079
18	478.27	475.88	478.41	16.6646	16.1040	16.4975	16.4220
20	476.33	473.02	476.27	16.2573	15.4994	16.0482	15.9350
22	475.74	470.67	473.30	16.1333	15.0001	15.4207	15.5180
24	474.42	468.71	471.95	15.8551	14.5819	15.1347	15.1905
26	472.23	466.66	471.01	15.3913	14.1426	14.9351	14.8230
28	470.05	464.46	469.77	14.9275	13.6689	14.6711	14.4225
30	469.89	462.03	467.22	14.8935	13.1430	14.1253	14.0539
32	468.64	463.47	466.26	14.6268	13.4537	13.9195	14.0000
34	467.55	462.69	465.17	14.3936	13.2851	13.6851	13.7880

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.16 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุก ๆ 2 นาที พลังงาน 4000 W (หัวละ 1000 W) (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	500.52	500.09	500.3	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
2	488.19	487.69	491.27	20.2384	20.2215	20.9260	20.4619
4	483.01	480.35	486.53	19.1660	18.6934	19.9517	19.2704
6	479.92	478.35	479.76	18.5221	18.2753	18.5406	18.4460
8	469.16	472.01	472.38	16.2286	16.9321	16.9783	16.7130
10	464.08	470.14	470.29	15.1340	16.5344	16.5339	16.0674
12	459.57	468.47	468.13	14.1526	16.1779	16.0725	15.4677
14	454.51	466.25	466.70	13.0394	15.7017	15.7661	14.8357
16	452.30	465.99	464.45	12.5507	15.6459	15.2816	14.4928
18	450.22	465.04	462.20	12.0888	15.4417	14.7948	14.1084
20	448.07	464.52	459.89	11.6089	15.3297	14.2925	13.7437
22	445.78	464.04	456.61	11.0952	15.2263	13.5742	13.2986
24	443.98	463.88	453.18	10.6898	15.1918	12.8173	12.8996

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.17 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (400 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	501.59	500.32	500.16	21.1783	21.1783	21.1783	21.1783
2	498.56	498.21	498.03	20.5705	20.7547	20.7506	20.6919
4	496.47	495.84	496.16	20.1495	20.2768	20.3737	20.2667
6	494.88	494.18	494.53	19.8282	19.9408	20.0441	19.9377
8	492.49	492.57	492.90	19.3429	19.6140	19.7134	19.5568
10	489.34	491.00	491.26	18.6992	19.2942	19.3795	19.1243
12	488.00	489.00	489.65	18.4246	18.8852	19.0507	18.7869
14	487.49	487.53	488.07	18.3200	18.5837	18.7270	18.5436
16	486.15	486.15	486.60	18.0444	18.2999	18.4249	18.2564
18	485.13	484.81	485.16	17.8341	18.0235	18.1281	17.9952
20	482.41	483.50	483.81	17.2703	17.7525	17.8491	17.6240
22	481.05	481.00	481.00	16.9876	17.2328	17.2649	17.1617
24	479.28	479.00	479.00	16.6183	16.8152	16.8473	16.7603
26	478.69	478.00	478.00	16.4950	16.6060	16.6381	16.5797
28	476.00	476.00	477.00	15.9299	16.1859	16.4285	16.1814
30	474.76	474.00	475.00	15.6687	15.7639	16.0074	15.8133
32	473.45	472.00	473.32	15.3920	15.3402	15.6525	15.4616
34	472.00	471.00	471.68	15.0848	15.1279	15.3048	15.1725
36	471.00	470.00	470.04	14.8725	14.9151	14.9559	14.9145
38	470.00	469.00	468.41	14.6597	14.7019	14.6079	14.6565
40	469.00	468.00	467.00	14.4465	14.4882	14.3060	14.4136
42	468.00	467.00	466.00	14.2328	14.2741	14.0914	14.1994
44	467.02	466.75	466.00	14.0230	14.2205	14.0914	14.1116
46	466.95	466.08	465.00	14.0080	14.0768	13.8763	13.9870
48	466.75	465.11	465.00	13.9652	13.8682	13.8763	13.9032

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.18 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (400 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2นาที (อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	501.55	500.74	501.21	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
2	500.12	493.89	498.34	22.4782	21.3772	22.1882	22.0145
4	497.88	489.77	497.23	22.0283	20.5359	21.9650	21.5097
6	494.50	488.47	494.85	21.3447	20.2698	21.4840	21.0328
8	493.68	487.41	493.97	21.1786	20.0523	21.3058	20.8456
10	492.98	486.99	493.21	21.0366	19.9661	21.1518	20.7182
12	492.15	484.90	492.30	20.8680	19.5351	20.9669	20.4567
14	490.82	484.36	491.16	20.5970	19.4236	20.7348	20.2518
16	490.06	483.26	490.29	20.4419	19.1960	20.5574	20.0651
18	489.25	482.61	489.96	20.2764	19.0613	20.4900	19.9426
20	488.61	481.76	489.09	20.1454	18.8848	20.3121	19.7808
22	486.67	480.58	487.64	19.7468	18.6393	20.0148	19.4669
24	486.13	479.92	486.50	19.6357	18.5018	19.7804	19.3060
26	486.26	478.19	485.35	19.6624	18.1400	19.5435	19.1153
28	485.63	477.47	484.18	19.5327	17.9892	19.3019	18.9413
30	484.65	476.63	483.71	19.3305	17.8130	19.2047	18.7827
32	484.02	475.84	482.35	19.2003	17.6469	18.9227	18.5900
34	482.81	474.81	481.72	18.9497	17.4300	18.7920	18.3906
36	482.44	473.50	480.71	18.8730	17.1534	18.5819	18.2027
38	481.06	473.03	479.44	18.5862	17.0540	18.3170	17.9857
40	479.35	470.51	478.23	18.2294	16.5184	18.0639	17.6039
42	478.39	469.37	477.21	18.0287	16.2755	17.8502	17.3848
44	477.44	468.22	476.18	17.8298	16.0299	17.6339	17.1645
46	476.44	467.03	475.12	17.6199	15.7751	17.4108	16.9353
48	475.47	465.87	474.08	17.4159	15.5261	17.1914	16.7111
50	474.49	464.71	473.04	17.2093	15.2765	16.9716	16.4858
52	473.52	463.55	472.00	17.0045	15.0263	16.7512	16.2607
54	472.55	462.39	470.96	16.7992	14.7754	16.5304	16.0350

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

56	471.58	461.23	469.92	16.5935	14.5239	16.3091	15.8088
58	470.60	460.07	468.88	16.3853	14.2717	16.0873	15.5814
60	469.63	458.91	467.84	16.1787	14.0190	15.8650	15.3542
62	468.66	457.75	466.80	15.9718	13.7656	15.6422	15.1265
64	467.69	456.59	465.76	15.7644	13.5115	15.4189	14.8983

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
66	466.72	455.43	464.72	15.5565	13.2568	15.1951	14.6695
68	465.75	454.27	463.68	15.3483	13.0014	14.9708	14.4402
70	464.77	453.11	462.64	15.1374	12.7454	14.7460	14.2096
72	463.80	451.94	461.60	14.9283	12.4866	14.5207	13.9785
74	462.83	450.78	460.56	14.7187	12.2292	14.2949	13.7476
66	466.72	455.43	464.72	15.5565	13.2568	15.1951	14.6695

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.19 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (400 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 95องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	500.66	500.24	499.98	21.1783	21.1783	21.1783	21.1783
2	496.90	498.64	496.19	20.4216	20.8574	20.4144	20.5645
4	493.16	494.72	493.20	19.6632	20.0650	19.8082	19.8455
6	490.33	491.87	489.90	19.0860	19.4856	19.1346	19.2354
8	487.23	488.56	487.54	18.4498	18.8081	18.6505	18.6361
10	483.36	485.38	483.64	17.6491	18.1529	17.8441	17.8821
12	479.93	481.86	480.86	16.9344	17.4224	17.2660	17.2076
14	477.69	479.51	479.23	16.4655	16.9323	16.9259	16.7746
16	475.37	476.95	475.96	15.9775	16.3956	16.2388	16.2040
18	473.63	475.15	474.05	15.6101	16.0168	15.8359	15.8209
20	472.90	473.30	472.60	15.4557	15.6259	15.5291	15.5369
22	471.09	471.50	470.25	15.0715	15.2441	15.0294	15.1150
24	469.52	469.93	469.64	14.7371	14.9100	14.8995	14.8489
26	466.55	468.46	467.83	14.1005	14.5963	14.5126	14.4031
28	466.47	467.17	466.62	14.0834	14.3201	14.2533	14.2189
30	465.37	466.16	465.54	13.8470	14.1035	14.0213	13.9906

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.20 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (400 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 95องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	502.30	500.48	500.97	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
2	499.94	498.95	499.02	22.2920	22.4575	22.3733	22.3743
4	497.01	497.58	497.55	21.7025	22.1821	22.0779	21.9875
6	494.90	495.65	495.14	21.2762	21.7927	21.5912	21.5534
8	492.84	494.18	493.22	20.8582	21.4953	21.2019	21.1851
10	491.01	492.47	491.17	20.4855	21.1480	20.7845	20.8060
12	489.32	491.01	489.55	20.1401	20.8507	20.4536	20.4815
14	487.43	489.17	487.97	19.7524	20.4746	20.1298	20.1189
16	485.61	487.76	485.74	19.3776	20.1855	19.6707	19.7446
18	484.27	486.04	484.13	19.1009	19.8316	19.3382	19.4235
20	483.13	485.11	482.93	18.8649	19.6399	19.0897	19.1982
22	481.47	483.73	481.62	18.5201	19.3546	18.8177	18.8975
24	480.28	482.95	480.81	18.2724	19.1931	18.6492	18.7049
26	479.82	481.83	478.96	18.1765	18.9606	18.2629	18.4667
28	478.95	480.62	478.03	17.9948	18.7089	18.0684	18.2574
30	477.82	479.23	477.19	17.7583	18.4188	17.8924	18.0232
32	476.54	478.68	475.90	17.4897	18.3039	17.6213	17.8050
34	475.60	476.42	475.06	17.2921	17.8296	17.4445	17.5221
36	474.38	475.61	473.40	17.0349	17.6593	17.0938	17.2627
38	471.03	473.47	470.49	16.3237	17.2073	16.4753	16.6688
40	469.56	472.11	468.98	16.0107	16.9192	16.1534	16.3611
42	468.09	470.76	467.48	15.6966	16.6324	15.8325	16.0538
44	466.62	469.40	465.98	15.3816	16.3427	15.5106	15.7450
46	465.11	468.00	464.43	15.0569	16.0436	15.1768	15.4258
48	463.62	466.62	462.91	14.7355	15.7478	14.8485	15.1106
50	462.14	465.25	461.40	14.4144	15.4542	14.5210	14.7965
52	460.65	463.88	459.88	14.0916	15.1581	14.1907	14.4801
54	459.16	462.51	458.36	13.7678	14.8610	13.8593	14.1627
56	457.67	461.13	456.84	13.4418	14.5625	13.5264	13.8436
58	456.18	459.75	455.32	13.1151	14.2624	13.1925	13.5234

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.21 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (400 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	499.87	501.21	500.44	21.1783	21.1783	21.1783	21.1783
2	495.13	498.14	496.95	20.2209	20.5620	20.4760	20.4196
4	491.41	495.18	494.19	19.4639	19.9642	19.9175	19.7819
6	488.52	496.66	490.55	18.8723	20.2622	19.1755	19.4367
8	485.71	488.82	488.18	18.2938	18.6583	18.6900	18.5474
10	482.31	485.49	484.30	17.5889	17.9724	17.8888	17.8167
12	479.79	481.72	481.35	17.0636	17.1898	17.2760	17.1765
14	477.23	479.07	479.14	16.5272	16.6367	16.8147	16.6595
16	475.36	476.30	475.74	16.1338	16.0551	16.1000	16.0963
18	473.12	474.71	473.91	15.6604	15.7201	15.7139	15.6981
20	470.47	472.94	472.78	15.0971	15.3459	15.4749	15.3060
22	468.66	471.08	470.71	14.7109	14.9511	15.0351	14.8990
24	466.61	468.30	469.29	14.2716	14.3574	14.7325	14.4538
26	465.67	466.35	466.09	14.0697	13.9393	14.0460	14.0183
28	465.16	465.84	465.26	13.9601	13.8298	13.8676	13.8858

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.22 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (400 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	501.85	499.83	500.88	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
2	499.98	498.49	499.02	22.3901	22.4953	22.3914	22.4256
4	496.61	496.43	496.03	21.7115	22.0803	21.7886	21.8601
6	494.55	494.23	492.75	21.2949	21.6352	21.1229	21.3510
8	492.12	492.81	489.35	20.8012	21.3470	20.4281	20.8588
10	490.40	490.42	486.80	20.4504	20.8597	19.9043	20.4048
12	488.58	488.60	485.33	20.0779	20.4872	19.6014	20.0555
14	486.45	486.83	482.00	19.6401	20.1236	18.9105	19.5581
16	484.25	484.92	479.92	19.1857	19.7298	18.4771	19.1309
18	482.59	483.70	478.41	18.8418	19.4775	18.1615	18.8269
20	481.68	481.76	476.43	18.6528	19.0748	17.7459	18.4912
22	479.91	479.75	475.41	18.2840	18.6559	17.5314	18.1571
24	478.78	478.41	474.06	18.0480	18.3758	17.2466	17.8901
26	477.26	476.35	472.97	17.7295	17.9433	17.0161	17.5630
28	475.65	474.98	471.74	17.3910	17.6549	16.7554	17.2671
30	472.72	472.89	467.08	16.7712	17.2129	15.7577	16.5806
32	470.62	470.85	464.68	16.3250	16.7797	15.2412	16.1153
34	468.78	469.06	462.55	15.9325	16.3981	14.7807	15.7038
36	466.94	467.27	460.42	15.5384	16.0150	14.3181	15.2905
38	465.13	465.51	458.32	15.1493	15.6369	13.8599	14.8820
40	463.28	463.70	456.17	14.7500	15.2466	13.3886	14.4617
42	461.42	461.90	454.03	14.3469	14.8569	12.9173	14.0403
44	459.57	460.09	451.88	13.9443	14.4635	12.4415	13.6164

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.23 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (1800 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	500.74	501.09	500.56	21.1783	21.1783	21.1783	21.1783
2	496.44	497.84	496.26	20.3121	20.5254	20.3118	20.3831
4	493.14	494.59	494.95	19.6429	19.8683	20.0471	19.8528
6	490.83	492.34	492.65	19.1723	19.4113	19.5802	19.3879
8	487.53	490.09	490.35	18.4954	18.9522	19.1112	18.8529
10	484.23	488.84	488.04	17.8139	18.6965	18.6379	18.3828
12	481.93	486.59	486.74	17.3366	18.2341	18.3708	17.9805
14	478.63	485.34	484.44	16.6472	17.9766	17.8960	17.5066
16	475.32	483.08	482.13	15.9508	17.5087	17.4169	16.9588
18	476.02	480.83	479.83	16.0979	17.0408	16.9375	16.6921
20	474.72	478.58	477.53	15.8240	16.5706	16.4559	16.2835
22	472.42	475.33	475.22	15.3372	15.8869	15.9698	15.7313
24	470.12	473.08	472.92	14.8479	15.4113	15.4835	15.2476
26	469.81	471.83	470.62	14.7819	15.1464	14.9947	14.9744
28	468.51	469.58	468.31	14.5045	14.6672	14.5015	14.5577
30	467.02	468.32	467.78	14.1854	14.3982	14.3882	14.3239
32	466.99	467.21	466.23	14.1790	14.1606	14.0557	14.1318
34	465.21	466.33	465.01	13.7964	13.9719	13.7934	13.8539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.24 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (1800 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	499.87	502.34	500.08	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
2	493.83	497.20	497.98	21.5410	21.7303	22.3424	21.8712
4	489.79	492.06	495.87	20.7161	20.6857	21.9168	21.1062
6	484.76	489.92	493.77	19.6785	20.2489	21.4915	20.4730
8	480.72	485.78	491.66	18.8381	19.3966	21.0624	19.7657
10	478.68	481.64	489.56	18.4119	18.5371	20.6334	19.1941
12	474.64	478.50	487.45	17.5607	17.8809	20.2006	18.5474
14	470.60	476.36	485.35	16.7023	17.4316	19.7679	17.9673
16	469.57	474.23	483.24	16.4829	16.9825	19.3312	17.5989
18	468.43	472.34	481.89	16.2395	16.5823	19.0511	17.2910
20	467.30	471.46	480.53	15.9977	16.3957	18.7681	17.0538
22	466.16	470.58	476.17	15.7532	16.2087	17.8524	16.6048
24	465.03	469.70	474.82	15.5102	16.0213	17.5681	16.3665
26	463.89	468.82	472.46	15.2644	15.8336	17.0686	16.0556
28	462.76	467.94	470.10	15.0203	15.6456	16.5666	15.7441
30	462.30	465.25	468.51	14.9207	15.0674	16.2272	15.4051
32	461.26	463.11	466.41	14.6953	14.6053	15.7770	15.0258
34	460.22	461.97	464.30	14.4693	14.3585	15.3225	14.7168
36	459.19	460.83	462.20	14.2450	14.1111	14.8682	14.4081
38	458.15	459.69	460.09	14.0180	13.8631	14.4096	14.0969
40	457.11	458.55	457.99	13.7905	13.6145	13.9510	13.7853

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.25 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (1800 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 95องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	500.88	500.01	489.89	21.1783	21.1783	21.1783	21.1783
2	496.77	495.03	486.46	20.3509	20.1723	20.4732	20.3321
4	492.67	490.04	484.04	19.5187	19.1540	19.9732	19.5486
6	489.56	486.06	479.61	18.8834	18.3351	19.0495	18.7560
8	486.46	483.07	475.19	18.2462	17.7162	18.1194	18.0272
10	483.35	480.09	471.76	17.6028	17.0955	17.3923	17.3635
12	481.25	476.11	467.34	17.1664	16.2595	16.4465	16.6241
14	478.14	474.12	465.91	16.5160	15.8398	16.1396	16.1651
16	476.04	471.14	463.49	16.0748	15.2073	15.6175	15.6332
18	473.87	468.33	460.45	15.6169	14.6073	14.9573	15.0605
20	470.71	465.52	458.41	14.9456	14.0037	14.5122	14.4872
22	469.54	464.71	456.37	14.6964	13.8294	14.0652	14.1970
24	468.02	465.21	454.77	14.3716	13.9368	13.7134	14.0073
26	467.23	465.01	453.77	14.2025	13.8938	13.4930	13.8631

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.26 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (1800 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 95องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	501.37	501.28	499.30	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
2	496.41	498.54	495.60	21.7649	22.2145	22.0175	21.9989
4	491.46	494.81	491.90	20.7577	21.4606	21.2653	21.1612
6	487.50	491.07	488.19	19.9454	20.6990	20.5053	20.3832
8	483.54	488.33	485.49	19.1264	20.1379	19.9492	19.7378
10	480.59	485.59	482.79	18.5126	19.5737	19.3900	19.1587
12	479.63	482.86	480.09	18.3124	19.0083	18.8276	18.7161
14	477.67	480.12	478.39	17.9021	18.4376	18.4722	18.2706
16	475.72	477.38	476.68	17.4922	17.8636	18.1135	17.8231
18	471.97	475.89	473.70	16.6977	17.5505	17.4844	17.2442
20	468.23	473.40	470.71	15.8989	17.0245	16.8492	16.5909
22	466.48	471.91	467.73	15.5238	16.7088	16.2121	16.1482
24	464.02	469.21	464.77	14.9936	16.1334	15.5752	15.5674
26	462.32	466.73	462.85	14.6259	15.6020	15.1604	15.1294
28	459.63	463.26	460.93	14.0406	14.8530	14.7438	14.5458
30	457.02	460.22	458.77	13.4695	14.1924	14.2730	13.9783

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.27 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (1800 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	500.70	504.11	502.78	21.1783	21.1783	21.1783	21.1783
2	495.25	499.84	497.46	20.0778	20.3240	20.1088	20.1702
4	490.81	494.56	492.14	19.1732	19.2564	19.0278	19.1525
6	485.36	490.29	489.82	18.0503	18.3854	18.5542	18.3300
8	481.91	488.01	486.51	17.3344	17.9182	17.8738	17.7088
10	477.47	486.74	483.19	16.4045	17.6573	17.1867	17.0828
12	474.02	483.47	479.87	15.6767	16.9810	16.4949	16.3842
14	471.57	480.19	476.55	15.1571	16.2979	15.7982	15.7511
16	469.13	476.92	474.23	14.6370	15.6123	15.3090	15.1861
18	467.68	473.64	471.91	14.3270	14.9197	14.8174	14.6880
20	465.23	470.37	468.59	13.8004	14.2245	14.1089	14.0446
22	463.79	468.10	466.27	13.4899	13.7396	13.6113	13.6136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.28 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (1800 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	499.03	501.87	500.94	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
2	494.69	495.75	497.74	21.8867	21.5296	22.1211	21.8458
4	489.36	491.62	492.55	20.7976	20.6895	21.0674	20.8515
6	484.02	487.50	486.35	19.6943	19.8444	19.7926	19.7771
8	481.69	484.37	479.16	19.2106	19.1982	18.2921	18.9003
10	478.35	481.25	475.96	18.5124	18.5498	17.6198	18.2273
12	475.02	477.12	471.76	17.8113	17.6842	16.7295	17.4084
14	472.68	473.04	469.57	17.3163	16.8217	16.2631	16.8004
16	468.35	470.87	467.37	16.3918	16.3609	15.7924	16.1817
18	464.01	466.75	465.18	15.4564	15.4782	15.3216	15.4187
20	461.68	462.62	463.98	14.9518	14.5854	15.0630	14.8667
22	458.34	460.50	462.78	14.2230	14.1251	14.8037	14.3839
24	456.52	458.02	461.10	13.8244	13.5836	14.4393	13.9491

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.29 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (4000 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	500.50	500.84	501.61	21.1783	21.1783	21.1783	21.1783
2	497.93	495.92	498.84	20.6621	20.1862	20.6230	20.4904
4	495.37	491.99	493.06	20.1453	19.3874	19.4507	19.6611
6	492.80	487.07	489.29	19.6238	18.3772	18.6802	18.8937
8	488.23	483.15	490.51	18.6878	17.5659	18.9289	18.3942
10	484.67	480.23	486.74	17.9533	16.9579	18.1544	17.6885
12	481.10	477.30	484.97	17.2112	16.3440	17.7894	17.1149
14	478.53	474.38	482.19	16.6742	15.7284	17.2129	16.5385
16	475.97	471.46	480.42	16.1363	15.1091	16.8444	16.0299
18	472.40	469.54	478.64	15.3806	14.7002	16.4725	15.5178
20	470.83	466.61	476.87	15.0471	14.0722	16.1014	15.0736
22	468.27	463.69	474.10	14.5004	13.4425	15.5171	14.4867
24	467.88	461.41	472.87	14.4171	12.9484	15.2570	14.2075
26	466.28	460.60	471.71	14.0739	12.7725	15.0111	13.9525

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.30 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (4000 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	503.08	500.59	501.64	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
2	498.34	495.68	496.86	21.8129	21.7735	21.8020	21.7961
4	494.60	490.78	491.09	21.0567	20.7751	20.6271	20.8196
6	489.86	486.87	487.31	20.0891	19.9720	19.8514	19.9708
8	484.13	482.97	484.54	18.9055	19.1645	19.2797	19.1166
10	480.39	477.06	480.76	18.1270	17.9257	18.4935	18.1820
12	476.65	473.15	476.98	17.3424	17.0993	17.7010	17.3809
14	471.02	470.44	471.23	16.1471	16.5232	16.4808	16.3837
16	468.07	467.32	467.25	15.5168	15.8556	15.6290	15.6671
18	464.09	463.77	464.41	14.6592	15.0901	15.0174	14.9223
20	459.55	460.61	462.82	13.6713	14.4041	14.6739	14.2498
22	455.50	457.90	460.78	12.7822	13.8122	14.2312	13.6085

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.31 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (4000 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 95องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	501.39	501.64	501.45	21.1783	21.1783	21.1783	21.1783
2	498.76	494.66	498.69	20.6509	19.7672	20.6248	20.3476
4	496.14	488.69	495.92	20.1229	18.5455	20.0662	19.5782
6	493.51	483.71	494.16	19.5899	17.5160	19.7101	18.9387
8	488.89	478.74	491.40	18.6450	16.4779	19.1484	18.0904
10	483.26	474.76	487.63	17.4799	15.6395	18.3753	17.1649
12	480.63	470.78	484.87	16.9327	14.7941	17.8061	16.5110
14	476.01	465.81	482.11	15.9622	13.7272	17.2336	15.6410
16	473.38	462.83	479.34	15.4066	13.0833	16.6557	15.0485
18	471.76	459.86	476.58	15.0632	12.4375	16.0766	14.5258
20	469.13	458.88	474.82	14.5026	12.2239	15.7059	14.1441
22	468.50	457.90	472.78	14.3681	12.0099	15.2744	13.8841

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.32 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (4000 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 95องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	501.39	501.64	501.45	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
2	494.76	498.66	498.69	21.4240	22.1665	22.2106	21.9337
4	490.14	494.69	495.92	20.4814	21.3639	21.6520	21.1658
6	485.51	490.71	491.16	19.5278	20.5529	20.6829	20.2545
8	482.89	486.74	486.40	18.9852	19.7372	19.7043	19.4756
10	478.26	480.76	482.63	18.0171	18.4934	18.9232	18.4779
12	473.63	475.78	477.87	17.0396	17.4467	17.9271	17.4711
14	469.01	470.81	472.11	16.0545	16.3910	16.7070	16.3842
16	466.38	465.83	467.34	15.4906	15.3220	15.6863	15.4996
18	462.76	461.86	463.58	14.7083	14.4624	14.8753	14.6820
20	459.50	457.90	460.78	13.9989	13.5976	14.2676	13.9547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.33 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (4000 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 15 นาที (อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	499.72	499.74	500.31	21.1783	21.1783	21.1783	21.1783
2	494.21	494.89	494.62	20.0633	20.1982	20.0279	20.0965
4	489.69	490.04	489.94	19.1403	19.2085	19.0727	19.1405
6	484.18	487.19	484.25	18.0023	18.6235	17.8976	18.1745
8	480.66	483.34	480.56	17.2700	17.8270	17.1298	17.4089
10	475.15	480.49	476.87	16.1103	17.2338	16.3560	16.5667
12	473.63	476.64	472.19	15.7894	16.4261	15.3649	15.8601
14	470.12	472.79	468.50	15.0428	15.6118	14.5772	15.0773
16	467.60	468.95	464.81	14.5039	14.7929	13.7834	14.3601
18	464.09	466.77	462.41	13.7476	14.3259	13.2644	13.7793

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.34 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (4000 W) ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ ทุก ๆ 2 นาที (อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส) (พันธุ์เทอเนรา)

เวลา (นาที)	น้ำหนัก (กรัม)			ความชื้น			ความชื้นเฉลี่ย
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	
0	499.87	500.05	500.01	22.7641	22.7641	22.7641	22.7641
2	490.35	490.18	491.34	20.8226	20.7505	20.9995	20.8575
4	479.82	480.31	480.68	18.6280	18.6956	18.7818	18.7018
6	472.30	471.44	473.01	17.0358	16.8141	17.1603	17.0034
8	468.77	460.57	467.34	16.2828	14.4540	15.9470	15.5613
10	463.25	458.70	461.67	15.0912	14.0463	14.7189	14.6188
12	459.72	455.83	457.01	14.3233	13.4167	13.6992	13.8131
14	457.02	453.44	455.23	13.7325	12.8896	13.3082	13.3101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.35 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	32.5
30	50.8
60	53.4
90	61.1
120	62.8
180	64.0
240	65.9
300	70.0
360	73.3
420	77.7
480	78.2
540	79.0
600	79.1
660	79.4
720	83.0
780	84.1
840	87.0
900	87.2
960	91.9
1020	92.5
1080	93.6
1140	94.0
1200	94.2
1260	94.5
1320	94.8
1380	94.8
1440	94.9
1500	95.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1560	96.0
1620	96.4
1680	96.7
1740	97.0
1800	97.6

ตารางที่ ก.36 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรารวมกับพันธุ์เทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	36.0
30	50.4
60	54.6
90	59.1
120	61.4
180	66.8
240	68.5
300	74.9
360	78.9
420	81.7
480	84.6
540	87.5
600	90.9
660	92.9
720	93.0
780	94.0
840	94.3
900	94.8
960	95.4
1020	95.7
1080	96.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1140	96.5
1200	97.0
1260	97.1
1320	97.2
1380	98.0
1440	98.8
1500	98.8
1560	98.9
1620	99.0
1680	99.1
1740	99.1
1800	99.2

ตารางที่ ก.37 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) (พันธุ์ดูรารวมกับพันธุ์เทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	35.7
30	55.6
60	63.2
90	70.9
120	71.1
180	84.1
240	87.4
300	90.7
360	95.8
420	95.9
480	96.7
540	97.0
600	98.3
660	98.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

720	99.0
780	99.1
840	99.9
900	99.9
960	100.0
1020	100.0
1080	100.1
1140	101.0
1200	101.1
1260	102.0
1320	102.0
1380	103.0
1440	103.1

ตารางที่ ก.38 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 400 วัตต์ (หัวละ 100 วัตต์) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูรา่วมกับพันธุ์ทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	28.8
30	29.1
60	30.7
90	30.8
120	36.0
180	36.6
240	38.8
300	40.4
360	41.2
420	41.8
480	42.5
540	42.9
600	43.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

660	43.1
720	43.2
780	43.5
840	43.8
900	43.8
960	43.9
1020	44.1
1080	44.1
1140	44.2
1200	44.5
1260	44.5
1320	44.6
1380	44.6
1440	44.7
1500	44.9
1560	45.2
1620	45.2
1680	45.3
1740	45.4
1800	45.4

ตารางที่ ก.39 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 1800 วัตต์ (หัวละ 450 วัตต์) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	28.7
30	33.8
60	38.0
90	39.8
120	41.3
180	47.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

240	50.2
300	52.9
360	55.9
420	62.8
480	65.2
540	66.9
600	68.2
660	69.9
720	70.8
780	71.5
840	75.8
900	77.2
960	79.4
1020	80.2
1080	80.9
1140	83.7
1200	85.1
1260	87.9
1320	89.0
1380	90.9
1440	92.5
1500	94.2
1560	96.7
1620	98.5
1680	100.0
1740	102.7
1800	105.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.40 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 4000 วัตต์ (หัวละ 1000 วัตต์) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	28.3
30	42.5
60	44.9
90	52.4
120	60.2
180	61.4
240	72.5
300	73.7
360	73.9
420	77.0
480	79.8
540	81.4
600	83.5
660	83.9
720	84.2
780	86.7
840	88.2
900	89.9
960	91.1
1020	93.7
1080	94.7
1140	96.8
1200	96.9
1260	97.5
1320	98.0
1380	98.8
1440	99.8
1500	101.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1560	103.0
1620	105.0
1680	107.0
1740	108.0
1800	110.0

ตารางที่ ก.41 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 400 วัตต์ (หัวละ 100 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	33.9
30	52.2
60	54.9
90	62.6
120	64.6
180	65.8
240	67.8
300	72.0
360	75.3
420	79.7
480	80.3
540	81.1
600	81.2
660	81.5
720	85.1
780	86.2
840	89.1
900	89.3
960	94.0
1020	94.7
1080	95.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1140	96.2
1200	96.4
1260	96.7
1320	97.0
1380	97.0
1440	97.1
1500	97.7
1560	98.2
1620	98.6
1680	98.9
1740	99.2
1800	99.8

ตารางที่ ก.42 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 400 วัตต์ (หัวละ 100 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูรารวมกับพันธุ์เทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	37.4
30	51.8
60	56.1
90	60.6
120	63.2
180	68.6
240	70.4
300	76.9
360	80.9
420	83.7
480	86.7
540	89.6
600	93.0
660	95.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

720	95.1
780	96.1
840	96.4
900	96.9
960	97.5
1020	97.9
1080	98.3
1140	98.7
1200	99.2
1260	99.3
1320	99.4
1380	100.2
1440	101.0
1500	101.0
1560	101.1
1620	101.2
1680	101.3
1740	101.3
1800	101.4

ตารางที่ ก.43 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 400 วัตต์ (หัวละ 100 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	33.1
30	57.0
60	64.7
90	72.4
120	72.9
180	85.9
240	89.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

300	92.7
360	97.8
420	97.9
480	98.8
540	99.1
600	99.2
660	99.5
720	99.8
780	100.0
840	100.4
900	100.4
960	101.1
1020	101.2
1080	102.0
1140	102.0
1200	102.1
1260	102.2
1320	102.3
1380	103.2
1440	103.3
1500	104.2
1560	104.2
1620	105.2
1680	105.3

ตารางที่ ก.44 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 1800 วัตต์ (หัวละ 450 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	35.3
30	54.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60	57.2
90	65.0
120	66.9
180	68.7
240	70.9
300	75.2
360	78.8
420	83.9
480	84.7
540	85.6
600	85.9
660	86.3
720	90.0
780	91.2
840	94.5
900	94.9
960	99.8
1020	100.5
1080	101.6
1140	102.3
1200	102.7
1260	103.2
1320	103.7
1380	103.8
1440	104.1
1500	104.9
1560	105.6
1620	106.2
1680	106.7
1740	107.2
1800	108.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.45 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 1800 วัตต์ (หัวละ 450 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาทีเพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	34.8
30	53.7
60	58.4
90	63.0
120	65.5
180	71.5
240	73.5
300	80.1
360	84.4
420	87.9
480	91.1
540	94.1
600	97.7
660	99.8
720	100.0
780	101.1
840	101.8
900	102.5
960	103.3
1020	103.7
1080	104.1
1140	104.8
1200	105.5
1260	105.8
1320	106.1
1380	107.0
1440	108.0
1500	108.2
1560	108.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.46 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 1800 วัตต์ (หัวละ 450 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาที เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	29.6
30	43.0
60	80.0
90	87.4
120	87.8
180	88.5
240	94.6
300	94.7
360	95.8
420	96.5
480	97.8
540	102.0
600	104.0
660	107.0
720	112.0
780	112.1
840	113.5
900	113.5
960	114.0
1020	114.0
1080	114.0
1140	114.0
1200	114.0
1260	114.0
1320	114.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.47 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 4000 วัตต์ (หัวละ 1000 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาทีเพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	33.0
30	56.1
60	59.0
90	67.6
120	70.3
180	71.6
240	74.9
300	79.2
360	82.5
420	87.3
480	88.1
540	89.1
600	89.5
660	89.8
720	93.5
780	94.9
840	98.0
900	98.4
960	103.2
1020	104.2
1080	105.4
1140	106.1
1200	106.3
1260	106.6
1320	107.0
1380	107.1
1440	107.3
1500	108.1
1560	108.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.48 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 4000 วัตต์ (หัวละ 1000 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาทีเพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	32.5
30	55.7
60	60.2
90	65.6
120	68.9
180	74.4
240	77.5
300	84.1
360	88.1
420	91.3
480	94.5
540	97.6
600	101.3
660	103.3
720	103.5
780	104.8
840	105.3
900	106.0
960	106.7
1020	107.4
1080	107.9
1140	108.6
1200	109.1
1260	109.2
1320	109.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.49 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ พลังงาน 4000 วัตต์ (หัวละ 1000 วัตต์) ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) ในตู้อบทุก ๆ 30 วินาทีเพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเมล็ดปาล์ม ที่น้ำหนักก่อนอบ 5 กิโลกรัม (พันธุ์ดูราร่วมกับพันธุ์เทอเนรา)

