สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฏ
บทที่ 1	
บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของงานวิจัย	1
1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3. ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2	
วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 การอบแห้ง	7

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	
วิธีดำเนินการวิจัย	11
3.1 การพัฒนาเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์	11
3.2 การออกแบบเครื่องอบกระดาษใบสับปะรด	11
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	12
3.4 แผนผังการทดลองเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมฮีตเตอร์	15
3.5 ขั้นตอนในการทำกระดาษจากใบสับปะรด	16
3.6 ลำดับขั้นตอนการทดลอง	20
บทที่ 4	
ผลการวิจัยและการวิจารณ์	23
4.1 ผลการทดลองกรณีใช้ฮีตเตอร์เพียงอย่างเดียว	23
4.2 ผลการทดลองกรณีใช้แสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว	32
4.3 ผลการทดลองกรณีใช้แสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์	36
4.4 ผลการทดลองเปรียบเทียบกรณีใช้ฮีตเตอร์ แสงอาทิตย์ และแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์	48
บทที่ 5	
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	50
5.1 สรุปผลการวิจัย	50
5.2 ข้อเสนอแนะ	51

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม 52

ภาคผนวก ก แบบโครงสร้างเครื่องอบกระดาษใบสับปะรด 53

ภาคผนวก ข รูปการจัดอบรมเพื่อเผยแพร่รายงานผลการวิจัย 59

ภาคผนวก ค ค่าผลการทดลอง 64

ภาคผนวก ง ประวัติคณะผู้วิจัย 92

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ป้ายกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร 2
รูปที่ 1.2 ผลิตภัณฑ์จากกระดาษใบสับปะรด 2
รูปที่ 1.3 วิธีอบกระดาษแบบวิธีกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร 2
รูปที่ 2.1 เครื่องอบแห้งแบบพาความร้อน 4
รูปที่ 2.2 เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน 5
รูปที่ 2.3 เครื่องอบแบบปั๊มความร้อน 6
รูปที่ 2.4 เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ 6
รูปที่ 2.5 ช่วงต่างๆ ในการอบแห้ง 8
รูปที่ 3.1 ชั้นวางตะแกรง 11
รูปที่ 3.2 แผ่นกระจกสีดำปิดด้านบน 12
รูปที่ 3.3 เครื่องวัดอุณหภูมิ FLUKE 78 13
รูปที่ 3.4 เครื่องวัดความชื้นยี่ห้อ CEM รุ่น ST-321S 13
รูปที่ 3.5 ตาชั่ง T-Scale QHW3 13
รูปที่ 3.6 เครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์ ยี่ห้อ CEM รุ่น DT-1307 14
รูปที่ 3.7 เครื่องวัดความเร็วลม ยี่ห้อ kimo รุ่น AMI 300 14
รูปที่ 3.8 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า BK Precision 325 14
รูปที่ 3.9 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า SR Electric 15
รูปที่ 3.10 แผนผังการทดลอง 15
รูปที่ 3.11 ใบสับปะรดหลังการเก็บเกี่ยว 16
รูปที่ 3.12 ใบสับปะรดสับเป็นท่อนๆ 16
รูปที่ 3.13 ถังต้มใบสับปะรด 17

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.14 ถังต้มใบสับปะรดขณะต้ม 17

รูปที่ 3.15 ใบสับปะรดที่ต้มแล้ว 18

รูปที่ 3.16 เส้นใยจากใบสับปะรด 18

รูปที่ 3.17 ก้อนใบสับปะรดก้อนละประมาณ 250 กรัม 19

รูปที่ 3.18 การชั่งน้ำหนักใบสับปะรด 19

รูปที่ 3.19 การร่อนใยสับปะรดใส่ลงในตะแกรง 19

รูปที่ 3.20 การผึ่งตะแกรงกระดาษที่ร่อนเสร็จแล้ว 20

รูปที่ 3.21 เครื่องอบกระดาษใบสับปะรดพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์ 21

รูปที่ 3.22 ตำแหน่งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 21

รูปที่ 3.23 ตำแหน่งเซนเซอร์วัดความชื้น 22

รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความชื้นมาตรฐานแห้งกรณีทดลองด้วยฮีตเตอร์อุณหภูมิ 50 $^{\circ}$C 23

รูปที่ 4.2 กราฟแสดงอุณหภูมิกรณีทดลองด้วยฮีตเตอร์อุณหภูมิ 50 $^{\circ}$C 24

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความชื้นกรณีทดลองด้วยฮีตเตอร์อุณหภูมิ 50 $^{\circ}$C 25

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความชื้นมาตรฐานแห้งกรณีทดลองด้วยฮีตเตอร์อุณหภูมิ 55 $^{\circ}$C 26

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงอุณหภูมิกรณีทดลองด้วยฮีตเตอร์อุณหภูมิ 55 $^{\circ}$C 27

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความชื้นกรณีทดลองด้วยฮีตเตอร์อุณหภูมิ 55 $^{\circ}$C 28

รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความชื้นมาตรฐานแห้งกรณีทดลองด้วยฮีตเตอร์อุณหภูมิ 60 $^{\circ}$C 29

รูปที่ 4.8 กราฟแสดงอุณหภูมิกรณีทดลองด้วยฮีตเตอร์อุณหภูมิ 60 $^{\circ}$C 30

รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความชื้นกรณีทดลองด้วยฮีตเตอร์อุณหภูมิ 60 $^{\circ}$C 31

รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความชื้นมาตรฐานแห้งกรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์ 32

รูปที่ 4.11 กราฟแสดงอุณหภูมิกรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์ 33

รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความชื้นกรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์ 34

รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความเข้มแสงอาทิตย์กรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์ 35

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.14 กราฟแสดงความชื้นมาตรฐานแห้งกรณีทดลองด้วย
แสงอาอทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์อุณหภูมิ 50 °C 36
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงอุณหภูมิกรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์อุณหภูมิ 50 °C 37
รูปที่ 4.16 กราฟแสดงความชื้นกรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์อุณหภูมิ 50 °C 38
รูปที่ 4.17 กราฟแสดงความเข้มแสงอาทิตย์กรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์
ฮีตเตอร์อุณหภูมิ 50 °C 39
รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความชื้นมาตรฐานแห้งกรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับ
ฮีตเตอร์อุณหภูมิ 55 °C 40
รูปที่ 4.19 กราฟแสดงอุณหภูมิกรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์อุณหภูมิ 55 °C 41
รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความชื้นกรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์อุณหภูมิ 55 °C 42
รูปที่ 4.21 กราฟแสดงความเข้มแสงอาทิตย์กรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับ
ฮีตเตอร์อุณหภูมิ 55 °C 43
รูปที่ 4.22 กราฟแสดงความชื้นมาตรฐานแห้งกรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับ
ฮีตเตอร์อุณหภูมิ 60 °C 44
รูปที่ 4.23 กราฟแสดงอุณหภูมิกรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์อุณหภูมิ 60 °C 45
รูปที่ 4.24 กราฟแสดงความชื้นกรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์อุณหภูมิ 60 °C 46
รูปที่ 4.25 กราฟแสดงความเข้มแสงอาทิตย์กรณีทดลองด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับ
ฮีตเตอร์อุณหภูมิ 60 °C 47
รูปที่ 4.26 กราฟเปรียบเทียบความชื้นมาตรฐานแห้งกรณีทดลองด้วยฮีตเตอร์
แสงอาทิตย์ และ แสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์ 48
รูปที่ 4.27 กราฟเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้ากรณีทดลองด้วยฮีตเตอร์ แสงอาทิตย์ และ
แสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์ 49

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ ข.1 รายงานการวิจัย NO.1 60
รูปที่ ข.2 รายงานการวิจัย NO.2 60
รูปที่ ข.3 นิทรรศการ NO. 1 61
รูปที่ ข.4 นิทรรศการ NO. 2 61
รูปที่ ข.5 นิทรรศการ NO. 3 62
รูปที่ ข.6 นิทรรศการ NO. 4 62
รูปที่ ข.7 นิทรรศการ NO. 5 63
รูปที่ ข.8 นิทรรศการ NO. 6 63

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ ค.1 ค่าผลการทดลองการอบกระดาษใบสับปะรดโดยใช้พลังงาน
แสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว ครั้งที่ 1 65
ตารางที่ ค.2 ค่าผลการทดลองการอบกระดาษใบสับปะรดโดยใช้พลังงาน
แสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว ครั้งที่ 2 68
ตารางที่ ค.3 ค่าผลการทดลองการอบกระดาษใบสับปะรดโดยใช้พลังงาน
แสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว ครั้งที่ 3 71
ตารางที่ ค.4 ค่าผลการทดลองการอบกระดาษใบสับปะรดโดยใช้ฮีตเตอร์เพียงอย่างเดียว
ที่อุณหภูมิฮีตเตอร์ 50 องศาเซลเซียส 74
ตารางที่ ค.5 ค่าผลการทดลองการอบกระดาษใบสับปะรดโดยใช้ฮีตเตอร์เพียงอย่างเดียว
ที่อุณหภูมิฮีตเตอร์ 55 องศาเซลเซียส 77
ตารางที่ ค.6 ค่าผลการทดลองการอบกระดาษใบสับปะรดโดยใช้ฮีตเตอร์เพียงอย่างเดียว
ที่อุณหภูมิฮีตเตอร์ 60 องศาเซลเซียส 80
ตารางที่ ค.7 ค่าผลการทดลองการอบกระดาษใบสับปะรดโดยใช้ฮีตเตอร์ร่วมกับแสงอาทิตย์
ที่อุณหภูมิฮีตเตอร์ 50 องศาเซลเซียส 83
ตารางที่ ค.8 ค่าผลการทดลองการอบกระดาษใบสับปะรดโดยใช้ฮีตเตอร์ร่วมกับแสงอาทิตย์
ที่อุณหภูมิฮีตเตอร์ 55 องศาเซลเซียส 86
ตารางที่ ค.9 ค่าผลการทดลองการอบกระดาษใบสับปะรดโดยใช้ฮีตเตอร์ร่วมกับแสงอาทิตย์
ที่อุณหภูมิฮีตเตอร์ 60 องศาเซลเซียส 89

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์และคำย่อ	ความหมาย	หน่วย
M_d	ความชื้นมาตรฐานแห้ง	%d.b.
m_w	มวลของผลิตภัณฑ์ชื้น	kg
m_d	มวลของผลิตภัณฑ์แห้ง	kg
M_w	ความชื้นมาตรฐานเปียก	%w.b.