

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ปาล์มน้ำมัน	4
2.2 งานวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	7
2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	32
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง	33
3.2 การทดลองปอกไม้บางด้วยเครื่องปอกไม้บางแบบโรตารี	45
3.3 หลักการทำงานของเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟและลมร้อนชนิดสายพานเลี้ยง	48
3.4 วิธีการทำการทดสอบความต้านทานทางกลของไม้บางหลังการอบ	50
3.5 วิธีการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope)	52
บทที่ 4 ผลการทดลอง	55
4.1 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมัน	55
4.2 ภาพไม้บางที่ผ่านการทดลองอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟ และลมร้อน	56
4.3 ผลการทดลองอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟ, ลมร้อนและ ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	61
4.4 การทดสอบทางกลของไม้บางที่ผ่านการอบด้วยลมร้อน, ไมโครเวฟ และ ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	64
4.5 วิเคราะห์ภาพที่ผ่านการอบโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคป (SEM)	68

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	71
5.1 สรุปผลการทดลอง	71
5.2 ข้อเสนอแนะ	73
เอกสารอ้างอิง	74
ภาคผนวก	76
ภาคผนวก ก. ผลการทดลองปอกไม้ปาล์มด้วยเครื่องปอกไม้บาง	77
ภาคผนวก ข. ผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยลมร้อนและไมโครเวฟ	79
ภาคผนวก ค. การทดสอบเชิงกลของไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟและลมร้อน	93
ภาคผนวก ง. การวิเคราะห์ภาพที่ผ่านการอบโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ไมโครสโคป(SEM)	121
ภาคผนวก จ. สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย ให้แนบบรรายงานการใช้จ่ายเงิน	128
ประวัตินักวิจัย	130

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงถึงพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตปาล์มน้ำมันไทย	1
4.1 การทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันโดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที	55
4.2 ทดสอบความต้านทานแรงดึงของไม้บางหลังผ่านการอบด้วยลมร้อน ไมโครเวฟ และ ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	64
4.3 ทดสอบความต้านทานแรงเฉือนตั้งฉากเสี้ยนของไม้บางหลังผ่านการอบด้วย ลมร้อน, ไมโครเวฟ และ ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	65
4.4 ทดสอบความต้านทานแรงเฉือนขนานเสี้ยนของไม้บางหลังผ่านการอบด้วย ลมร้อน, ไมโครเวฟ และ ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	67
ก.1 บันทึกผลการทดลอง การทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันโดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้ง ประคองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที	78
ข.1 บันทึกผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 5 นาทีที่ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที (ที่อุณหภูมิ 50 °C)	80
ข.2 บันทึกผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 5 นาทีที่ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที (ที่อุณหภูมิ 70°C)	81
ข.3 บันทึกผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยลมร้อนในตู้อบทุกๆ 5 นาทีที่ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที (ที่อุณหภูมิ 90°C)	81
ข.4 ผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุกๆ 5 นาที โดยใช้พลังงาน 1,800 W	82
ข.5 ผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุกๆ 5 นาที โดยใช้พลังงาน 2,400 W	83
ข.6 ผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟในตู้อบทุกๆ 5 นาที โดยใช้พลังงาน 3,200 W	83
ข.7 ผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,800 W ทุกๆ 5 นาที ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที (ที่อุณหภูมิ 50 °C)	84
ข.8 ผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,800 W ทุกๆ 5 นาที ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที (ที่อุณหภูมิ 70 °C)	85
ข.9 ผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,800 W ทุกๆ 5 นาที ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที (ที่อุณหภูมิ 90 °C)	86
ข.10 ผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 2,400 W ทุกๆ 5 นาที ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที (ที่อุณหภูมิ 50 °C)	87

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข.11 ผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 2,400 W ทุกๆ 5 นาที ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที (ที่อุณหภูมิ 70 °C)	88
ข.12 ผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 2,400 W ทุกๆ 5 นาที ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที (ที่อุณหภูมิ 90 °C)	89
ข.13 ผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 3,200 W ทุกๆ 2 นาที ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที (ที่อุณหภูมิ 50 °C)	90
ข.14 ผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 3,200 W ทุกๆ 2 นาที ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที (ที่อุณหภูมิ 70 °C)	91
ข.15 ผลการทดลองนำไม้เข้าอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 3,200 W ทุกๆ 2 นาที ร่วมกับลมร้อน ที่ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที (ที่อุณหภูมิ 90 °C)	92
ค.1 ผลการทดสอบต้านแรงดึงของไม้ปาล์มน้ำมันที่ผ่านการอบ	94
ค.2 บันทึกผลการทดสอบแรงเฉือนตั้งฉากกับเสี้ยนของไม้ปาล์มน้ำมันที่ผ่านการอบ	103
ค.3 ผลการทดสอบแรงเฉือนขนานกับเสี้ยนของไม้ปาล์มน้ำมันที่ผ่านการอบ	112

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 การทำลายต้นปาล์มที่โคนกิ่งด้วยรถแบคโฮหรือเลื่อยยนต์	2
1.2 การทำลายต้นปาล์มที่อายุมากด้วยการเจาะต้นหยอดยาฆ่าหญ้าและการเผาต้นปาล์มที่โคนกิ่ง เพื่อเตรียมเพาะปลูก	2
2.1 ท่อนไม้ปาล์มถูกตัดตามขวาง ให้เห็นส่วนหลักของท่อนไม้ เนื้อไม้และ เปลือกไม้	5
2.2 ภาพตัดขวางของปาล์มน้ำมัน (E.Bucker, 2005)	6
2.3 เครื่องอบไม้ด้วยคลื่นไมโครเวฟและลมร้อน ชนิดสายพานลำเลียง	8
2.4 การทดสอบเสาเข็มสำหรับฐานรากเข้าฝา (ทรงกลด จารุสมบัติ, 2548)	9
2.5 การทดสอบความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน (ทรงกลด จารุสมบัติ, 2548)	10
2.6 การทดสอบความเค้นดึงขนานเสี้ยน (ทรงกลด จารุสมบัติ, 2548)	10
2.7 การทดสอบความเค้นดึงตั้งฉากเสี้ยน (ทรงกลด จารุสมบัติ, 2548)	10
2.8 การทดสอบความเค้นเฉือนขนาดเสี้ยน (ทรงกลด จารุสมบัติ, 2548)	11
2.9 การทดสอบ แรงตัด (ทรงกลด จารุสมบัติ, 2548)	11
2.10 หลักการทำงานของเครื่องทำไม้แบบหัน (ปรีวรรต ภู่อำ และคณะ, 2556)	12
2.11 หลักการทำงานของเครื่องทำไม้บางแบบแรงเหวี่ยง (ปรีวรรต ภู่อำ และคณะ, 2556)	13
2.12 หลักการทำงานของเครื่องทำไม้แบบโรตารี (ปรีวรรต ภู่อำ และคณะ, 2556)	13
2.13 แรงดึงกระทำกับวัตถุ	13
2.14 แรงอัดกระทำกับวัตถุ	14
2.15 แรงเฉือนพยายามทำให้วัตถุขาด	14
2.16 การเกิดความเครียด	15
2.17 คานและแกนสะเทิน (ทรงกลด จารุสมบัติ, 2548)	16
2.18 เพลที่อยู่ภายใต้แรงต่างๆ (สุทัศน์ ยอดเพชร, 2554)	18
2.19 หลักการทำงานของคลื่นไมโครเวฟ (อเนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์, 2556)	24
2.20 รูปตัดขวางด้านข้างแสดงส่วนประกอบของแมกนีตรอน (อเนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์, 2556)	25
2.21 รูปตัดขวางด้านบนแสดงส่วนประกอบของแมกนีตรอน (อเนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์, 2556)	26
2.22 รูปตัดขวางของแอตโนดในแมกนีตรอน (อเนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์, 2556)	26
2.23 การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากแคโทดสู่แอโนด (อเนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์, 2556)	27
2.24 ลูกกรงฟาราเดย์	28
2.25 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	31
3.1 เครื่องปอกไม้บางสำหรับต้นปาล์มน้ำมัน	32
3.2 เครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟและลมร้อนชนิดสายพานลำเลียง.	33
3.3 เครื่องเลื่อยไม้STIHL MS 381 (http://www.stihl.com)	33