เวลา (วินาที)	อุณหภูมิเมล็ดปาล์ม (องศาเซลเซียส)
0	34.3
30	51.8
60	63.7
90	76.8
120	98.1
180	98.6
240	98.7
300	100.0
360	100.1
420	101.0
480	103.0
540	104.0
600	106.0
660	108.0
720	111.0
780	113.0
840	116.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์มด้วยเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มหลังอบกับเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	น้ำหนัก (กรัม)			
		ก่อนกะเทาะ	เมล็ดที่ไม่แตก	เศษกะลา	เมล็ดใน
1	90	468.57	180.40	205.98	76.87
2	95	463.66	123.40	247.95	82.52
3	100	466.57	64.22	272.12	120.90

ตารางที่ ข.2 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	น้ำหนัก (กรัม)			
		ก่อนกะเทาะ	เมล็ดที่ไม่แตก	เศษกะลา	เมล็ดใน
1	90	456.25	175.57	137.33	107.45
2	95	455.94	89.88	216.54	137.31
3	100	449.99	40.30	240.37	165.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	พลังงาน (วัตต์)	น้ำหนัก (กรัม)			
		ก่อนกะเทาะ	เมล็ดที่ไม่แตก	เศษกะลา	เมล็ดใน
1	400	460.51	151.06	220.83	85.14
2	1800	466.99	87.08	281.71	90.22
3	4000	465.17	55.74	305.15	96.96

ตารางที่ ข.4 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	พลังงาน (วัตต์)	น้ำหนัก (กรัม)			
		ก่อนกะเทาะ	เมล็ดที่ไม่แตก	เศษกะลา	เมล็ดใน
1	400	447.28	87.47	202.55	150.38
2	1800	462.49	72.86	227.48	160.21
3	4000	453.18	31.06	247.24	173.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พลังงาน (วัตต์)	น้ำหนัก (กรัม)			
			ก่อนกะเทาะ	เมล็ดที่ไม่แตก	เศษกะลา	เมล็ดใน
1	90	400	465.00	152.61	221.96	77.82
2	95	400	465.54	127.23	229.39	102.72
3	100	400	465.26	102.64	241.48	110.19

ตารางที่ ข.6 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พลังงาน (วัตต์)	น้ำหนัก (กรัม)			
			ก่อนกะเทาะ	เมล็ดที่ไม่แตก	เศษกะลา	เมล็ดใน
1	90	400	464.72	173.74	186.39	97.99
2	95	400	455.32	100.44	220.25	128.60
3	100	400	451.88	75.85	232.34	136.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พลังงาน (วัตต์)	น้ำหนัก (กรัม)			
			ก่อนกะเทาะ	เมล็ดที่ไม่แตก	เศษกะลา	เมล็ดใน
1	90	1800	465.01	231.24	133.85	94.26
2	95	1800	453.77	157.02	178.95	103.00
3	100	1800	466.27	102.11	251.06	110.88

ตารางที่ ข.8 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พลังงาน (วัตต์)	น้ำหนัก (กรัม)			
			ก่อนกะเทาะ	เมล็ดที่ไม่แตก	เศษกะลา	เมล็ดใน
1	90	1800	457.99	99.33	199.52	151.31
2	95	1800	458.77	65.04	230.99	160.16
3	100	1800	461.10	40.19	246.04	171.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.9 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พลังงาน (วัตต์)	น้ำหนัก (กรัม)			
			ก่อนกะเทาะ	เมล็ดที่ไม่แตก	เศษกะลา	เมล็ดใน
1	90	4000	471.71	141.24	233.85	94.26
2	95	4000	472.78	97.74	259.83	112.34
3	100	4000	462.41	66.91	275.19	120.46

ตารางที่ ข.10 ผลการทดลองนำเมล็ดปาล์มเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มโดยผ่านการอบด้วยลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (ความเร็วรอบ 625 rpm.) (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พลังงาน (วัตต์)	น้ำหนัก (กรัม)			
			ก่อนกะเทาะ	เมล็ดที่ไม่แตก	เศษกะลา	เมล็ดใน
1	90	4000	460.78	140.82	221.29	97.69
2	95	4000	460.78	99.97	226.89	133.11
3	100	4000	455.23	87.74	179.67	187.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ผลการกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังอบกับเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	19.43	3.34	12.30	0.45
2	20.14	2.44	15.15	0.11
3	19.12	3.32	11.18	1.30
4	15.48	2.21	10.44	0.62
5	21.42	3.34	14.38	0.36
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.568

ตารางที่ ค.2 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	15.77	1.20	11.89	1.48
2	10.50	1.10	6.50	1.80
3	13.00	1.07	10.68	0.18
4	14.45	1.32	11.50	0.31
5	12.30	0.91	8.50	1.98
			ช่องว่างเฉลี่ย	1.150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	16.34	2.66	10.58	0.44
2	17.21	4.54	10.70	1.43
3	19.34	3.18	12.79	0.19
4	18.94	3.94	10.83	0.23
5	18.00	4.00	8.85	1.15
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.688

ตารางที่ ค.4 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	15.01	1.40	11.23	1.98
2	13.04	2.15	7.31	1.43
3	12.41	2.17	10.33	0.74
4	15.43	2.10	10.07	1.16
5	16.39	2.13	12.10	0.03
			ช่องว่างเฉลี่ย	1.068

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	18.35	2.24	12.27	1.60
2	17.37	3.29	10.48	0.31
3	18.40	4.42	9.08	0.48
4	17.04	3.25	10.30	0.24
5	18.10	3.09	10.06	1.86
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.898

ตารางที่ ค.6 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	14.19	2.44	8.42	0.89
2	15.11	2.15	9.36	1.45
3	14.22	2.30	8.14	1.48
4	14.38	2.27	9.70	0.14
5	15.12	2.31	9.30	1.20
			ช่องว่างเฉลี่ย	1.720

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W (หัวละ 100 W)(พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	15.95	2.60	10.20	0.55
2	17.31	2.90	11.10	0.41
3	18.50	2.90	11.80	0.90
4	17.60	3.60	10.30	0.10
5	15.80	2.75	9.20	1.10
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.612

ตารางที่ ค.8 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W (หัวละ 100 W)(พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	15.69	1.65	11.45	0.94
2	14.20	1.57	10.89	0.17
3	13.59	1.60	8.88	1.51
4	14.00	2.12	9.00	0.76
5	12.85	1.90	8.70	0.35
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.746

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.9 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W (หัวละ 450 W)(พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	16.50	3.20	9.10	1.00
2	14.85	2.90	7.20	1.85
3	17.30	3.70	9.40	0.50
4	19.60	4.20	10.20	1.00
5	15.30	1.10	12.10	1.00
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.356

ตารางที่ ค.10 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W (หัวละ 450 W)(พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	14.30	1.60	10.25	0.85
2	14.05	1.10	11.10	0.75
3	14.70	1.50	9.90	1.80
4	10.65	1.70	6.40	0.85
5	12.20	2.10	7.40	0.60
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.970

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.11 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000 W (หัวละ 1000 W)(พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	13.00	2.30	7.90	0.50
2	13.80	1.80	10.10	0.10
3	12.10	1.50	8.00	1.10
4	13.90	2.00	8.30	1.60
5	16.10	2.50	9.70	1.40
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.940

ตารางที่ ค.12 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000 W (หัวละ 1000 W)(พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	12.75	1.10	9.90	0.65
2	11.80	1.20	7.90	1.50
3	10.40	0.90	7.90	0.70
4	12.90	1.30	9.50	0.80
5	12.80	1.20	8.10	2.30
			ช่องว่างเฉลี่ย	1.190

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.13 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	16.60	2.00	11.00	1.60
2	20.80	3.40	13.30	0.70
3	16.50	3.30	9.40	0.50
4	20.60	2.40	15.60	0.20
5	14.40	2.60	8.40	0.80
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.760

ตารางที่ ค.14 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	11.10	2.00	5.50	1.60
2	12.10	1.10	9.00	0.90
3	12.00	1.20	7.30	2.30
4	12.20	1.00	8.40	1.80
5	11.30	1.00	8.20	1.10
			ช่องว่างเฉลี่ย	1.540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.15 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	17.40	2.80	10.67	1.13
2	16.74	2.82	10.38	0.72
3	17.38	2.84	11.09	0.61
4	16.02	2.86	9.80	0.50
5	17.16	2.88	10.51	0.89
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.770

ตารางที่ ค.16 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	12.14	1.64	6.89	1.97
2	12.02	1.66	6.8	1.90
3	11.90	1.68	6.71	1.83
4	11.78	1.70	7.62	0.76
5	11.66	1.72	6.53	1.69
			ช่องว่างเฉลี่ย	1.630

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.17 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	19.40	2.80	13.67	0.13
2	18.74	2.82	12.38	0.72
3	17.38	2.84	11.59	0.11
4	19.02	2.86	10.80	2.50
5	17.16	2.88	10.21	1.19
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.930

ตารางที่ ค.18 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 400 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	13.3	1.15	8.26	2.74
2	11.18	1.48	7.17	1.05
3	12.06	1.28	8.08	1.42
4	10.94	1.45	7.90	0.14
5	10.82	1.65	6.25	1.27
			ช่องว่างเฉลี่ย	1.324

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.19 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	17.40	2.80	11.67	0.13
2	16.74	2.82	10.38	0.72
3	17.38	2.84	11.09	0.61
4	16.02	2.86	9.80	0.50
5	17.16	2.88	10.51	0.89
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.570

ตารางที่ ค.20 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	13.10	1.48	10.05	0.09
2	12.98	1.52	9.52	0.42
3	12.86	1.42	9.43	0.59
4	12.74	1.44	9.34	0.52
5	12.62	1.56	8.25	1.25
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.574

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.21 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	15.20	2.90	9.00	0.40
2	18.50	3.10	12.40	0.90
3	16.40	1.70	12.20	0.80
4	13.00	2.50	7.80	0.20
5	12.30	1.00	10.00	0.30
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.520

ตารางที่ ค.22 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	12.20	1.09	8.10	1.92
2	14.00	1.10	11.10	0.70
3	12.70	1.16	10.20	0.18
4	12.30	1.11	9.10	0.98
5	9.90	1.14	7.10	0.52
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.860

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.23 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	18.35	3.33	11.42	0.27
2	18.75	3.35	11.51	0.54
3	18.53	3.37	11.58	0.21
4	17.25	2.39	12.21	0.26
5	17.57	2.41	11.44	1.31
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.518

ตารางที่ ค.24 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 1800 W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	8.95	1.33	5.22	1.07
2	8.68	1.35	4.81	1.17
3	8.31	1.37	4.38	1.19
4	7.94	1.39	3.96	1.20
5	7.67	1.41	3.54	1.31
			ช่องว่างเฉลี่ย	1.188

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.25 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	20.45	3.23	13.32	0.67
2	17.43	2.25	12.54	0.39
3	19.36	2.27	14.48	0.34
4	18.59	2.29	13.06	0.95
5	16.22	2.31	10.64	0.96
			ช่องว่างเฉลี่ย	0.662

ตารางที่ ค.26 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	10.45	1.23	6.32	1.67
2	10.14	1.25	5.90	1.74
3	9.83	1.27	5.48	1.81
4	9.52	1.29	6.06	0.88
5	9.22	1.31	5.64	0.96
			ช่องว่างเฉลี่ย	1.412

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.27 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	17.38	2.43	11.12	1.40
2	17.73	2.45	12.70	0.13
3	16.76	2.47	10.28	1.54
4	16.45	2.49	9.86	1.61
5	16.15	2.51	9.44	1.69
			ช่องว่างเฉลี่ย	1.274

ตารางที่ ค.28 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	11.98	1.33	7.42	1.90
2	11.67	1.45	7.00	1.77
3	11.37	1.37	7.58	1.05
4	11.06	1.29	7.16	1.32
5	10.75	1.51	5.24	1.49
			ช่องว่างเฉลี่ย	1.506

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.29 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์ดูรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	18.90	2.90	11.20	1.90
2	15.10	2.70	8.80	0.90
3	13.80	2.50	7.70	0.70
4	11.70	2.10	6.90	0.60
5	15.80	2.60	9.20	1.40
			ช่องว่างเฉลี่ย	1.100

ตารางที่ ค.30 ผลการทดลองกะเทาะเมล็ดปาล์ม เพื่อหาการหดตัวของเมล็ดในปาล์มหลังเข้าอบกับคลื่นไมโครเวฟ 4000W ร่วมกับลมร้อนที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (พันธุ์เทอเนรา)

ตัวอย่าง	ความกว้างเมล็ดปาล์ม (mm.)	ความหนาของกะลา (mm.)	ความกว้างเมล็ดใน (mm.)	ช่องว่าง (gap) (mm.)
1	13.35	1.10	9.80	1.35
2	13.80	1.10	10.00	1.60
3	12.00	0.80	9.00	2.20
4	13.33	1.20	8.80	3.33
5	12.05	1.15	8.10	2.80
			ช่องว่างเฉลี่ย	2.256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

หน่วยไฟฟ้า เครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง.1 เวลาและหน่วยยูนิตในการอบเมล็ดปาล์มด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน (พันธุ์ดูรา)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการอบเมล็ดปาล์ม	ระยะเวลา (นาที)	หน่วยไฟฟ้า (Unit)
1.ไมโครเวฟ 100W (4เครื่อง)	330	0.2805
2.ไมโครเวฟ 450W (4เครื่อง)	52	1.9708
3.ไมโครเวฟ 1000W (4เครื่อง)	34	2.2836
4.ลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 90°C	38	2.1875
5.ลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 95°C	30	1.7270
6.ลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 100°C	24	1.3816
7.1ไมโครเวฟ 100W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 90°C	48	2.8040
7.2ไมโครเวฟ 100W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 95°C	30	1.7525
7.3ไมโครเวฟ 100W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 100°C	28	1.6356
8.1ไมโครเวฟ 450W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 90°C	34	3.2548
8.2ไมโครเวฟ 450W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 95°C	26	2.4821
8.3ไมโครเวฟ 450W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 100°C	22	2.1003
9.1ไมโครเวฟ 1000W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 90°C	26	3.2430
9.2ไมโครเวฟ 1000W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 95°C	22	2.7441
9.3ไมโครเวฟ 1000W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 100°C	18	2.2452

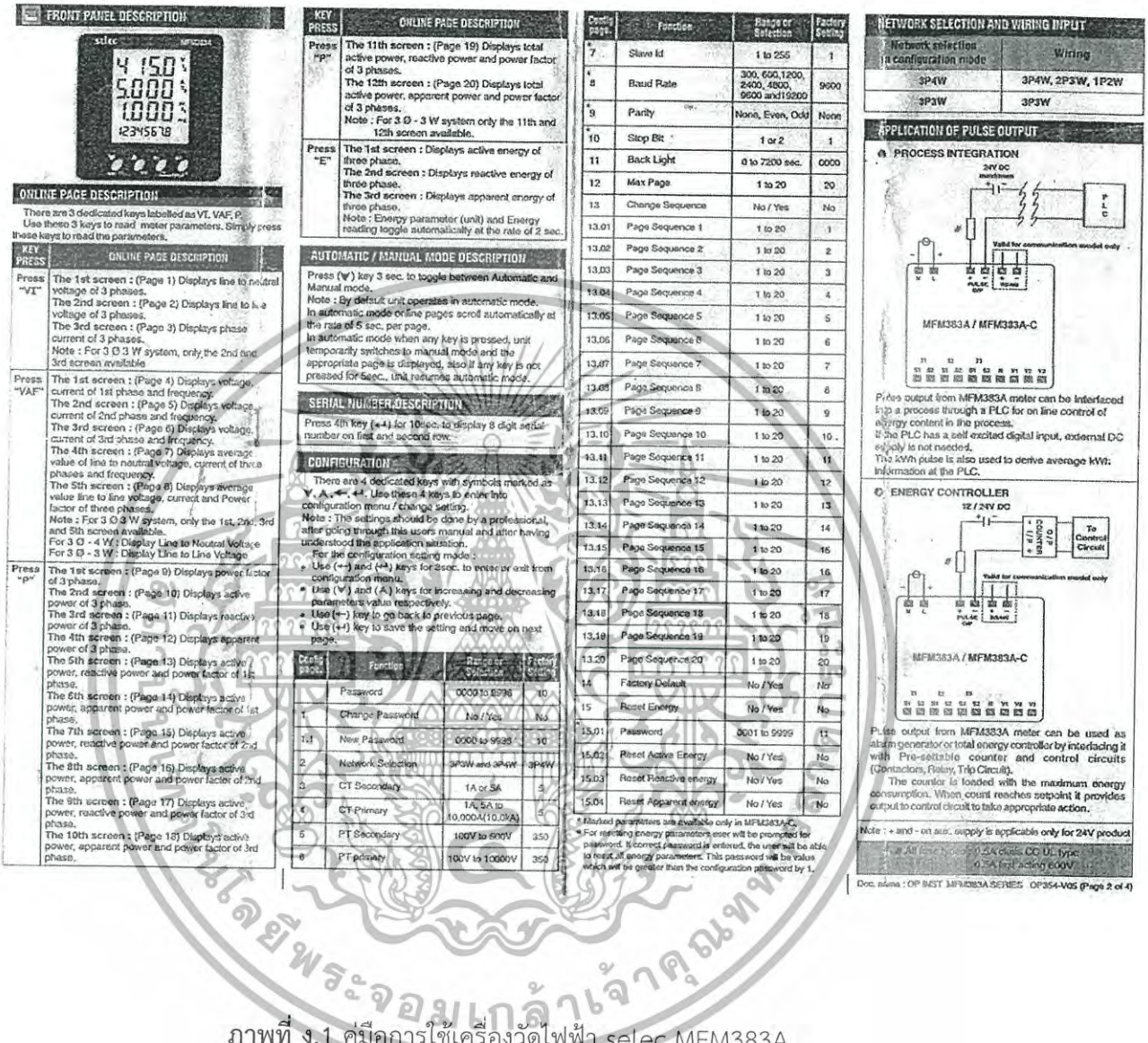
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง.2 เวลาและหน่วยยูนิตในการอบเมล็ดปาล์มด้วยเครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน (พันธุ์เทอเนรา)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการอบเมล็ดปาล์ม	ระยะเวลา (นาที)	หน่วยไฟฟ้า (Unit)
1.ไมโครเวฟ 100W (4เครื่อง)	300	0.2550
2.ไมโครเวฟ 450W (4เครื่อง)	64	2.4256
3.ไมโครเวฟ 1000W (4เครื่อง)	24	1.6120
4.ลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 90°C	50	2.8783
5.ลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 95°C	36	2.0724
6.ลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 100°C	28	1.6118
7.1ไมโครเวฟ 100W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 90°C	74	4.3228
7.2ไมโครเวฟ 100W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 95°C	58	3.3881
7.3ไมโครเวฟ 100W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 100°C	44	2.5703
8.1ไมโครเวฟ 450W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 90°C	40	3.8186
8.2ไมโครเวฟ 450W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 95°C	30	2.8640
8.3ไมโครเวฟ 450W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 100°C	24	2.2912
9.1ไมโครเวฟ 1000W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 90°C	22	2.7441
9.2ไมโครเวฟ 1000W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 95°C	20	2.4946
9.3ไมโครเวฟ 1000W (4เครื่อง) ร่วมกับลมร้อน ฮีตเตอร์ 2,000W โบลเวอร์ 80W อุณหภูมิ 100°C	14	1.7462

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้เครื่องวัดไฟฟ้า ยี่ห้อ selec MFM383A ดังภาพที่ ง.1 ,ง.2 ,ง.3 และ ง.4 ตามลำดับ



FRONT PANEL DESCRIPTION

ONLINE PAGE DESCRIPTION

There are 3 dedicated keys labelled as VI, VAF, P.
Use these 3 keys to read meter parameters. Simply press these keys to read the parameters.

KEY PRESS	ONLINE PAGE DESCRIPTION
Press "VI"	The 1st screen : (Page 1) Displays line to neutral voltage of 3 phases. The 2nd screen : (Page 2) Displays line to line voltage of 3 phases. The 3rd screen : (Page 3) Displays phase current of 3 phases. Note : For 3 Ø 3 W system, only the 2nd and 3rd screen available
Press "VAF"	The 1st screen : (Page 4) Displays voltage, current of 1st phase and frequency. The 2nd screen : (Page 5) Displays voltage, current of 2nd phase and frequency. The 3rd screen : (Page 6) Displays voltage, current of 3rd phase and frequency. The 4th screen : (Page 7) Displays average value of line to neutral voltage, current of three phases and frequency. The 5th screen : (Page 8) Displays average value line to line voltage, current and Power factor of three phases. Note : For 3 Ø 3 W system, only the 1st, 2nd, 3rd and 5th screen available. For 3 Ø - 4 W : Display Line to Neutral Voltage For 3 Ø - 3 W : Display Line to Line Voltage
Press "P"	The 1st screen : (Page 9) Displays power factor of 3 phase. The 2nd screen : (Page 10) Displays active power of 3 phase. The 3rd screen : (Page 11) Displays reactive power of 3 phase. The 4th screen : (Page 12) Displays apparent power of 3 phase. The 5th screen : (Page 13) Displays active power, reactive power and power factor of 1st phase. The 6th screen : (Page 14) Displays active power, apparent power and power factor of 1st phase. The 7th screen : (Page 15) Displays active power, reactive power and power factor of 2nd phase. The 8th screen : (Page 16) Displays active power, apparent power and power factor of 2nd phase. The 9th screen : (Page 17) Displays active power, reactive power and power factor of 3rd phase. The 10th screen : (Page 18) Displays active power, apparent power and power factor of 3rd phase.

KEY PRESS	ONLINE PAGE DESCRIPTION
Press "P"	The 11th screen : (Page 19) Displays total active power, reactive power and power factor of 3 phases. The 12th screen : (Page 20) Displays total active power, apparent power and power factor of 3 phases. Note : For 3 Ø - 3 W system only the 11th and 12th screen available.
Press "E"	The 1st screen : Displays active energy of three phase. The 2nd screen : Displays reactive energy of three phase. The 3rd screen : Displays apparent energy of three phase. Note : Energy parameter (unit) and Energy reading toggle automatically at the rate of 2 sec.

AUTOMATIC / MANUAL MODE DESCRIPTION

Press (↵) key 3 sec. to toggle between Automatic and Manual mode.
Note : By default unit operates in automatic mode.
In automatic mode online pages scroll automatically at the rate of 5 sec. per page.
In automatic mode when any key is pressed, unit temporarily switches to manual mode and the appropriate page is displayed, also if any key is not pressed for 5sec., unit resumes automatic mode.

SERIAL NUMBER DESCRIPTION

Press 4th key (↵) for 10 sec. to display 8 digit serial number on first and second row.

CONFIGURATION

There are 4 dedicated keys with symbols marked as **V , A , ← , ↵**. Use these 4 keys to enter into configuration menu / change setting.
Note : The settings should be done by a professional, after going through this users manual and after having understood this application situation.
For the configuration setting mode :
- Use (←) and (↵) keys for 2sec. to enter or exit from configuration menu.
- Use (V) and (∧) keys for increasing and decreasing parameters value respectively.
- Use (←) key to go back to previous page.
- Use (↵) key to save the setting and move on next page.

Config page	Function	Range or Selection	Factory Setting
	Password	0000 to 9999	10
1	Change Password	No / Yes	No
1.1	New Password	0000 to 9999	10
2	Network Selection	3P3W and 3P4W	3P4W
3	CT Secondary	1A or 5A	5
4	CT Primary	1A, 5A to 10,000A(10.0kA)	5
5	PT Secondary	100V to 500V	350
6	PT primary	100V to 10000V	350

Config page	Function	Range or Selection	Factory Setting
7	Slave Id	1 to 255	1
8	Baud Rate	300, 600,1200, 2400, 4800, 9600 and19200	9600
9	Parity	None, Even, Odd	None
10	Stop Bit	1 or 2	1
11	Back Light	0 to 7200 sec.	0000
12	Max Page	1 to 20	20
13	Change Sequence	No / Yes	No
13.01	Page Sequence 1	1 to 20	1
13.02	Page Sequence 2	1 to 20	2
13.03	Page Sequence 3	1 to 20	3
13.04	Page Sequence 4	1 to 20	4
13.05	Page Sequence 5	1 to 20	5
13.06	Page Sequence 6	1 to 20	6
13.07	Page Sequence 7	1 to 20	7
13.08	Page Sequence 8	1 to 20	8
13.09	Page Sequence 9	1 to 20	9
13.10	Page Sequence 10	1 to 20	10
13.11	Page Sequence 11	1 to 20	11
13.12	Page Sequence 12	1 to 20	12
13.13	Page Sequence 13	1 to 20	13
13.14	Page Sequence 14	1 to 20	14
13.15	Page Sequence 15	1 to 20	15
13.16	Page Sequence 16	1 to 20	16
13.17	Page Sequence 17	1 to 20	17
13.18	Page Sequence 18	1 to 20	18
13.19	Page Sequence 19	1 to 20	19
13.20	Page Sequence 20	1 to 20	20
14	Factory Default	No / Yes	No
15	Reset Energy	No / Yes	No
15.01	Password	0001 to 9999	11
15.02	Reset Active Energy	No / Yes	No
15.03	Reset Reactive energy	No / Yes	No
15.04	Reset Apparent energy	No / Yes	No

* Marked parameters are available only in MFM383A-C.
* For resetting energy parameters user will be prompted for password. If correct password is entered, the user will be able to reset all energy parameters. This password will be value which will be greater than the configuration password by 1.

NETWORK SELECTION AND WIRING INPUT

Network selection in configuration mode	Wiring
3P4W	3P4W, 2P3W, 1P2W
3P3W	3P3W

APPLICATION OF PULSE OUTPUT

A PROCESS INTEGRATION

Pulse output from MFM383A meter can be interfaced into a process through a PLC for on line control of energy content in the process.
If the PLC has a self excited digital input, external DC supply is not needed.
The kWh pulse is also used to derive average kW: information at the PLC.

B ENERGY CONTROLLER

Pulse output from MFM383A meter can be used as alarm generator or total energy controller by interfacing it with Pre-settable counter and control circuits (Contactors, Relay, Trip Circuit).
The counter is loaded with the maximum energy consumption. When count reaches setpoint it provides output to control circuit to take appropriate action.

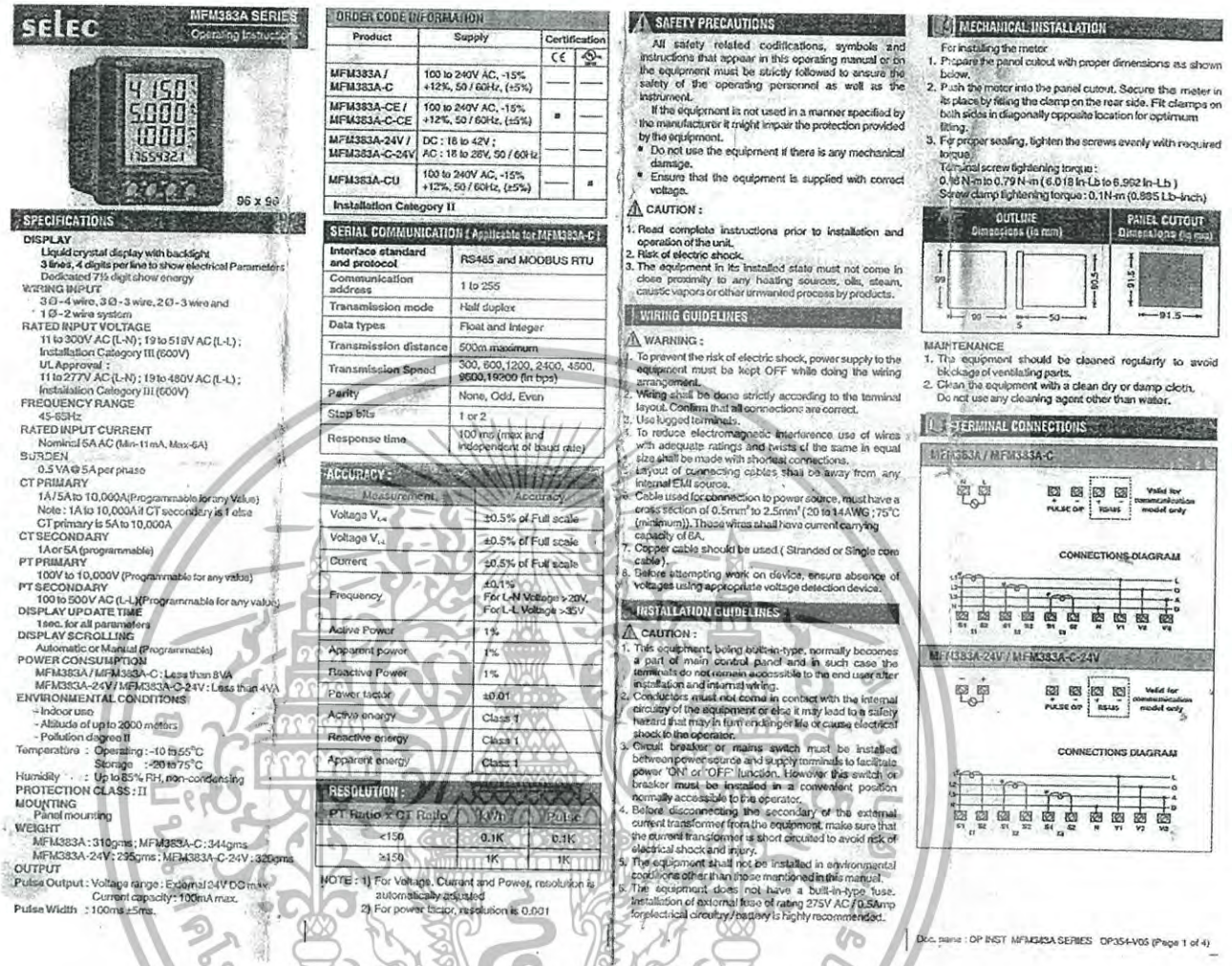
Note : + and - on aux. supply is applicable only for 24V product

All rights reserved

Doc. name : OP BST MFM383A SERIES OP354-V05 (Page 2 of 4)

ภาพที่ ง.1 คู่มือการใช้เครื่องวัดไฟฟ้า selec MFM383A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



selec — MFM383A SERIES — Operating Instructions

96 x 96

SPECIFICATIONS

DISPLAY
Liquid crystal display with backlight
3 lines, 4 digits per line to show electrical Parameters
Dedicated 7½ digit show energy
WIRING INPUT
3 Ø - 4 wire, 3 Ø - 3 wire, 2 Ø - 3 wire and 1 Ø - 2 wire system
RATED INPUT VOLTAGE
11 to 300V AC (L-N) ; 19 to 519V AC (L-L) ; Installation Category III (600V)
UL Approval :
11 to 277V AC (L-N) ; 19 to 480V AC (L-L) ; Installation Category III (600V)
FREQUENCY RANGE
45-65Hz
RATED INPUT CURRENT
Nominal 5A AC (Min-11mA, Max-6A)
BURDEN
0.5 VA @ 5A per phase
CT PRIMARY
1A/5A to 10,000A (Programmable for any Value)
Note : 1A to 10,000A if CT secondary is 1 else CT primary is 5A to 10,000A
CT SECONDARY
1A or 5A (programmable)
PT PRIMARY
100V to 10,000V (Programmable for any value)
PT SECONDARY
100 to 500V AC (L-L)(Programmable for any value)
DISPLAY UPDATE TIME
1sec. for all parameters
DISPLAY SCROLLING
Automatic or Manual (Programmable)
POWER CONSUMPTION
MFM383A / MFM383A-C : Less than 8VA
MFM383A-24V / MFM383A-C-24V : Less than 4VA
ENVIRONMENTAL CONDITIONS
- Indoor use
- Altitude of up to 2000 meters
- Pollution degree II

Temperature : Operating : -10 to 55°C
Storage : -20 to 75°C
Humidity : Up to 85% RH, non-condensing
PROTECTION CLASS : II
MOUNTING
Panel mounting
WEIGHT
MFM383A : 310gms ; MFM383A-C : 344gms
MFM383A-24V : 295gms ; MFM383A-C-24V : 329gms
OUTPUT
Pulse Output : Voltage range : External 24V DC max
Current capacity : 100mA max.
Pulse Width : 100ms ±5ms.

ORDER CODE INFORMATION

Product	Supply	Certification	
		CE	cULus
MFM383A / MFM383A-C	100 to 240V AC, -15% +12%, 50 / 60Hz, (±5%)	—	—
MFM383A-CE / MFM383A-C-CE	100 to 240V AC, -15% +12%, 50 / 60Hz, (±5%)	■	—
MFM383A-24V / MFM383A-C-24V	DC : 18 to 42V ; AC : 18 to 28V, 50 / 60Hz	—	—
MFM383A-CU	100 to 240V AC, -15% +12%, 50 / 60Hz, (±5%)	—	■

Installation Category II

SERIAL COMMUNICATION (Applicable for MFM383A-C)

Interface standard and protocol	RS485 and MODBUS RTU
Communication address	1 to 255
Transmission mode	Half duplex
Data types	Float and Integer
Transmission distance	500m maximum
Transmission Speed	300, 600,1200, 2400, 4800, 9600,19200 (in bps)
Parity	None, Odd, Even
Stop bits	1 or 2
Response time	100 ms (max and independent of baud rate)

ACCURACY :

Measurement	Accuracy
Voltage V_{L-N}	±0.5% of Full scale
Voltage V_{L-L}	±0.5% of Full scale
Current	±0.5% of Full scale
Frequency	±0.1% For L-N Voltage >20V, For L-L Voltage >35V
Active Power	1%
Apparent power	1%
Reactive Power	1%
Power factor	±0.01
Active energy	Class 1
Reactive energy	Class 1
Apparent energy	Class 1

RESOLUTION :

PT Ratio x CT Ratio	kWh	Pulse
<150	0.1K	0.1K
≥150	1K	1K

NOTE : 1) For Voltage, Current and Power, resolution is automatically adjusted
2) For power factor, resolution is 0.001

SAFETY PRECAUTIONS

All safety related codifications, symbols and instructions that appear in this operating manual or on the equipment must be strictly followed to ensure the safety of the operating personnel as well as the instrument.

