

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
ขอบเขตของงานวิจัย	3
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ชีวมวล	5
ทฤษฎีการอบแห้ง.....	6
ความสำคัญของการอบแห้ง	6
พื้นฐานการอบแห้งวัสดุ	7
ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง	9
อัตราการอบแห้ง.....	9
ค่าความชื้นในวัสดุ.....	11
ประสิทธิภาพการอบแห้ง	12
ทฤษฎีแผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ	13
แผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ	13
สมรรถนะของแผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ	14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	27
เครื่องอบแห้งลำโพงพลังงานชีวมวล	28
อุปกรณ์และการบันทึกข้อมูล.....	33

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
เครื่องมือวัดที่ใช้ในงานวิจัย	33
ข้อมูลที่ต้องการและการบันทึกข้อมูล	37
วิธีการดำเนินงานวิจัย	37
ขั้นตอนการอบแห้งผลิตภัณฑ์	38
การอบแห้งผลิตภัณฑ์โดยไม่นำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่	40
การอบแห้งผลิตภัณฑ์แบบมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่	42
ขั้นตอนการทดลองอบแห้งหลังการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง	42
การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์	43
ต้นทุนคงที่	43
ต้นทุนแปรผัน	44
4 การปรับปรุงเครื่องอบแห้ง	47
การออกแบบและคำนวณพื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์	47
การติดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์และลักษณะการทำงาน	51
5 ผลการทดลองและวิเคราะห์	53
การวิเคราะห์ผลการอบแห้งพริกชี้ฟ้า ไบมะกูด และตะไคร้	53
การวิเคราะห์ผลการอบแห้งแบบไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่	54
ผลการอบแห้งพริกชี้ฟ้า	55
ผลการอบแห้งไบมะกูด	59
ผลการอบแห้งตะไคร้	62
การพิจารณาตัวแปรที่เหมาะสมในการอบแห้ง	65
การวิเคราะห์ผลการอบแห้งแบบมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่	68
ผลการอบแห้งพริกชี้ฟ้า	70
ผลการอบแห้งไบมะกูด	73

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ผลการอบแห้งตะไคร้	77
ความสิ้นเปลืองพลังงานในการอบแห้งแบบมีและไม่มี การนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่	80
สมการการอบแห้งพริกชี้ฟ้า ใบมะกรูด และตะไคร้ ด้วยเครื่องอบแห้งลำไย	82
การวิเคราะห์ผลการทดลองหลังปรับปรุงเครื่องอบแห้ง	89
ผลการทดลองอบแห้งใบมะกรูด	90
ผลการทดลองอบแห้งตะไคร้	93
การเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานในการอบแห้งก่อนและหลังปรับปรุง เครื่องอบแห้ง	96
การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์	98
การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ของการอบแห้งลำไยอย่างเดียว	98
การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ของการอบแห้งแบบต่อเนื่อง	100
การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์หลังการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง	104
6 สรุปและเสนอแนะ	108
สรุป	108
ผลการทดลองอบแห้ง	108
ระยะเวลาคืนทุน	110
ข้อเสนอแนะ	110
บรรณานุกรม	111
ภาคผนวก	115
ภาคผนวก ก อัตราค่าไฟฟ้า	116
ภาคผนวก ข ข้อมูลผลิตผลทางการเกษตร	118
ประวัติผู้วิจัย	122

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 รายละเอียดค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษาเครื่องอบแห้ง	43
2 ข้อมูลและสมมติฐานสำหรับการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ในการอบแห้ง	44
3 ผลการอบแห้งแบบไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่	54
4 ผลการทดลองอบแห้งผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดที่สภาวะการอบแห้งต่างๆ	69
5 ความสิ้นเปลืองพลังงานในการอบแห้ง	81
6 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	83
7 ค่าคงที่ และค่า Correlation coefficient (r) ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	84
8 ความสิ้นเปลืองพลังงานในการอบแห้งทั้งหมด	96



บัญชีภาพ

ภาพ	หน้า
1 การแพร่ของมวลระหว่างผิวของแข็งและของไหล.....	8
2 อัตราการอบแห้งของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร.....	10
3 แผงรับรังสีอาทิตย์.....	14
4 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบโมดูล.....	17
5 การอบแห้งตะไคร้โดยการใช้พลังงานจากโปรตีนเซอร์แก๊ส.....	20
6 เครื่องอบแห้งแบบชั้นแบนราบ.....	21
7 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาความร้อนธรรมชาติโดยมีตัวทำความร้อน สำรวจจากชีวมวล.....	23
8 ไดอะแกรมของเครื่องอบแห้งแบบตู้.....	25
9 เครื่องอบแห้งลำโพงพลังงานชีวมวล.....	28
10 ไดอะแกรมของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน.....	29
11 ห้องอบแห้ง.....	30
12 ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องอบแห้งลำโพงพลังงานชีวมวล.....	32
13 อุปกรณ์และเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดลอง.....	34
14 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและอัตราการไหลของอากาศ.....	36
15 วิธีทดลอง.....	39
16 ฟริกซ์ฟ้าที่ใช้ในการทดลอง.....	40
17 ไบเมทรูดที่ใช้ในการทดลอง.....	40
18 ตะไคร้ที่ใช้ในการทดลอง.....	41
19 ภาคตัดขวางของแผงรับรังสีอาทิตย์.....	49
20 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและอัตราการไหลอากาศสำหรับแผงรับรังสีอาทิตย์.....	50
21 แผงรับรังสีอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลอง.....	51
22 ลักษณะการทำงานของเครื่องอบแห้งหลังปรับปรุง.....	52
23 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศอบแห้งฟริกซ์ฟ้า (ความหนา 20 cm).....	55
24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของฟริกซ์ฟ้า (ความหนา 20 cm).....	56
25 อัตราการอบแห้งฟริกซ์ฟ้า (ความหนา 20 cm).....	57

บัญชีภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
26 อิทธิพลของปริมาณความชื้นที่มีต่ออัตราการอบแห้งพริกชี้ฟ้า (ความหนา 20 cm).....	58
27 พริกชี้ฟ้าก่อนอบแห้งและพริกชี้ฟ้าที่ได้จากการทดลอง	58
28 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศอบแห้งโคมะگرد (ความหนา 30 cm).....	59
29 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของโคมะگرد (ความหนา 30 cm).....	60
30 อัตราการอบแห้งโคมะگرد (ความหนา 30 cm).....	61
31 อิทธิพลของปริมาณความชื้นที่มีต่ออัตราการอบแห้งโคมะگرد (ความหนา 30 cm)	61
32 โคมะگردก่อนอบแห้งและโคมะگردที่ได้จากการทดลอง.....	62
33 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศอบแห้งตะไคร้ (ความหนา 30 cm).....	63
34 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของตะไคร้ (ความหนา 30 cm).....	63
35 อัตราการอบแห้งตะไคร้ (ความหนา 30 cm).....	64
36 อิทธิพลของปริมาณความชื้นที่มีต่ออัตราการอบแห้งตะไคร้ (ความหนา 30 cm)	64
37 ตะไคร้ก่อนอบแห้งและตะไคร้ที่ได้จากการทดลอง.....	65
38 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและอุณหภูมิอากาศขาออกในการอบแห้งพริก	66
39 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและอุณหภูมิอากาศขาออกในการอบแห้ง โคมะگرد	67
40 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและอุณหภูมิอากาศขาออกในการอบแห้ง ตะไคร้	68
41 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่โอบแห้งพริกชี้ฟ้า (อัตราการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ 80%).....	70
42 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของพริกชี้ฟ้า (เมื่อมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ 80%).....	71
43 การเปรียบเทียบการลดลงของปริมาณความชื้นในการอบแห้งพริกชี้ฟ้าแบบมีและไม่มี การนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่.....	71
44 อัตราการอบแห้งพริกชี้ฟ้ากรณีมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ 80%	72
45 อิทธิพลของปริมาณความชื้นที่มีต่ออัตราการอบแห้งพริกชี้ฟ้า (อัตราการนำอากาศร้อน กลับมาใช้ใหม่ 80%)	73

บัญชีภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
46 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่อบแห้งใบมะกรูดเมื่อมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ 80%.....	74
47 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของใบมะกรูดเมื่อมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ 80%.....	74
48 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในการอบแห้งใบมะกรูดเมื่อมีการนำอากาศร้อน กลับมาใช้ใหม่และไม่มีมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ 80%.....	75
49 การเปลี่ยนแปลงอัตราการอบแห้งใบมะกรูดกรณีที่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ 80%.....	76
50 อิทธิพลของปริมาณความชื้นที่มีต่ออัตราการอบแห้งใบมะกรูด (อัตราการนำอากาศร้อน กลับมาใช้ใหม่ 80%).....	76
51 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่อบแห้งตะไคร้เมื่อมีการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ 80%.....	77
52 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของตะไคร้เมื่อมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ 80%.....	78
53 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในการอบแห้งตะไคร้ แบบไม่มีมีการนำอากาศร้อน กลับมาใช้ใหม่และแบบมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่.....	78
54 การเปลี่ยนแปลงอัตราการอบแห้งตะไคร้กรณีที่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ 80%.....	79
55 อิทธิพลของปริมาณความชื้นที่มีต่ออัตราการอบแห้งตะไคร้เมื่อมีการนำอากาศร้อน กลับมาใช้ใหม่ 80%.....	80
56 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการอบแห้งพริกชี้ฟ้า ใบมะกรูด และตะไคร้ ในกรณีที่ มีและไม่มีมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่.....	82
57 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลาจากผลการทดลองเปรียบเทียบกับ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของพริกชี้ฟ้า.....	87
58 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลาจากผลการทดลองเปรียบเทียบกับ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของใบมะกรูด.....	88

บัญชีภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
59 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลาจากผลการทดลองเปรียบเทียบกับ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของตะไคร้.....	89
60 ความสัมพันธ์ของค่าความเข้มรังสีอาทิตย์กับอุณหภูมิอากาศออกจากแผงรับรังสี อาทิตย์.....	90
61 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในการอบแห้งใบมะกรูดหลังการปรับปรุง เครื่องอบแห้ง.....	91
62 การเปลี่ยนแปลงอัตราการอบแห้งใบมะกรูดหลังปรับปรุงเครื่องอบแห้ง.....	91
63 อิทธิพลของปริมาณความชื้นที่มีต่ออัตราการอบแห้งใบมะกรูดหลังการปรับปรุง เครื่องอบแห้ง.....	92
64 สัดส่วนการใช้พลังงานในการอบแห้งใบมะกรูดหลังมีการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง.....	92
65 ความสัมพันธ์ของค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์กับอากาศออกจากแผงรับรังสี อาทิตย์.....	93
66 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในการอบแห้งตะไคร้หลังการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง.....	94
67 การเปลี่ยนแปลงอัตราการอบแห้งตะไคร้หลังการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง.....	95
68 อิทธิพลของปริมาณความชื้นที่มีต่ออัตราการอบแห้งตะไคร้หลังการปรับปรุง เครื่องอบแห้ง.....	95
69 สัดส่วนการใช้พลังงานในการอบแห้งตะไคร้หลังมีการปรับปรุงเครื่องอบแห้ง.....	96
70 การเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานชีวมวลในการอบแห้ง.....	97