

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คำนำ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
1. บทนำ	1
1.1. ความเป็นมาของงานวิจัย	1
1.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
1.3. วัตถุประสงค์	3
1.4. แนวทางในการดำเนินการวิจัย	3
2. ทฤษฎีการอบแห้ง	4
2.1. กล่าวนำ	4
2.2. ลักษณะและประเภทของเครื่องอบแห้ง	6
2.3. ระบบอบแห้งชนิดที่มีระบบกักเก็บความร้อน	8
2.4. การคำนวณประสิทธิภาพเครื่องอบแห้ง	10
3. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานชนิดตู้	12
3.1. ส่วนประกอบและหลักการทำงาน	12
3.2. ขนาดของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบตู้	13
3.3. การกักเก็บความร้อนของกองอิฐ	18
3.4. ประสิทธิภาพแผงรับแสงอาทิตย์	21
3.5. วิธีการทดลองอบแห้งผลิตภัณฑ์	21
3.6. ผลการอบแห้งผลิตภัณฑ์	23
3.6.1. การอบแห้งพริกครั้งที่ 1	23
3.6.2. การอบแห้งพริกครั้งที่ 2	25
3.6.3. การอบแห้งพริกครั้งที่ 3	27
3.6.4. การอบแห้งกล้วยครั้งที่ 1	29

สารบัญ (ต่อ)

3.6.5. การอบแห้งกล้วยครั้งที่ 2	31
3.6.6. การอบแห้งใบมะกรูด	33
3.7. สรุปผลการอบแห้งผลิตภัณฑ์	35
3.8. ต้นทุนเครื่องอบแห้งแบบตู้	36
4. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานชนิดอุโมงค์	37
4.1. หลักการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์	37
4.2. การทดลองอบแห้งผลิตภัณฑ์	39
4.3. ผลการทดลองอบแห้งผลิตภัณฑ์	41
4.3.1. การอบแห้งพริกครั้งที่ 1	41
4.3.2. การอบแห้งพริกครั้งที่ 2	43
4.3.3. การอบแห้งพริกครั้งที่ 3	45
4.3.4. การอบแห้งใบมะกรูด	47
4.3.5. การอบแห้งกล้วย	49
4.4. สรุปผลการทดลอง	51
4.5. ต้นทุนเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์	52
5. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานแบบชั้นบันได	53
5.1. หลักการทำงานของเครื่องอบแห้ง	53
5.2. การทดลองเครื่องอบแห้งแบบชั้นบันได	55
5.3. การทดลองอบแห้งผลิตภัณฑ์	57
5.3.1. การอบแห้งพริกครั้งที่ 1	57
5.3.2. การอบแห้งพริกครั้งที่ 2	59
5.3.3. การอบแห้งพริกครั้งที่ 3	61
5.3.4. การอบแห้งพริกครั้งที่ 4	63
5.3.5. การอบแห้งพริกครั้งที่ 5	65
5.3.6. การอบแห้งใบมะกรูด	66
5.3.7. การอบแห้งกล้วยเล็บมือนาง	68
5.4. สรุปผลการทดลอง	70
5.5. ต้นทุนเครื่องอบแห้ง	71
6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	72

สารบัญ (ต่อ)

6.1. บทสรุป	72
6.2. ข้อเสนอแนะ	73
เอกสารอ้างอิง	75
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ข้อมูลการทดลองของเครื่องอบแห้งแบบตู้	
ภาคผนวก ข ข้อมูลการทดลองของเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์	
ภาคผนวก ค ข้อมูลการทดลองของเครื่องอบแห้งแบบบันได	

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าความร้อนไม้พินจากย่างพารา	8
ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติที่ใช้เป็นสารตัวกลางในการเก็บความร้อน โดยอาศัยความร้อนสัมผัส	9
ตารางที่ 3.1 ประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์	21
ตารางที่ 3.2 สรุปผลการทดลองอบแห้งผลิตภัณฑ์ของเครื่องอบแห้งแบบตู้	35
ตารางที่ 3.3 ราคาวัสดุของเครื่องอบแห้งแบบตู้	35
ตารางที่ 4.1 สรุปผลการทดลองอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร 3 ชนิด คือ พริก ไบมะกรูด และกล้วย	51
ตารางที่ 4.2 ราคาวัสดุของเครื่องอบแห้งแบบบอโมงค์	52
ตารางที่ 5.1 สรุปผลการทดลองอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรด้วยเครื่อง อบแห้งแบบบันได	70
ตารางที่ 5.2 ราคาวัสดุของเครื่องอบแห้งแบบบันได	71
ตารางที่ 6.1 สมรรถนะของเครื่องอบแห้งทั้งสามแบบ จากการอบพริก กล้วย และไบมะกรูด	73