If the equipment is not used in a manner specified by the manufacturer it might impair the protection provided by the equipment.

- Do not use the equipment if there is any mechanical damage.
- Ensure that the equipment is supplied with correct voltage.

CAUTION :

1. Read complete instructions prior to installation and operation of the unit.
2. Risk of electric shock.
3. The equipment in its installed state must not come in close proximity to any heating sources, oils, steam, caustic vapors or other unwanted process by products.

WIRING GUIDELINES

WARNING :

1. To prevent the risk of electric shock, power supply to the equipment must be kept OFF while doing the wiring arrangement.
2. Wiring shall be done strictly according to the terminal layout. Confirm that all connections are correct.
3. Use lugged terminals.
4. To reduce electromagnetic interference use of wires with adequate ratings and twists of the same in equal size shall be made with shortest connections.
5. Layout of connecting cables shall be away from any internal EMI source.
6. Cable used for connection to power source, must have a cross section of 0.5mm² to 2.5mm² (20 to 14AWG ; 75°C (minimum)). These wires shall have current carrying capacity of 6A.
7. Copper cable should be used (Stranded or Single core cable).
8. Before attempting work on device, ensure absence of voltages using appropriate voltage detection device.

INSTALLATION GUIDELINES

CAUTION :

1. This equipment, being built-in-type, normally becomes a part of main control panel and in such case the terminals do not remain accessible to the end user after installation and internal wiring.
2. Conductors must not come in contact with the internal circuitry of the equipment or else it may lead to a safety hazard that may in turn endanger life or cause electrical shock to the operator.
3. Circuit breaker or mains switch must be installed between power source and supply terminals to facilitate power 'ON' or 'OFF' function. However this switch or breaker must be installed in a convenient position normally accessible to the operator.
4. Before disconnecting the secondary of the external current transformer from the equipment, make sure that the current transformer is short circuited to avoid risk of electrical shock and injury.
5. The equipment shall not be installed in environmental conditions other than those mentioned in this manual.
6. The equipment does not have a built-in-type fuse. Installation of external fuse of rating 275V AC / 0.5Amp for electrical circuitry / battery is highly recommended.

MECHANICAL INSTALLATION

For installing the meter
1. Prepare the panel cutout with proper dimensions as shown below.
2. Push the meter into the panel cutout. Secure the meter in its place by fitting the clamp on the rear side. Fit clamps on both sides in diagonally opposite location for optimum fitting.
3. For proper sealing, tighten the screws evenly with required torque.

Terminal screw tightening torque :
0.18 N-m to 0.79 N-m (6.018 In-Lb to 6.962 In-Lb)
Screw clamp tightening torque : 0.1N-m (0.885 Lb-inch)

OUTLINE Dimensions (in mm) — PANEL CUTOUT Dimensions (in mm)

MAINTENANCE
1. The equipment should be cleaned regularly to avoid blockage of ventilating parts.
2. Clean the equipment with a clean dry or damp cloth. Do not use any cleaning agent other than water.

TERMINAL CONNECTIONS

MFM383A / MFM383A-C

CONNECTIONS DIAGRAM

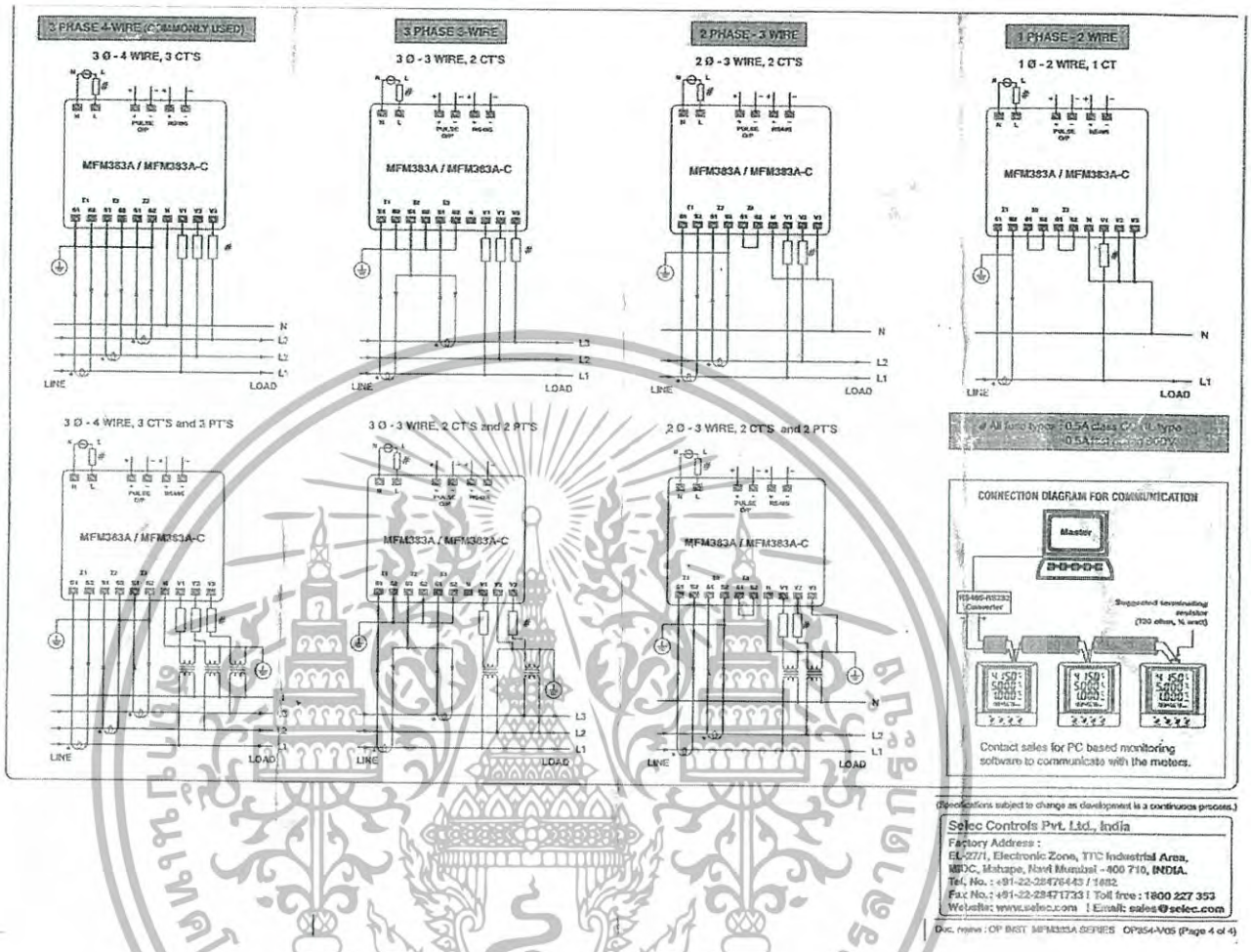
MFM383A-24V / MFM383A-C-24V

CONNECTIONS DIAGRAM

Doc. name : OP INST MFM383A SERIES OP354-V05 (Page 1 of 4)

ภาพที่ ง.2 คู่มือการใช้เครื่องวัดไฟฟ้า selec MFM383A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.3 คู่มือการใช้เครื่องวัดไฟฟ้า selec MFM383A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Readable parameters from MFM383A-C : [Length (Register) = 2 ; Data Structure = Float]

Address	Hex Address	Parameter
30000	0x00	Voltage V1N
30002	0x02	Voltage V2N
30004	0x04	Voltage V3N
30006	0x06	Average Voltage LN
30008	0x08	Voltage V12
30010	0x0A	Voltage V23
30012	0x0C	Voltage V31
30014	0x0E	Average Voltage LL
30016	0x10	Current I1
30018	0x12	Current I2
30020	0x14	Current I3
30022	0x16	Average Current
30024	0x18	kW1
30026	0x1A	kW2
30028	0x1C	kW3
30030	0x1E	kVA1
30032	0x20	kVA2
30034	0x22	kVA3
30036	0x24	kVAr1
30038	0x26	kVAr2
30040	0x28	kVAr3
30042	0x2A	Total kW
30044	0x2C	Total kVA
30046	0x2E	Total kVAr
30048	0x30	PF1
30050	0x32	PF2
30052	0x34	PF3
30054	0x36	Average PF
30056	0x38	Frequency
30058	0x3A	kWh
30060	0x3C	kVAh
30062	0x3E	kVArh

Readable / writable parameters :

Address	Hex Address	Parameter	Range		Length (Register)	Data Structure
			Min value	Max value		
40000	0x00	Password	0	9999	1	Integer
			Value	Meaning		
40001	0x01	N/W selection	0	3P-4W	1	Integer
			1	3P-3W	1	Integer
			Min Value	Max Value		
40002	0x02	CT Secondary	1	5	1	Integer
40003	0x03	CT primary (CT Secondary = 5)	5	10000	1	Integer
		CT primary (CT Secondary = 1)	1	10000		
40004	0x04	PT Secondary	100	500	1	Integer
40005	0x05	PT primary	100	10000	2	Integer
40007	0x07	Slave Id	1	255	1	Integer
			Value	Meaning (bps)		
40008	0x08	Baud rate	0x0000	300	1	Integer
			0x0001	600		
			0x0002	1200		
			0x0003	2400		
			0x0004	4800		
			0x0005	9600		
			0x0006	19200		

MODBUS register address list continued

Readable / writable parameters from MFM383A-C :

Address	Hex Address	Parameter		Range	Length (Register)	Data Structure
			Value	Meaning		
40009	0x09	Parity	0x0000	None	1	Integer
			0x0001	Odd		
			0x0002	Even		
40010	0x0A	Stop bit	0x0000	1	1	Integer
			0x0001	2		
40011	0x0B	Factory Default	1	Set to factory setting range	1	Integer
40012	0x0C	Reset kWh	1	Reset Total Active Energy	1	Integer
40013	0x0D	Reset kVAh	1	Reset Total Apparent Energy	1	Integer
40014	0x0E	Reset kVArh	1	Reset Total Reactive Energy	1	Integer
			Min Value	Max Value		
40015	0x0F	Auto Mode Pages	1	20	1	Integer
			Page No	Meaning		
40016	0x10	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40017	0x11	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40018	0x12	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40019	0x13	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40020	0x14	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40021	0x15	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40022	0x16	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40023	0x17	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40024	0x18	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40025	0x19	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40026	0x1A	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40027	0x1B	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40028	0x1C	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40029	0x1D	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40030	0x1E	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40031	0x1F	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40032	0x20	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40033	0x21	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40034	0x22	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
40035	0x23	Page Address Sequence	1- 20	1- First Page ; 20-Last Page	1	Integer
			Min Value	Max Value (Sec.)		
40036	0x24	Backlight	0 (Always on)	7200	1	Integer

Doc. name : OP INST MFM383A SERIES OP3S4-V05 (Page 3 of

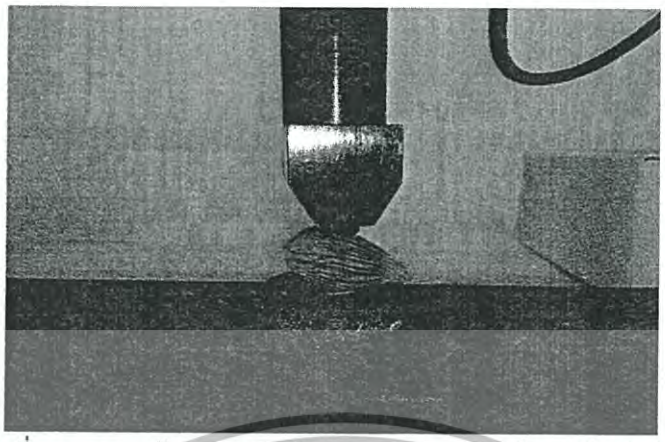
ภาพที่ ง.4 คู่มือการใช้เครื่องวัดไฟฟ้า selec MFM383A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

การทดสอบเชิงกลของเมล็ดปาล์มที่อบด้วย เครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.1 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานของเมล็ดปาล์มพันธุ์ดูรา

ตาราง จ.1 ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดแนวขนาน (เมล็ดปาล์มพันธุ์ดูรา)

Sample Information	Height (mm)	Speed (mm/min)	Max.Load (N)
Compression parallel 1	1.08	50.00	1804
Compression parallel 2	1.28	50.00	1580
Compression parallel 3	1.26	50.00	1434
Compression parallel 4	1.71	50.00	2130
Compression parallel 5	1.06	50.00	1420
Compression parallel 6	1.13	50.00	1140
Compression parallel 7	1.23	50.00	874
Compression parallel 8	1.02	50.00	666
Compression parallel 9	1.07	50.00	632

1 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

2 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

3 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

4 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 400 วัตต์

5 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1800 วัตต์

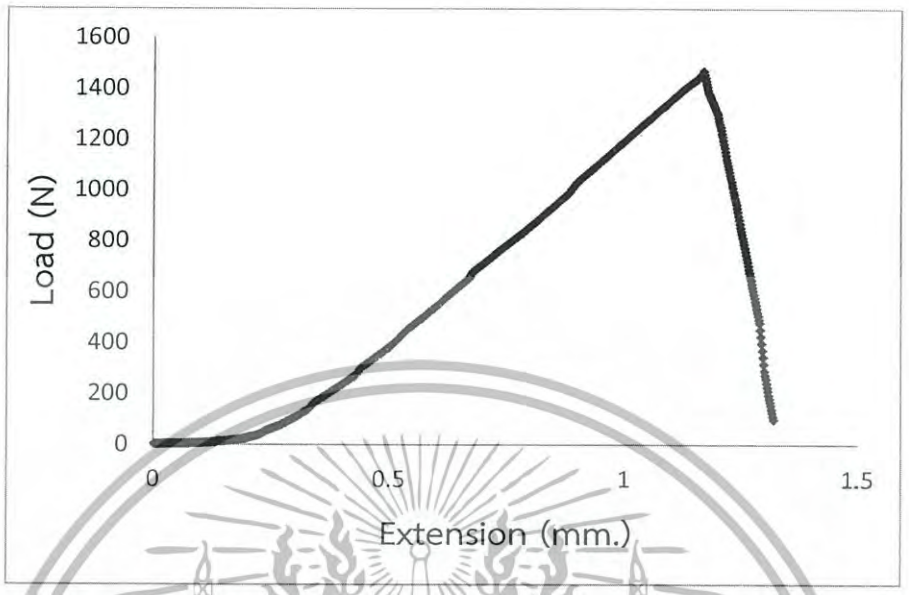
6 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 4000 วัตต์

7 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

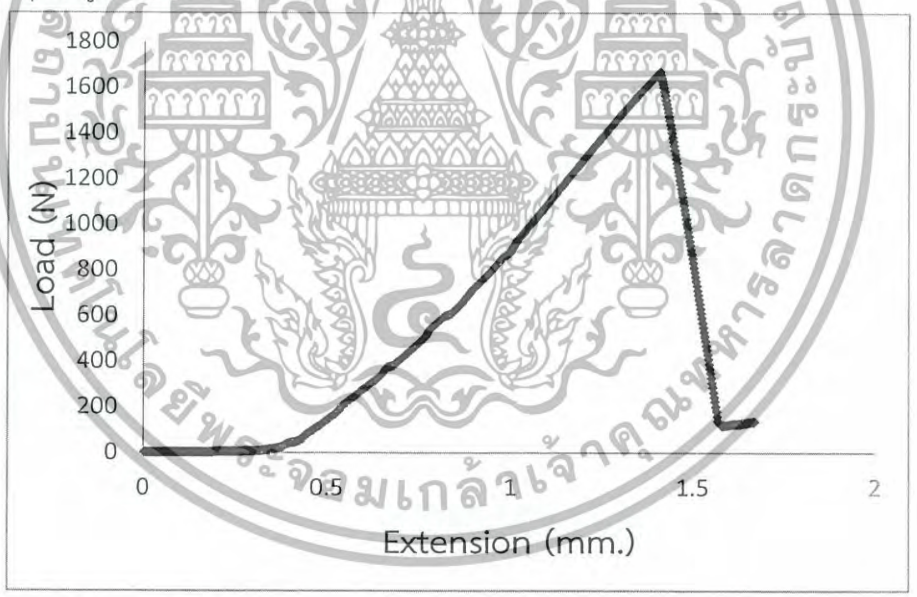
8 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

