

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัยและวิธีศึกษา	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ลำไย	4
2.2 คุณค่าทางโภชนาการของลำไย	4
2.3 การแปรรูปลำไยผง	5
2.4 ปัญหาการแปรรูปลำไยแห้งโดยวิธีอบแห้งพ่นฝอยและวิธีแก๊ส	8
2.5 สารช่วยทำแห้ง	10
2.6 สมบัติสำคัญของอาหารผง	17
2.7 การเปลี่ยนแปลงของอาหารผงระหว่างการเก็บรักษา	31
บทที่ 3 อุปกรณ์ สารเคมีและวิธีการทดลอง	36
3.1 อุปกรณ์	36
3.2 สารเคมี	37
3.3 วิธีการทดลอง	37
3.3.1 การเตรียมน้ำลำไย	37
3.3.2 การหาชนิดและความเข้มข้นของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสม	37
3.3.3 การหาสภาวะการอบแห้งลำไยผงที่เหมาะสม	41
3.3.4 การศึกษาลักษณะซอร์ปชันไอโซเทอร์มของน้ำลำไยผง	42

ลิขสิทธิ์ © by Chiang Mai University  
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.5 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา	43
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	44
4.1 อัตราส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสม	44
4.2 อุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสม	55
4.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มลำไยผงระหว่างการเก็บรักษา	67
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	85
5.1 สรุปผลการทดลอง	85
5.2 ข้อเสนอแนะ	86
เอกสารอ้างอิง	88
ภาคผนวก	101
ภาคผนวก ก วิธีวิเคราะห์คุณภาพ	102
ภาคผนวก ข ภาพอุปกรณ์การทดลองและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	109
ภาคผนวก ค ตารางผลการทดลอง	115
ภาคผนวก ง แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	135
ภาคผนวก จ ข้อมูลจำเพาะของสตาร์ชตัดแปร	137
ประวัติผู้เขียน	139

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ค่า $a_w$ ของสารละลายเกลือที่แตกต่างกัน ที่อุณหภูมิ 25°C	19
2.2 ตารางแสดงค่าความสามารถในการไหลของอาหารผง	24
3.1 แผนการทดลองแบบ Mixture Design	38
4.1 ปริมาณผลผลิตของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	45
4.2 สมบัติทางเคมีของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	46
4.3 สมบัติทางกายภาพของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	49
4.4 คะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	50
4.5 สมการถดถอยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสูตรของสารช่วยทำแห้ง และคุณสมบัติเครื่องคัมน้ำลำไยผง ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )	51
4.6 ปริมาณผลผลิตของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	56
4.7 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนรวม	56
4.8 ประสิทธิภาพการระเหย	57
4.9 ปริมาณความชื้นของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	58
4.10 ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	58
4.11 ค่าความสว่างของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	59
4.12 ค่าสี $a^*$ ของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	60
4.13 ค่าสี $b^*$ ของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	60
4.14 ค่าความเข้มของสีของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	61
4.15 ค่าเฉดสีของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	61
4.16 ความสามารถในการไหลของเครื่องคัมน้ำลำไยผง โดยวิธีวัดมูกอง	62
4.17 ความหนาแน่นรวมของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	63
4.18 ความหนาแน่นของอนุภาคของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	64
4.19 ความสามารถในการละลายของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	64
4.20 อุณหภูมิกลาสรานชิชันของเครื่องคัมน้ำลำไยผง	65

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.21 คะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มลำไยผง	66
4.22 ค่าคงที่ของแบบจำลองซอร์ปชันไอโซเทอร์มของเครื่องดื่มลำไยผง	70
4.23 สัมประสิทธิ์ในการทำนายแบบจำลองคณิตศาสตร์ต่างๆ	71
4.24 การเปลี่ยนแปลงค่าสีโดยรวม ( $\Delta E$ ) เมื่อผ่านการเก็บรักษา 30 วัน	77
4.25 คะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มลำไยผง ระหว่างการเก็บรักษา	83
ค 1 ปริมาณความชื้นของเครื่องดื่มลำไยผง ระหว่างการเก็บรักษา	116
ค 2 ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของเครื่องดื่มลำไยผง ระหว่างการเก็บรักษา	118
ค 3 ค่าความสว่างของเครื่องดื่มลำไยผง ระหว่างการเก็บรักษา	120
ค 4 ค่าสี $a^*$ ของเครื่องดื่มลำไยผง ระหว่างการเก็บรักษา	122
ค 5 ค่าสี $b^*$ ของเครื่องดื่มลำไยผง ระหว่างการเก็บรักษา	124
ค 6 ความสามารถในการไหลของเครื่องดื่มลำไยผงระหว่างการเก็บรักษา โดยวิธีวัดมูกอง	126
ค 7 ความหนาแน่นรวมของเครื่องดื่มลำไยผง ระหว่างการเก็บรักษา	128
ค 8 ความหนาแน่นของอนุภาคของเครื่องดื่มลำไยผง ระหว่างการเก็บรักษา	130
ค 9 ความสามารถในการละลายของเครื่องดื่มลำไยผง ระหว่างการเก็บรักษา	132
ค 10 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g) ของเครื่องดื่มลำไยผงในระหว่างการเก็บรักษา	134
ค 11 จำนวนยีสต์และราของเครื่องดื่มลำไยผงในระหว่างการเก็บรักษา	134