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.4 ไม้ปาล์มพันธุ์เทนเนอรา	33
3.5 เครื่องปรับความเร็วรอบ	34
3.6 เครื่องชั่งดิจิตอล	34
3.7 เครื่องวัดความเร็วรอบ DIGCON DT-235T	34
3.8 เครื่องวิเคราะห์ความชื้น SARTORIUS-MA37 (www.sartorius.com)	35
3.9 ชิ้นส่วนเครื่องปอกไม้บางสำหรับต้นปาล์มน้ำมัน	35
3.10 ลูกกลิ้งสำหรับหมุนประคองไม้ปาล์มน้ำมัน	36
3.11 สกรูส่งกำลัง	36
3.12 ใบมีดสำหรับปอกไม้ปาล์ม	37
3.13 แท่นลับมีด	37
3.14 มอเตอร์เกียร์ขนาด 10 แรงม้า	37
3.15 มอเตอร์เกียร์ขนาด 5 แรงม้า	38
3.16 มอเตอร์เกียร์ขนาด 1 แรงม้า	38
3.17 โഴ้เบอร์ 60	38
3.18 เกียร์ 3 ทาง	39
3.19 ตู้ควบคุมเครื่องทำไม้บาง	39
3.20 ตัวรับไม้	39
3.21 ชุด Brass Boost Housing	40
3.22 คานรับน้ำหนัก	40
3.23 สายพานลำเลียงไม้บาง	40
3.24 ชิ้นส่วนเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟและลมร้อนชนิดสายพานลำเลียง	41
3.25 ตู้อบไม้บาง	41
3.26 เครื่องไมโครเวฟ	42
3.27 ชุดเป่าลมร้อน	42
3.28 สายพานเทปเลื่อน	43
3.29 ลูกกลิ้งขับสายพาน	43
3.30 ชุดเครื่องสายพานลำเลียง	44
3.31 ช่องระบายความชื้น	44
3.32 ตู้กระจกน้ำดูคลื่นไมโครเวฟที่รั่วไหลออกจากห้องอบ	45
3.33 ตัดต้นปาล์มที่มีอายุ 25 - 26 ปี	45
3.34 ต้นปาล์มที่มีความยาว 70 เซนติเมตร	46

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.35 ภาพแสดงถึงการนำไม้เข้าเครื่องปอก	46
3.36 วัดความเร็วรอบลูกกลิ้ง	46
3.37 รูปแสดงการวัดขนาดความหนา และความยาวไม้	47
3.38 ไม้ที่ได้จากการปอก	47
3.39 รูปแสดงการนำไม้บางไปหาความชื้นเริ่มต้น	48
3.40 รูปแสดงการนำไม้บางไปชั่งน้ำหนัก	48
3.41 การอบไม้บางด้วยคลื่นไมโครเวฟ	49
3.42 การอบไม้บางด้วยลมร้อน	49
3.43 การอบไม้บางด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน	50
3.44 วัดอุณหภูมิที่ผิวไม้บาง ด้วยกล้องเทอร์โมสแกน (FLIR E60)	50
3.45 การทดสอบการต้านแรงดึงของไม้บาง	51
3.46 การทดสอบการต้านทานแรงเฉือนตั้งฉากกับเส้นไม้บาง	52
3.47 ทดสอบการต้านทานแรงเฉือนขนานเส้นไม้บาง	52
3.48 เครื่อง Cressington Sputter Cater	53
3.49 ส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)	54
4.1 ไม้บางที่อบด้วยลมร้อน 50 °C	56
4.2 ไม้บางที่อบด้วยลมร้อน 70 °C	56
4.3 ไม้บางที่อบด้วยลมร้อน 90 °C	57
4.4 ไม้บางที่อบด้วยไมโครเวฟ 1,800 W	57
4.5 ไม้บางที่อบด้วยไมโครเวฟ 2,400 W	57
4.6 ไม้บางที่อบด้วยไมโครเวฟ 3,200 W	58
4.7 ไม้บางที่อบด้วยไมโครเวฟ 1,800 W ร่วมกับลมร้อน 50 °C	58
4.8 ไม้บางที่อบด้วยไมโครเวฟ 1,800 W ร่วมกับลมร้อน 70 °C	58
4.9 ไม้บางที่อบด้วยไมโครเวฟ 1,800 W ร่วมกับลมร้อน 90 °C	58
4.10 ไม้บางที่อบด้วยไมโครเวฟ 2,400 W ร่วมกับลมร้อน 50 °C	59
4.11 ไม้บางที่อบด้วยไมโครเวฟ 2,400 W ร่วมกับลมร้อน 70 °C	59
4.12 ไม้บางที่อบด้วยไมโครเวฟ 2,400 W ร่วมกับลมร้อน 90 °C	59
4.13 ไม้บางที่อบด้วยไมโครเวฟ 3,200 W ร่วมกับลมร้อน 50 °C	60
4.14 ไม้บางที่อบด้วยไมโครเวฟ 3,200 W ร่วมกับลมร้อน 70 °C	60
4.15 ไม้บางที่อบด้วยไมโครเวฟ 3,200 W ร่วมกับลมร้อน 90 °C	60
4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบที่ลมร้อนอุณหภูมิ 50 °C, 70 °C และ 90 °C	61