9 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

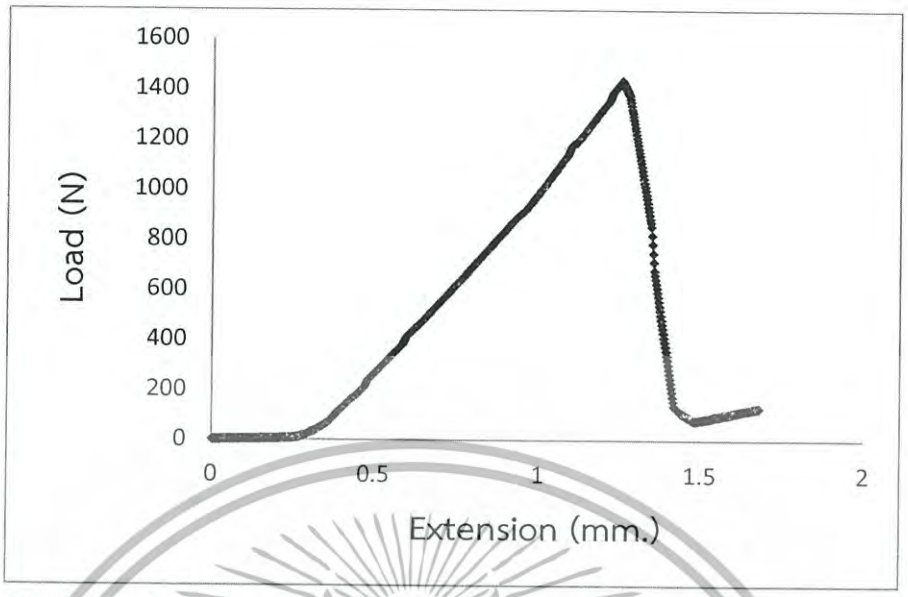


ภาพที่ จ.2 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

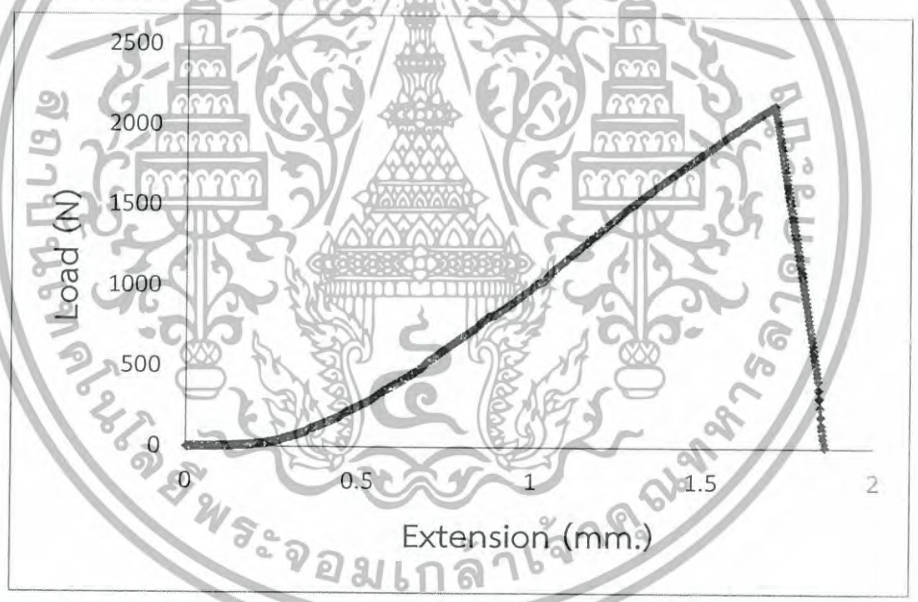


ภาพที่ จ.3 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

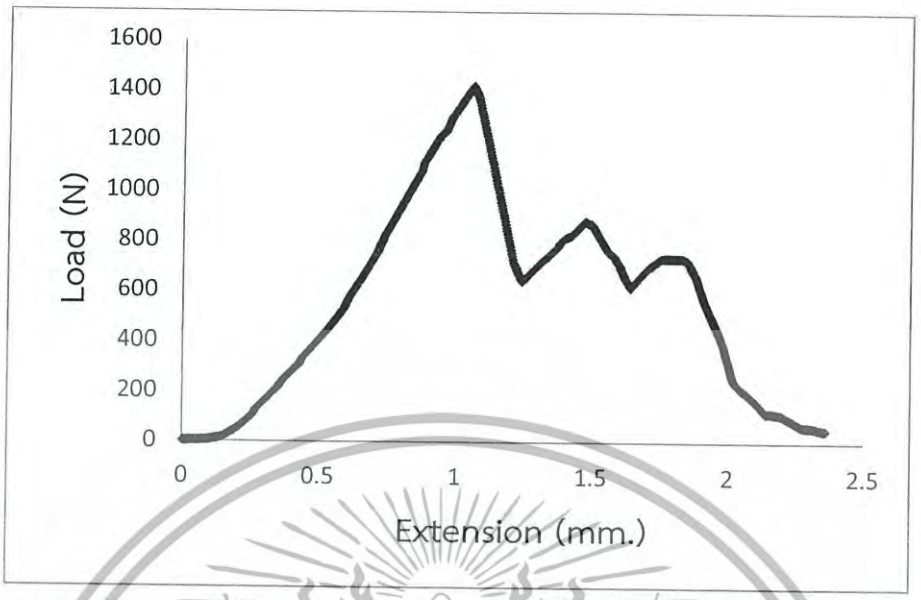


ภาพที่ จ.4 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 m/sที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

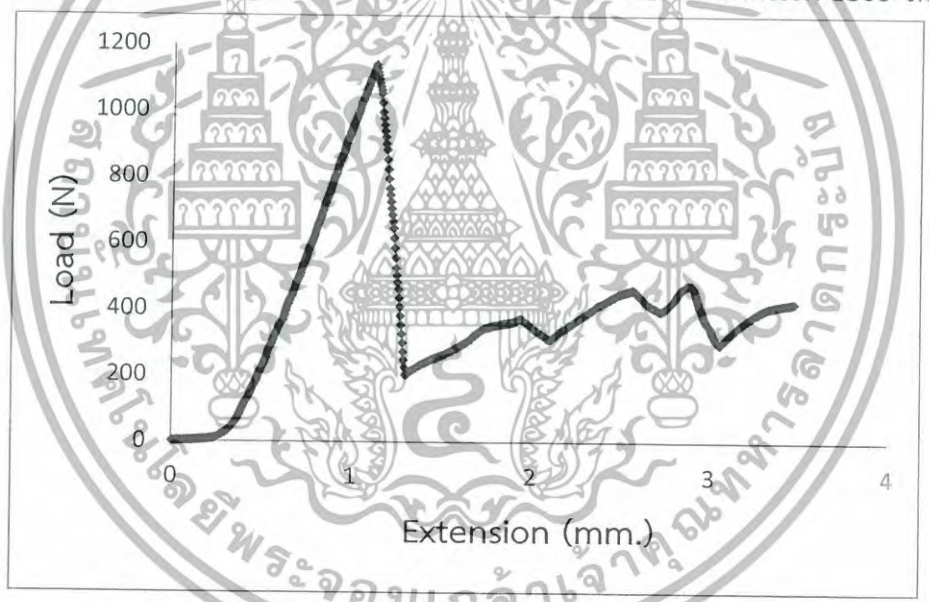


ภาพที่ จ.5 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

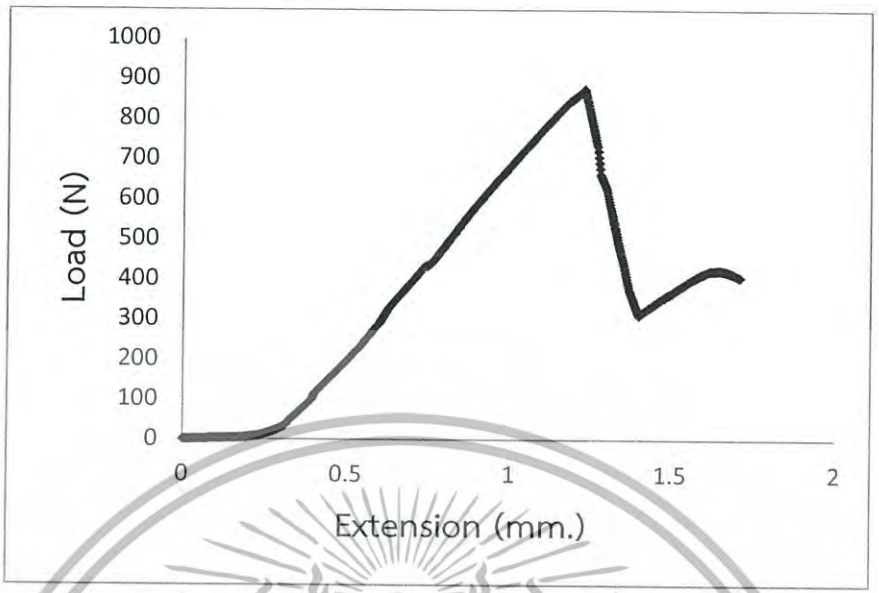


ภาพที่ จ.6 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 วัตต์

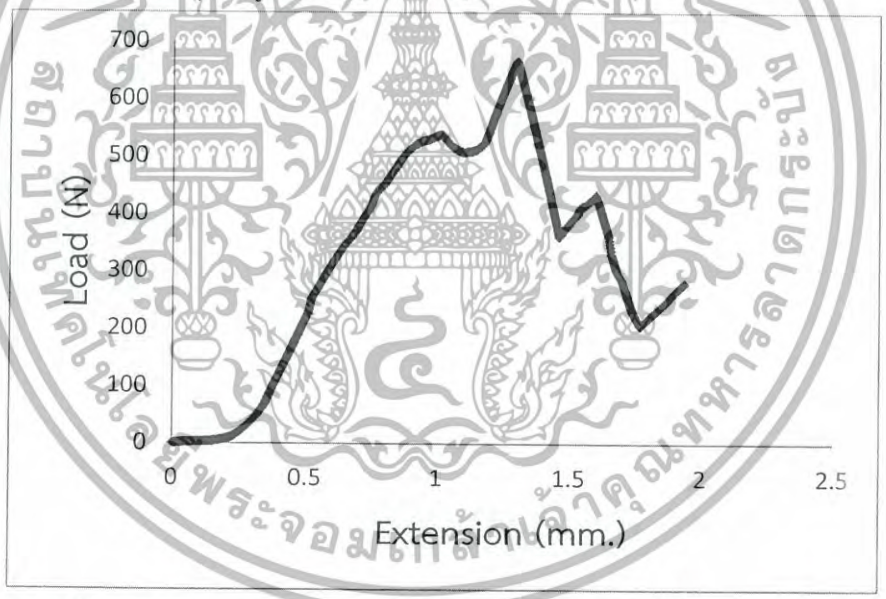


ภาพที่ จ.7 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

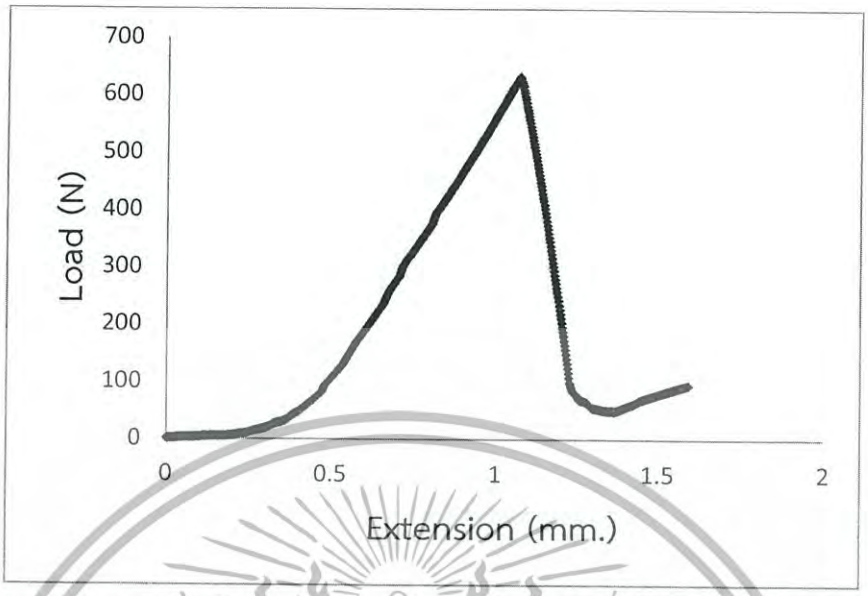


ภาพที่ จ.8 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส



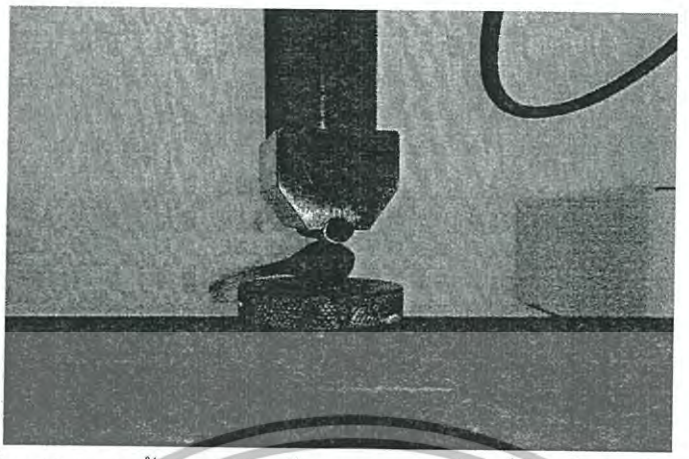
ภาพที่ จ.9 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.10 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.11 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานของเมล็ดปาล์มพันธุ์เทอเนรา

ตาราง จ.2 ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดแนวขนาน (เมล็ดปาล์มพันธุ์เทอเนรา)

Sample Information	Height (mm)	Speed (mm/min)	Max.Load (N)
Compression parallel 1	0.98	50.00	1170
Compression parallel 2	1.51	50.00	1156
Compression parallel 3	1.14	50.00	1082
Compression parallel 4	1.42	50.00	779
Compression parallel 5	2.69	50.00	571
Compression parallel 6	0.86	50.00	519
Compression parallel 7	0.97	50.00	386
Compression parallel 8	0.91	50.00	222
Compression parallel 9	0.69	50.00	193

1 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

2 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

3 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 m/s อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

4 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 400 วัตต์

5 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1800 วัตต์

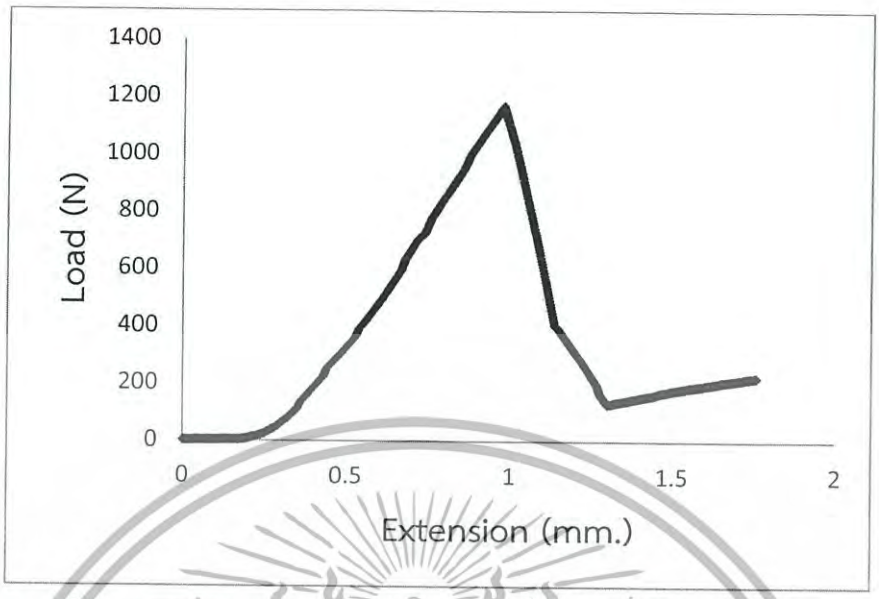
6 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 4000 วัตต์

7 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

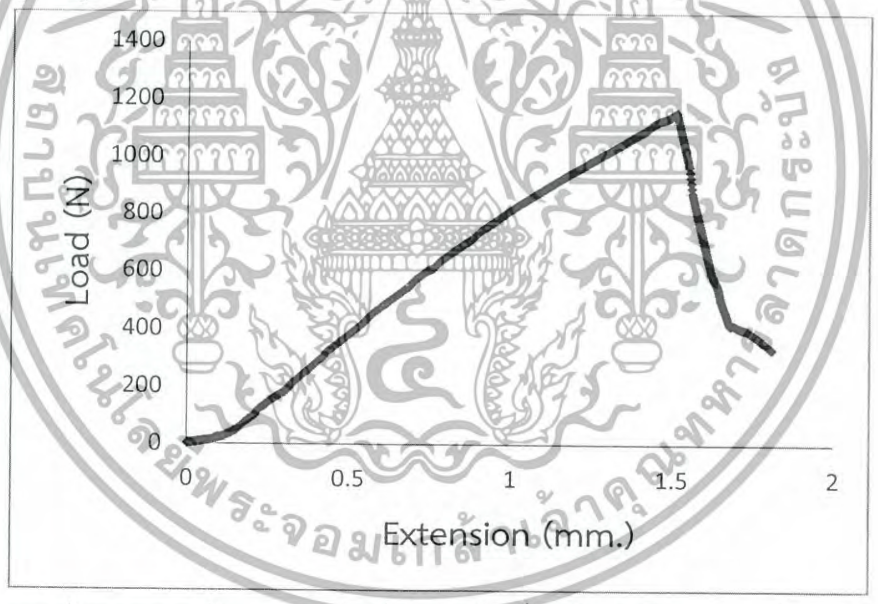
8 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