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 อัตราการแห้งช่วงต่างๆ	5
รูปที่ 2.2 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ประเภทต่างๆ	7
รูปที่ 3.1 ผังรูปเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบตู้	12
รูปที่ 3.2 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบตู้	13
รูปที่ 3.3 ตู้อบแห้ง	14
รูปที่ 3.4 แผงรับรังสี	16
รูปที่ 3.5 กองอิฐเก็บกักความร้อน	17
รูปที่ 3.6 เตาเผาไม้พิน	18
รูปที่ 3.7 ตำแหน่งวัดอุณหภูมิในกองอิฐ	19
รูปที่ 3.8 อุณหภูมิเฉลี่ยที่ชั้นล่าง (B) ชั้นกลาง (C) และชั้นบน (D) ของกองอิฐ เมื่อใส่ไม้พินครั้งเดียว 60 กก.	19
รูปที่ 3.9 อุณหภูมิเฉลี่ยกองอิฐเก็บกักความร้อนเมื่อใส่ไม้พินครั้งละ 60 กก. ชั่วโมงที่ 0 12 และ 24	20
รูปที่ 3.10 ตำแหน่งของถาดวางผลิตภัณฑ์บนชั้นต่างๆ ในตู้อบ	22
รูปที่ 3.11 อุณหภูมิก๊าซร้อนไหลเข้า (T1) อุณหภูมิกองอิฐ (T2) อุณหภูมิก๊าซร้อนไหลออก (T3) และอุณหภูมิในตู้อบแห้ง (T4) ของการอบแห้งครั้งที่ 1	24
รูปที่ 3.12 ความชื้นของพริก (MC) อุณหภูมิในตู้อบ (T4) และอุณหภูมิมบรรยากาศ ของการอบแห้งครั้งที่ 1	24
รูปที่ 3.13 ความชื้นของแสงอาทิตย์ในการอบแห้งพริกครั้งที่ 1	25
รูปที่ 3.14 อุณหภูมิก๊าซร้อนไหลเข้า (T1) อุณหภูมิกองอิฐ (T2) อุณหภูมิก๊าซร้อนไหลออก (T3) และอุณหภูมิในตู้อบแห้ง (T4) ของการอบแห้งพริกครั้งที่ 2	26
รูปที่ 3.15 ความชื้นของพริก (MC) อุณหภูมิในตู้อบ (T4) และอุณหภูมิมบรรยากาศ ของการอบแห้งครั้งที่ 2	26
รูปที่ 3.16 ความชื้นของแสงอาทิตย์ในการอบแห้งพริกครั้งที่ 2	27
รูปที่ 3.17 อุณหภูมิมบรรยากาศ (Tamb.) อุณหภูมิในตู้อบแห้ง (T4) และความชื้นแสงอาทิตย์ (I) ของการอบแห้งพริกครั้งที่ 3	28
รูปที่ 3.18 ความชื้นของพริกในการอบแห้งครั้งที่ 3	28
รูปที่ 3.19 อุณหภูมิกองอิฐ (T2) อุณหภูมิก๊าซร้อนจากกองอิฐ (T3) และอุณหภูมิในตู้อบ (T4) ในการอบแห้งกล้วยครั้งที่ 1	29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 3.20	ความชื้นของกล้วย (MC) และอุณหภูมิในตู้อบ (T) ในการอบแห้งครั้งที่ 1	30
รูปที่ 3.21	ความเข้มของแสงอาทิตย์ในการอบแห้งกล้วยครั้งที่ 1	30
รูปที่ 3.22	อุณหภูมิก๊าซร้อนก่อนเข้ากองอิฐ (T1) อุณหภูมิกองอิฐ (T2) และอุณหภูมิในตู้อบ (T4) ในการอบแห้งกล้วยครั้งที่ 2	31
รูปที่ 3.23	ความชื้นของกล้วย (MC) และอุณหภูมิในตู้อบ (T4) ในการอบแห้งครั้งที่ 2	32
รูปที่ 3.25	อุณหภูมิกองอิฐ (T2) อุณหภูมิก๊าซร้อนจากกองอิฐ (T3) และอุณหภูมิในตู้อบ (T4) ในการอบแห้งใบมะกรูด	33
รูปที่ 3.26	ความชื้นของใบมะกรูด (MC) และอุณหภูมิในตู้อบ (T4)	34
รูปที่ 3.27	ความเข้มแสงอาทิตย์ในการอบแห้งใบมะกรูด	34
รูปที่ 4.1	แผนภาพของเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์	37
รูปที่ 4.2	เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานแบบอุโมงค์	38
รูปที่ 4.3	แสดงตำแหน่งวางถ้วยตัวอย่างผลิตภัณฑ์	39
รูปที่ 4.4	แสดงตำแหน่งในการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ล เพื่อวัดอุณหภูมิในกองอิฐในตู้อบ และในแผงรับแสงอาทิตย์ (a) มุมมองด้านข้าง (b) มุมมองด้านบน	40
รูปที่ 4.5	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยในกองอิฐ ในการอบแห้งพริกครั้งที่ 1	41
รูปที่ 4.6	ความชื้นของพริกและอุณหภูมิเฉลี่ยในตู้อบแห้ง ในการอบแห้งครั้งที่ 1	42
รูปที่ 4.7	ค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ที่เวลาต่าง ๆ ในการอบแห้งพริกครั้งที่ 1	42
รูปที่ 4.8	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยในกองอิฐ ในการอบแห้งพริกครั้งที่ 2	43
รูปที่ 4.9	ความชื้นของพริกและอุณหภูมิเฉลี่ยในตู้อบแห้ง ในการอบแห้งครั้งที่ 2	44
รูปที่ 4.10	ค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ที่เวลาต่าง ๆ ระหว่างการอบแห้งพริกครั้งที่ 2	44
รูปที่ 4.11	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยในกองอิฐ ระหว่างการอบแห้งพริกครั้งที่ 3	45
รูปที่ 4.12	ความชื้นของพริกและอุณหภูมิเฉลี่ยในตู้อบแห้ง ระหว่างการอบแห้งครั้งที่ 3	46