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบที่ไมโครเวฟพลังงาน 1,800 W, 2,400 W และ 3,200 W	62
4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบที่ไมโครเวฟ 1,800 W ร่วมกับลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50 °C, 70 °C และ 90 °C	62
4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบที่ไมโครเวฟ 2,400 W ร่วมกับลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50 °C, 70 °C และ 90 °C	63
4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบที่ไมโครเวฟ 3,200 W ร่วมกับลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50 °C, 70 °C และ 90 °C	63
4.21 โครงสร้างของหลอดลำเลียงอาหารแสดงให้เห็นการจัดตัวของ เนื้อเยื่อ (E.Bucker, 2005)	68
4.22 การส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้บางที่อบด้วยลมร้อน	69
4.23 การส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้บางที่อบด้วยไมโครเวฟ	69
4.24 การส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้บางที่อบด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	70
ค.1 การต้านแรงดึงของไม้ปาล์มน้ำมันที่ผ่านการอบ	94
ค.2 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน 50 °C	95
ค.3 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน 70 °C	96
ค.4 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน 90 °C	96
ค.5 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1,800 W	97
ค.6 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 2,400 W	97
ค.7 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 3,200 W	98
ค.8 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1,800 W ร่วมกับลมร้อน 50 °C	98
ค.9 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1,800 W ร่วมกับลมร้อน 70 °C	99
ค.10 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1,800 W ร่วมกับลมร้อน 90 °C	99
ค.11 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 2,400 W ร่วมกับลมร้อน 50 °C	100
ค.12 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 2,400 W ร่วมกับลมร้อน 70 °C	100
ค.13 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 2,400 W ร่วมกับลมร้อน 90 °C	101
ค.14 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 3,200 W ร่วมกับลมร้อน 50 °C	101
ค.15 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 3,200 W ร่วมกับลมร้อน 70 °C	102
ค.16 กราฟต้านแรงดึงของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 3,200 W ร่วมกับลมร้อน 90 °C	102
ค.17 การทดสอบแรงเฉือนตั้งฉากกับเส้นของไม้ปาล์มน้ำมันที่ผ่านการอบ	103
ค.18 กราฟต้านแรงเฉือนตั้งฉากกับเส้นของไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน 50 °C	104
ค.19 กราฟต้านแรงเฉือนตั้งฉากกับเส้นของไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน 70 °C	104

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ค.41 กราฟด้านแรงเฉือนขนานกับเส้นของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1,800 W ร่วมกับ ลมร้อน 70 °C	116
ค.42 กราฟด้านแรงเฉือนขนานกับเส้นของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1,800 W ร่วมกับ ลมร้อน 90 °C	117
ค.43 กราฟด้านแรงเฉือนขนานกับเส้นของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 2,400 W ร่วมกับ ลมร้อน 50 °C	117
ค.44 กราฟด้านแรงเฉือนขนานกับเส้นของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 2,400 W ร่วมกับ ลมร้อน 70 °C	118
ค.45 กราฟด้านแรงเฉือนขนานกับเส้นของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 2,400 W ร่วมกับ ลมร้อน 90 °C	118
ค.46 กราฟด้านแรงเฉือนขนานกับเส้นของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 3,200 W ร่วมกับ ลมร้อน 50 °C	119
ค.47 กราฟด้านแรงเฉือนขนานกับเส้นของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 3,200 W ร่วมกับ ลมร้อน 70 °C	119
ค.48 กราฟด้านแรงเฉือนขนานกับเส้นของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 3,200 W ร่วมกับ ลมร้อน 90 °C	120
ง.1 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วย ลมร้อน 50 °C	122
ง.2 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วย ลมร้อน 70 °C	122
ง.3 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วย ลมร้อน 90 °C	123
ง.4 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วย ไมโครเวฟ 1,800 W	123
ง.5 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วย ไมโครเวฟ 2,400 W	123
ง.6 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วย ไมโครเวฟ 3,200 W	124
ง.7 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วย ไมโครเวฟ 1,800 W ร่วมกับลมร้อน 50 °C	124

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ง.8 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1,800 W ร่วมกับลมร้อน 70 °C	124
ง.9 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 1,800 W ร่วมกับลมร้อน 90 °C	125
ง.10 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 2,400 W ร่วมกับลมร้อน 50 °C	125
ง.11 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 2,400 W ร่วมกับลมร้อน 70 °C	125
ง.12 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 2,400 W ร่วมกับลมร้อน 90 °C	126
ง.13 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 3,200 W ร่วมกับลมร้อน 50 °C	126
ง.14 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 3,200W ร่วมกับลมร้อน 70 °C	126
ง.15 ภาพที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปของไม้ปาล์มที่อบด้วยไมโครเวฟ 3,200 W ร่วมกับลมร้อน 90 °C	127