9 = เมล็ดปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

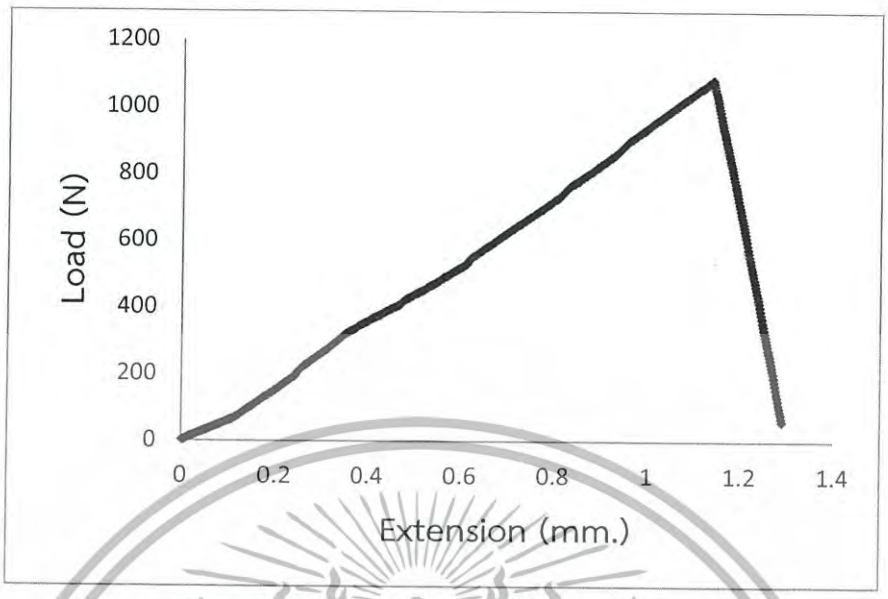


ภาพที่ จ.12 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

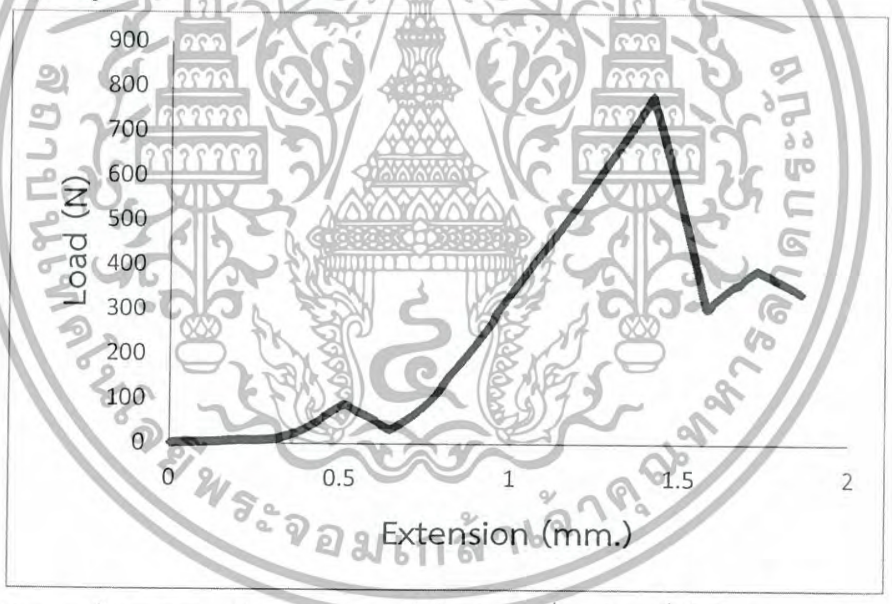


ภาพที่ จ.13 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

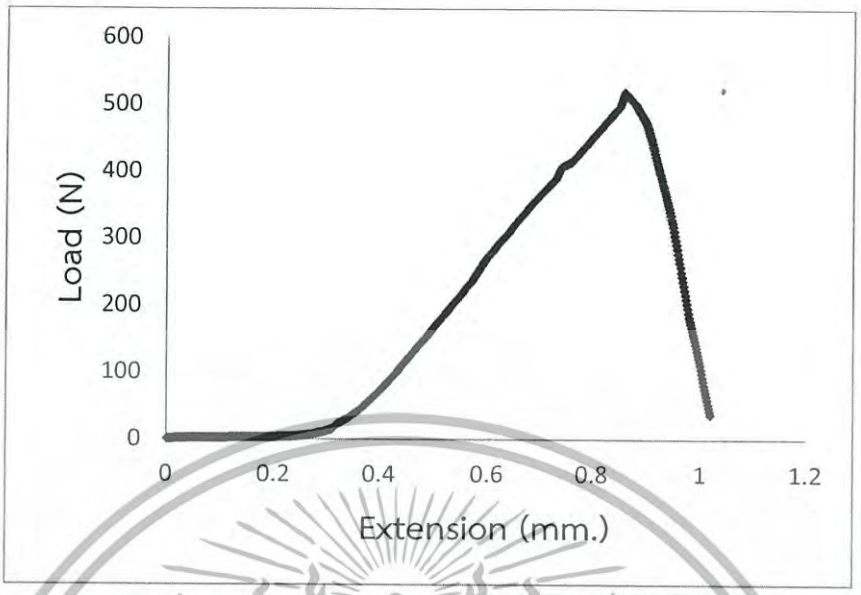


ภาพที่ จ.14 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 m/s ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

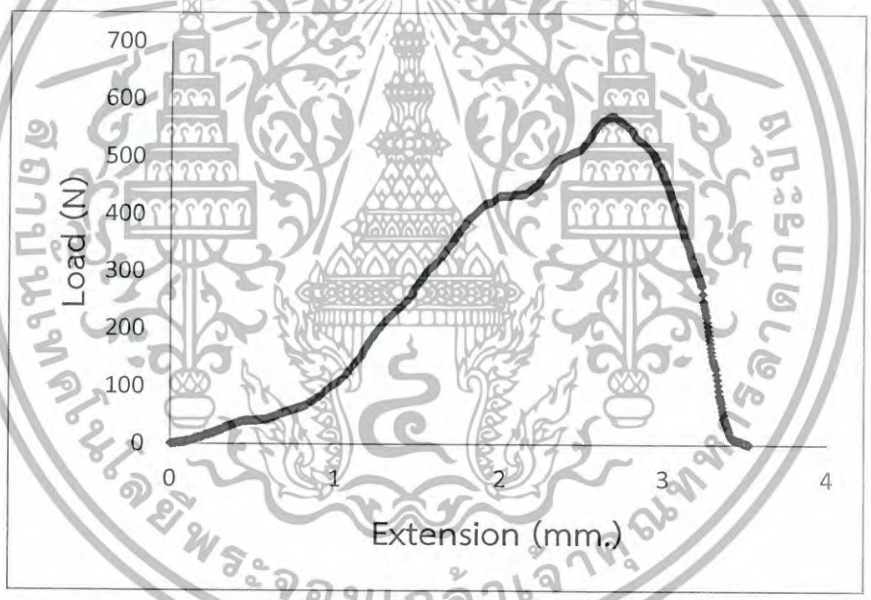


ภาพที่ จ.15 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

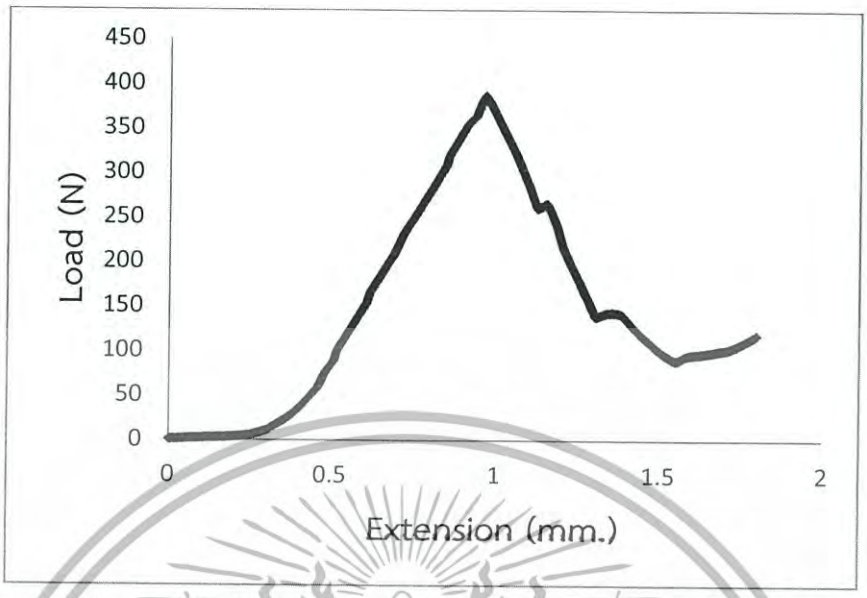


ภาพที่ จ.16 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 วัตต์

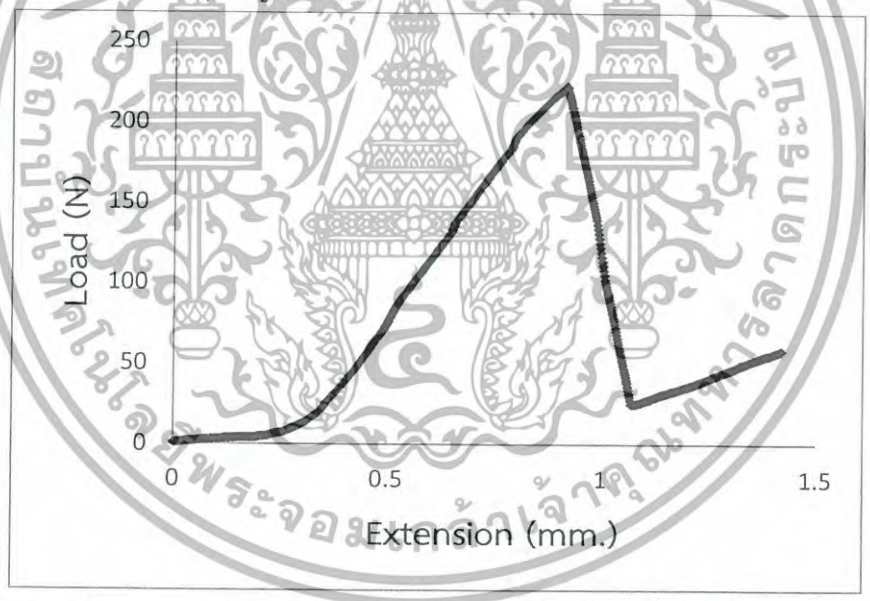


ภาพที่ จ.17 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

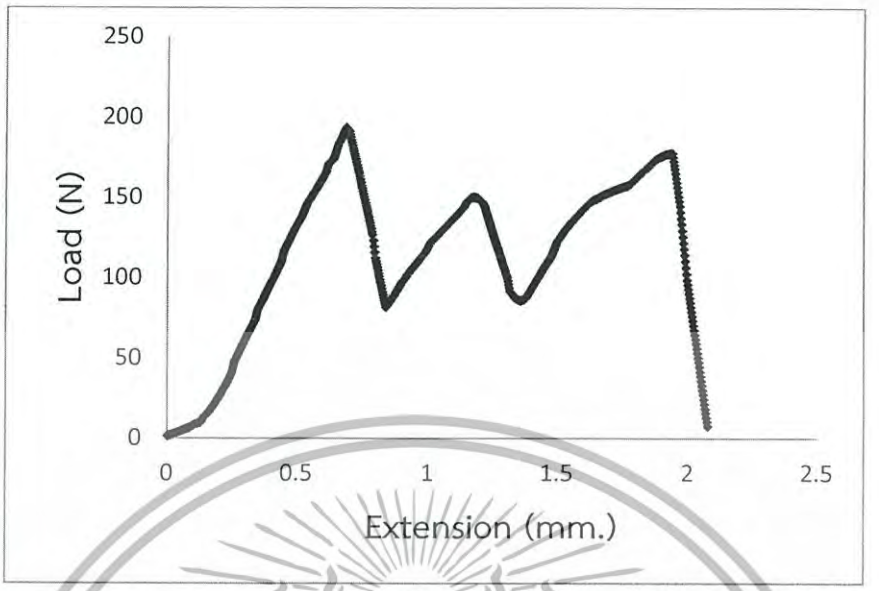


ภาพที่ จ.18 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 400 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส



ภาพที่ จ.19 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1800 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



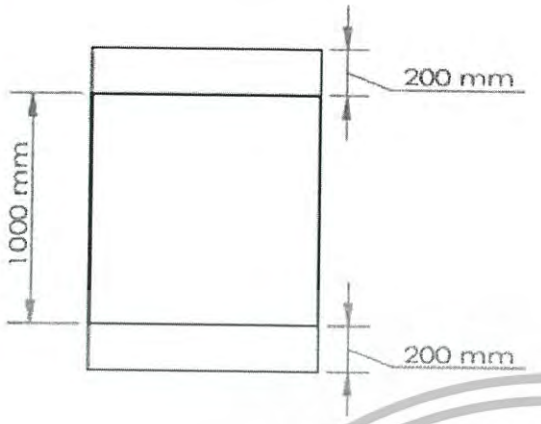
ภาพที่ จ.20 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเมล็ดในปาล์ม ที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 4000 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

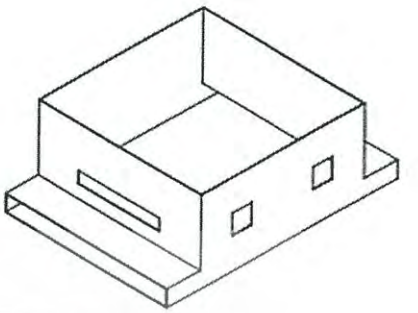
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

Drawing เครื่องอบเมล็ดปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

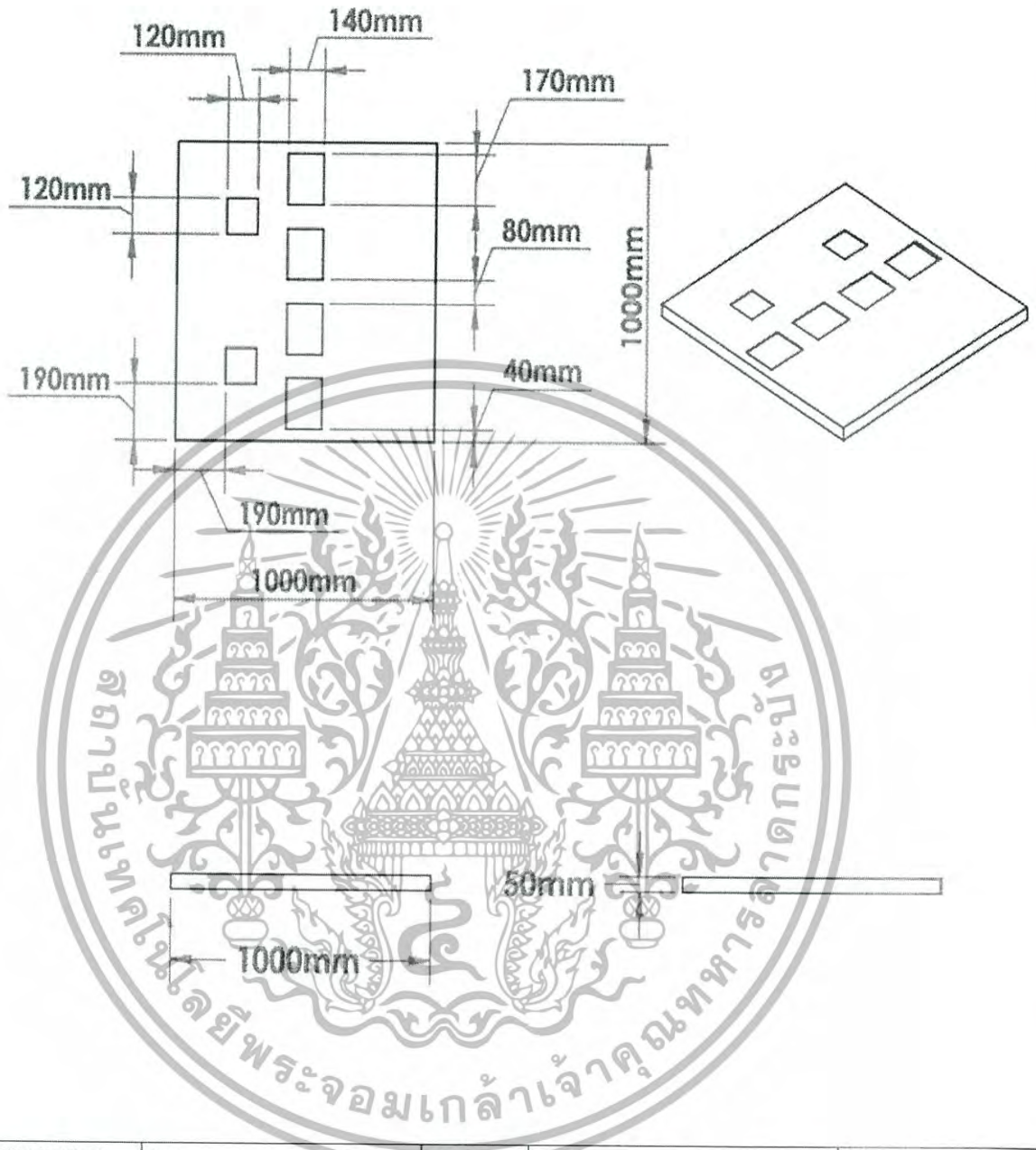
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





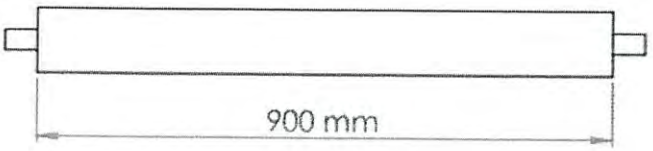
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:			DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:	
DRAWN							
CHK'D							
APPV'D							
MFG							
Q.A				MATERIAL:		DWG NO. Part1	A4
				WEIGHT:		SCALE:1:24	SHEET 1 OF 1

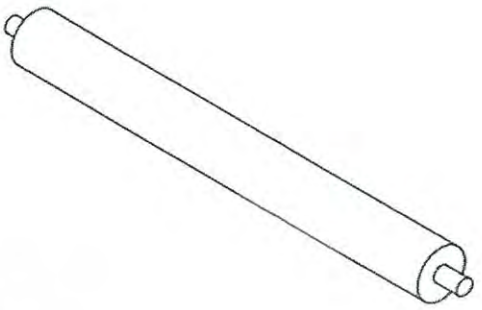
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

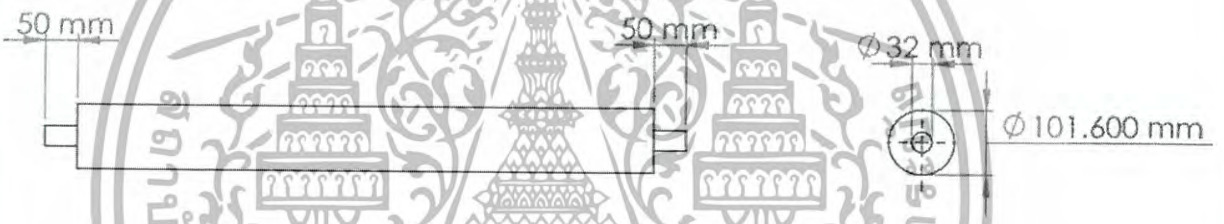


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:			DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:	
DRAWN							
CHK'D							
APPV'D							
MFG							
Q.A				MATERIAL:		DWG NO. Part2	A4
				WEIGHT:		SCALE:1:24	SHEET 1 OF 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

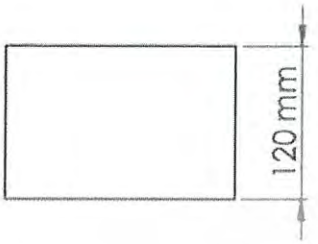


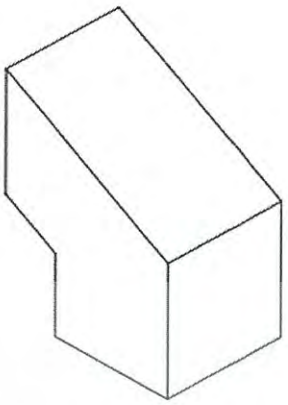


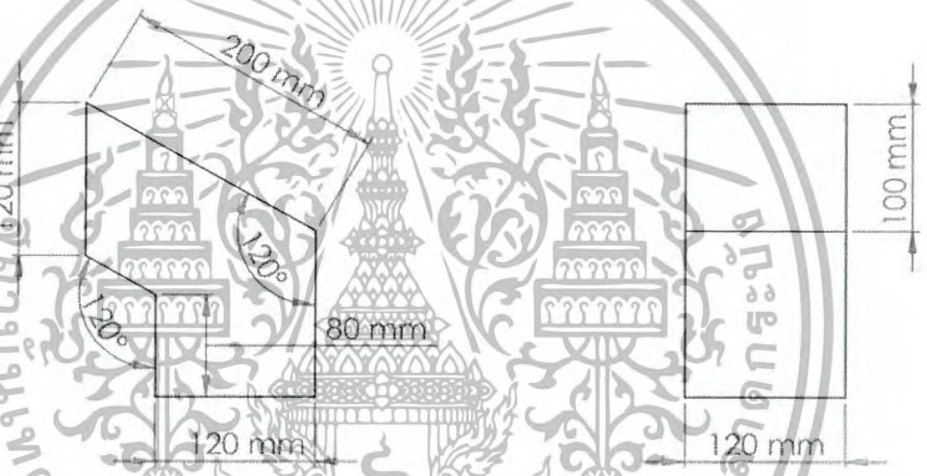


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:			DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE					TITLE:	
DRAWN									
CHK'D									
APPV'D									
MFG									
Q.A				MATERIAL:				DWG NO. Part3	A4
				WEIGHT:				SCALE:1:10	SHEET 1 OF 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

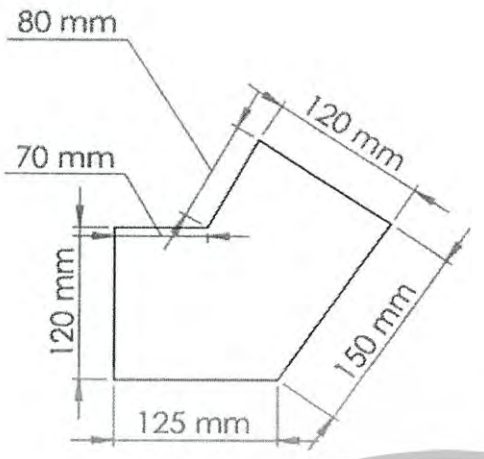


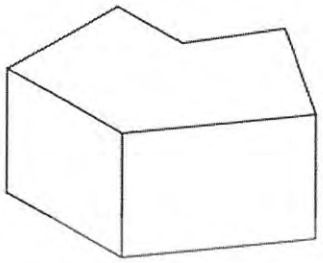




UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:			DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:	
DRAWN							
CHK'D							
APPV'D							
MFG							
Q.A				MATERIAL:		DWG NO. Part4	A4
				WEIGHT:		SCALE:1:5	SHEET 1 OF 1

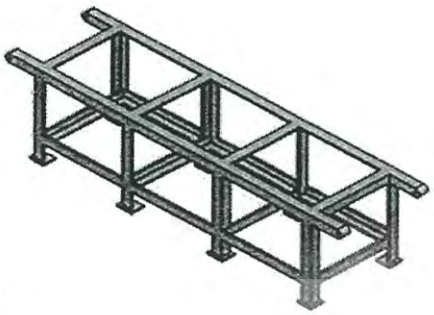
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

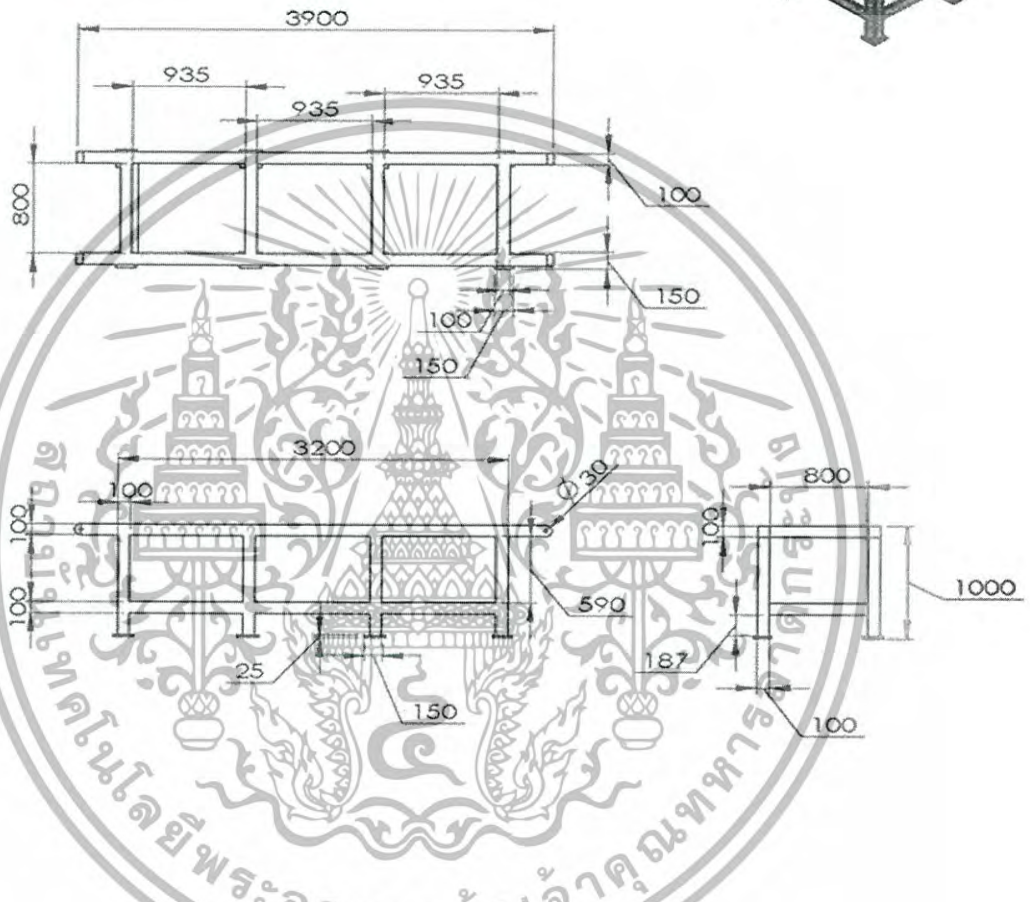




UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:				DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE				TITLE:	
DRAWN								
CHK'D								
APPV'D								
MFG								
Q.A				MATERIAL:			DWG NO. Part5	A4
				WEIGHT:			SCALE:1:5	SHEET 1 OF 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE				
DRAWN							
CHK'D							
APPV'D							
MFG							
Q.A				MATERIAL:		DWG NO. Part6	A4
				WEIGHT:		SCALE: 1:30	SHEET 1 OF 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติ

1.ชื่อ-สกุล

ชื่อ (ภาษาไทย) นายปัญญา แดงวิไลลักษณ์

(ภาษาอังกฤษ) Mr.Panya Daungviluilux

2.ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

3.หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160 โทรศัพท์ 0-77 50-6420, โทรสาร 0-77 59-1450, โทรศัพท์มือถือ 086-7546234

e-mail : kdpanya@hotmail.com

4.ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชาเอก	วิชาเอก	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
2542	โท	วศ.ม.	วิศวกรรมเครื่องกล	Thermo fluids	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2539	ตรี	วศ.บ.เกียรตินิยมอันดับ 2	วิศวกรรมเครื่องกล	-	มหาวิทยาลัยสยาม	ไทย

5.สาขาวิชาที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ(แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)ระบุสาขาวิชาการ

1.การออกแบบเครื่องจักรกลการเกษตร เทคโนโลยีปาล์มน้ำมัน พลังงานทดแทน

2. Graphic Design,CAD CAM CAE

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายใน และภายนอกประเทศ

6.1 ประชุมวิชาการในระดับชาติ

1.ศิระ สายศร, วสันต์ ด้วงคำจันทร์, **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** "การศึกษากลไกการอบแห้งเมล็ดข้าวโพดโดยใช้เทคนิคไมโครเวฟร่วมกับฟลูอิดไดซ์เบด" การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18, หน้าที่ 860-863. ตุลาคม 2547, จ.ขอนแก่น

2.ศิระ สายศร ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ "การเปรียบเทียบการอบแห้งข้าวโพดโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบดร่วมกับไมโครเวฟและเครื่องอบแห้งแบบหมุนวนร่วมกับไมโครเวฟ", การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19, หน้าที่ 1079-1084. ตุลาคม 2548, จ.ภูเก็ต

3.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ จำลอง ปราบแก้ว."เครื่องบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กสำหรับกลุ่มเกษตรกร", การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 19, หน้าที่ 360-365. ตุลาคม 2548, จ.ภูเก็ต

4.ดิษฐพร ตุงโสธานนท์, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์, พงษ์เจต พรหมวงศ์ และ วชร กาลาสี. 2549. "ความต้องการพลังงานภาคการผลิตของประเทศไทยในแต่ละช่วงของเศรษฐกิจ: ส่วนที่ 1 ช่วงปี 1987-2004",การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, 18-20 ตุลาคม 2549, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

5.วชร กาลาสี, **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์**, ดิษฐพร ตุงโสธานนท์ และ พงษ์เจต พรหมวงศ์. 2549. "แนวโน้มความต้องการพลังงานในภาคการผลิตของไทย: ส่วนที่ 2 (2005-2020)", การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, 18-20 ตุลาคม 2549, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

6.**ปัญญา แดงวิไลลักษณ์**, ศิระ สายศร "เครื่องบีบน้ำมันปาล์มแบบสายพานกรองอัดขนาดเล็กสำหรับกลุ่มเกษตรกร" การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 2018-20 ตุลาคม 2549 จังหวัดนครราชสีมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.กฤช สมนึก **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** วชร กาลาสี "พัฒนาการอบปาล์มน้ำมันด้วยไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงแบบต่อเนื่อง"การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ ,22 15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

8.**ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** จำลอง ปราบแก้ว "เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายแบบลากจูง"การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ ,22 15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

9.**ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** และ กฤช สมนึก "เครื่องเคลือบไขผลส้มโอ"การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 10 ประจำปี 2552,1 – 3 เมษายน 2552 ณ สุรสัมมนาคาร ม. เทคโนโลยีสุรนารี

10.**ปัญญา แดงวิไลลักษณ์,** วชร กาลาสี "การพัฒนาเครื่องไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงแบบต่อเนื่องในการอบผลหมาก"การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23, 4 – 7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่

11.**ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** "การทำความเย็นแบบแอร์ฟอร์ซคูลลิ่งสำหรับกล้วยเล็บมือนางบรรจุกล่อง"การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24, 20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี

12.**ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** และ จำลอง ปราบแก้ว "การพัฒนาเครื่องแยกเนื้อและเมล็ดปาล์มกึ่งอัตโนมัติสำหรับกลุ่มเกษตรกร" การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24, 20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี

13.พุทธิพงศ์ เลขะชัยวรกุล, **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์**, ณัฐวุฒิ ประภากุล, ทัตเทพ ไกยสิทธิ์, ภาคภูมิ รอดอุปการ, สุวโรจน์ จันทร์ศรี "การศึกษาการอบไม้บางจากไม้ปาล์มน้ำมันด้วยลมร้อน/ไมโครเวฟ : จลนพลศาสตร์และการทดสอบแรงดึง" การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 1 The 1st National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology 2016

6.2 ประชุมวิชาการในระดับนานาชาติ

1.Patara Suppatkul, Panya Daungvilailus and Chamlong Prabkeao. "Development of Palm Oil Pressing Machine Without Sterilization Process" International Workshop Strengthening the Application of Agricultural Engineering and Post harvest Technology for Effective and Sustainable Development in Agricultural Production, pp 129, Dec 2005, Hanoi, Vietnam

2.**Panya Daungvilailus** "Para rubber seed cracking and separating machine" International Workshop Strengthening the Application of Agricultural Engineering and Post harvest Technology for Effective and Sustainable Development in Agricultural Production, pp 129, Dec 2005, Hanoi, Vietnam

3.**Panya Daungvilailux**, Charuwat Chareonsuk,"Development Of Cashew Kernel(Anacardium Occidentale Of Fumigato) With Microwave By Using A Continuous Belt, The Second TSME International Conference on Mechanical Engineering 19-21 October, 2011, Krabi

4.**Panya Daungvilailux**, The study of separate machine crude palm oil with hot water and centrifugation from mesocarp palm for farmer usage, The International conference of the Thai Society of Agricultural Engineering 2012, April 4 – 5, 2012, Chiangmai, Thailand

5.**Panya Daungvilailux**, Jarruwat Charoensuk, Evaluation of oil palm wood drying process using Microwave by using a Continuous Belt., The 3rd TSME International Conference on Mechanical Engineering 24-27 October 2012, Chiang Rai

6.**Panya Daungvilailux**, The study of drying oil palm fruit with hot air using cylindrical tank. , The 4th TSME International Conference on Mechanical Engineering 16-18 October 2013, Pattaya, Chonburi

7.**Panya Dangvilailux**, Warunee Limmun, The Palm Nut Cracking Machine with Rotor type., The 5th TSME International Conference on Mechanical Engineering 17-19th December 2014, Chiang Mai

8. Naruebodee srisang, Chairat phetkeri, **Panya daungvilailux**, Germinated Cereals Drying Using Hot Air Fluidization Technique Combined with Halogen Lamp. proceedings of 40th the ires international conference, zurich, switzerland, 10th june 2016.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. **Panya Dangvilailux**, Jarruwat Charoensuk, The study of microwave and hot air drying on mechanical properties of oil palm timbers., The 9th Thai Society of Agricultural Engineering Internatial Conference, 8-10 September 2016

10. **Panya Dangviluilux**, Dithaporn Thungsotanon and Chompoonud Kulketwong. The Study machine separate of nut and kernel palm by Hydro-cyclone. The 9th Thai Society of Agricultural Engineering Internatial Conference, 8-10 September 2016

6.3 ผลงานทางวิชาการในลักษณะอื่นๆ

สิ่งประดิษฐ์ " เครื่องแยกผลปาล์มจากทะลาย ชนิดถังกลมและฐานหมุน"จำลอง ปราบแก้ว , จารุวัตร เจริญสุข และ **ปัญญา แดงวิไลลักษณ์** " ผลงานดีเด่น สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี พ ศ.2545ได้รับอนุสิทธิบัตร เลขที่ 1339 เมื่อวันที่ 19 พฤษภาคม 2546. และได้เผยแพรใน วารสารสมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ปีที่ 2 เล่มที่ 3 ประจำเดือนกุมภาพันธ์- มีนาคม 2546 , วารสาร UP DATE, ปีที่ 18 ฉบับที่ 185 ประจำเดือน มกราคม 2546. และจดหมายข่าว ปาล์มน้ำมัน ปีที่ 3 ฉบับที่ 4 เดือน ธันวาคม – กุมภาพันธ์ 2545

7.ประสบการณ์ด้านที่ปรึกษา

1.ที่ปรึกษา บริษัท สมอทองน้ำมันปาล์ม จำกัด ปี 2556-2557

2.ที่ปรึกษา บริษัท ศรีสุขปาล์ม จำกัด ปี 2555-ปัจจุบัน

3.ที่ปรึกษา ตำแหน่งวิศวกรรมเครื่องกล "โครงการปรับปรุงและพัฒนาระหัดวิดน้ำ" ของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ปี 2557-2558

4. ที่ปรึกษา ตำแหน่งวิศวกรรมเครื่องกล "โครงการศึกษาการสูบน้ำด้วยกังหันลมในพื้นที่การเกษตร"ของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ปี 2558-2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้