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 4.13	ค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ที่เวลาต่าง ๆ ระหว่างการอบแห้งพริกครั้งที่ 3	46
รูปที่ 4.14	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองอิฐ ระหว่างการอบแห้งไอบะกรูด	47
รูปที่ 4.15	ความชื้นของไอบะกรูดและอุณหภูมิเฉลี่ยในตู้อบแห้ง ระหว่างการอบแห้ง	48
รูปที่ 4.16	ค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ที่เวลาต่าง ๆ ระหว่างการอบแห้งไอบะกรูด	48
รูปที่ 4.17	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยในกองอิฐ ระหว่างการอบแห้งกล้วย	49
รูปที่ 4.18	ความชื้นของกล้วยและอุณหภูมิเฉลี่ยในตู้อบแห้ง ระหว่างการอบแห้ง	50
รูปที่ 4.19	ค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ที่เวลาต่าง ๆ ระหว่างการอบแห้งกล้วย	50
รูปที่ 5.1	เครื่องอบแห้งแบบชั้นบันได	53
รูปที่ 5.2	แสดงการจัดเรียงก้อนอิฐของเครื่องอบแห้งแบบชั้นบันได	54
รูปที่ 5.3	ภาพถ่ายตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบชั้นบันได	55
รูปที่ 5.4	แสดงองค์ประกอบและตำแหน่งติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ลในกองอิฐ (a) มุมมองด้านข้าง (b) มุมมองด้านบน	56
รูปที่ 5.5	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยในกองอิฐ ในการอบแห้งพริกครั้งที่ 1	58
รูปที่ 5.6	ความชื้นของพริก และอุณหภูมิอากาศร้อนในตู้อบในการอบแห้งพริกครั้งที่ 1	58
รูปที่ 5.7	ความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบแผงรับแสงอาทิตย์ ในการอบแห้งพริกครั้งที่ 1	59
รูปที่ 5.8	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยภายในกองอิฐในการอบแห้งพริกครั้งที่ 2	60
รูปที่ 5.9	ความชื้นของพริก และอุณหภูมิอากาศร้อนในตู้อบในการอบแห้งครั้งที่ 2	60
รูปที่ 5.10	ความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบแผงรับแสงอาทิตย์ ในการอบแห้งพริกครั้งที่ 2	61
รูปที่ 5.11	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยในกองอิฐ ในการอบแห้งพริกครั้งที่ 3	62

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 5.12	ความชื้นของพริก และอุณหภูมิอากาศร้อนในตู้อบ ในการอบแห้งครั้งที่ 3	62
รูปที่ 5.13	ความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบแผงรับ ในการอบแห้งพริกครั้งที่ 3	63
รูปที่ 5.14	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองอิฐ ในการอบแห้งพริกครั้งที่ 4	64
รูปที่ 5.15	ความชื้นของพริก และอุณหภูมิอากาศร้อนในตู้อบ ในการอบแห้งครั้งที่ 4	64
รูปที่ 5.16	ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิมบรรยากาศ ในการอบแห้งพริกครั้งที่ 4	64
รูปที่ 5.17	ความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบแผงรับแสงอาทิตย์ ในการอบแห้งพริกครั้งที่ 4	64
รูปที่ 5.18	ความชื้นของพริก และอุณหภูมิอากาศร้อนในตู้อบ ในการอบแห้งครั้งที่ 5	65
รูปที่ 5.19	ความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบแผงรับแสงอาทิตย์ ในการอบแห้งพริกครั้งที่ 5	66
รูปที่ 5.20	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยในกองอิฐ ในการอบแห้งใบมะกรูด	67
รูปที่ 5.21	ความชื้นของใบมะกรูด และอุณหภูมิอากาศร้อนในตู้อบ ในการอบแห้ง	67
รูปที่ 5.22	ความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบแผงรับแสงอาทิตย์ ในการอบแห้งใบมะกรูด	67
รูปที่ 5.23	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยในกองอิฐ ในการอบแห้งกล้วย	68
รูปที่ 5.24	ความชื้นของกล้วย และอุณหภูมิอากาศร้อนในตู้อบ ในการอบแห้ง	69
รูปที่ 5.25	ความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบแผงรับแสงอาทิตย์ ในการอบแห้งกล้วย	69