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 ซอร์ปชัน ไอโซเทอร์ม	18
2.2 ประเภทของซอร์ปชัน ไอโซเทอร์ม	20
2.3 การวัด static angle of repose	25
2.4 ตัวอย่างการวัด static angle of repose	26
2.5 การวัด dynamic angle of repose	27
2.6 พงที่ประกอบด้วย open และ close pores	29
2.7 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ความหนาแน่นของอนุภาคด้วยวิธี liquid pycnometry	30
2.8 แสดงการวิเคราะห์ความหนาแน่นของผงด้วย Hokusawa powder tester ทั้งวิธี aerate density และ tapped density	31
4.1 กราฟพื้นที่การตอบสนองต่อความสามารถในการละลายของเครื่องดื่มน้ำไอผงผสม มอลโตเดกซ์ตริน สตาร์ชตัดแปร และกัมอารบิก	52
4.2 กราฟพื้นที่การตอบสนองต่อความชอบค้ำานการชงละลายของเครื่องดื่มน้ำไอผงผสม มอลโตเดกซ์ตริน สตาร์ชตัดแปร และกัมอารบิก	53
4.3 กราฟพื้นที่การตอบสนองต่อความชอบโดยรวมของเครื่องดื่มน้ำไอผงผสม มอลโตเดกซ์ตริน สตาร์ชตัดแปร และกัมอารบิก	54
4.4 ลักษณะซอร์ปชัน ไอโซเทอร์มของเครื่องดื่มน้ำไอผงที่อุณหภูมิต่างๆ	68
4.5 ปริมาณความชื้นของเครื่องดื่มน้ำไอผง ระหว่างการเก็บรักษา	72
4.6 ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของเครื่องดื่มน้ำไอผง ระหว่างการเก็บรักษา	73
4.7 ค่าความสว่างของเครื่องดื่มน้ำไอผง ระหว่างการเก็บรักษา	74
4.8 ค่าสี a* ของเครื่องดื่มน้ำไอผง ระหว่างการเก็บรักษา	75
4.9 ค่าสี b* ของเครื่องดื่มน้ำไอผง ระหว่างการเก็บรักษา	76
4.10 ความสามารถในการไหลของเครื่องดื่มน้ำไอผงระหว่างการเก็บรักษา โดยวิธีวัดมุมมอง	78
4.11 ความหนาแน่นรวมของเครื่องดื่มน้ำไอผง ระหว่างการเก็บรักษา	79
4.12 ความหนาแน่นของอนุภาคของเครื่องดื่มน้ำไอผง ระหว่างการเก็บรักษา	80
4.13 ความสามารถในการละลายของเครื่องดื่มน้ำไอผง ระหว่างการเก็บรักษา	81

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ก 3 ความสามารถในการไหล	104
ข 1 เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ใช้ในการวิจัย	110
ข 2 เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity meter)	110
ข 3 น้ำลำไยก่อนการอบแห้งแบบพ่นฝอย	111
ข 4 ผลึกน้ำตาลเครื่องคั้นลำไยผง	111
ข 5 การหาค่าคงที่ซอร์ปชันไอโซเทอร์มของ Oswin	112
ข 6 การหาค่าคงที่ซอร์ปชันไอโซเทอร์มของ Henderson	112
ข 7 การหาค่าคงที่ซอร์ปชันไอโซเทอร์มของ Halsey	113
ข 8 การหาค่าคงที่ซอร์ปชันไอโซเทอร์มของ Smith	113
ข 9 การหาค่าคงที่ซอร์ปชันไอโซเทอร์มของ BET	114
ข 10 การหาค่าคงที่ซอร์ปชันไอโซเทอร์มของ GAB	114