

สารบัญ		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ก
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ฉ
สารบัญตาราง		ญ
สารบัญภาพ		ฎ
สารบัญตารางภาคผนวก		ฏ
สารบัญภาพภาคผนวก		ฒ
บทที่ 1 บทนำ		1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา		1
1.2 วัตถุประสงค์		3
1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับ		3
1.4 ขอบข่ายการวิจัย		3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		4
2.1 ลำไย		4
2.1.1 พันธุ์ลำไย		4
2.1.2 ลักษณะประจำพันธุ์ของลำไยกะโหลก		5
2.2 ผลิตภัณฑ์ซัทนีส์		10
2.3 การจำแนกประเภทอาหารตามค่าวอเตอร์แอกติวิตี		14
2.3.1 อาหารที่มีความชื้นปานกลาง (Intermediate moisture food, IMF)		16
2.3.2 การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยไม้อาศัยเอนไซม์ของอาหารกึ่งแห้ง		16
2.3.3 ผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของอาหารกึ่งแห้ง		17
2.3.4 การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ของอาหารกึ่งแห้ง		18

2.4 สารเพิ่มความหนืด (Thickeners)	21
2.4.1 แซนแทนกัม (xanthan gum)	21
2.4.2 กลูโคสไซรัป (glucose syrup)	23
2.4.3 แป้งดัดแปร (modified starch)	27
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	34
3.1 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการ	34
3.1.1 วัสดุคิบ	34
3.1.2 สารเคมี	34
3.1.3 บรรจุกัณฑ์	35
3.1.4 อุปกรณ์ที่ใช้ผลิตซันนีย์ลำไย	35
3.1.5 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพ	35
3.1.6 เครื่องมือที่ใช้ประมวลผลข้อมูลทางสถิติ	36
3.2 วิธีการทดลอง	37
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	44
4.1 การพัฒนาสูตรซันนีย์ลำไยต้นแบบ	44
4.1.1 การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์	44
4.1.2 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซันนีย์ลำไย	48
4.2 ศึกษาชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความหนืดที่เหมาะสม	51
4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาซันนีย์ลำไย	65
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	86
5.1 สรุปผลการทดลอง	86
5.2 ข้อเสนอแนะ	88
เอกสารอ้างอิง	89

ภาคผนวก	94
ภาคผนวก ก รูปภาพประกอบการพัฒนา��นียล่ำไย	95
ภาคผนวก ข แบบสอบถาม	98
ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์คุณภาพ	102
ภาคผนวก ง ตารางผลการศึกษาอายุการเก็บรักษา	112
ประวัติผู้เขียน	131



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	สถิติการผลิตลำไย ปี 2544-2550	2
2.1	ส่วนประกอบของลำไยสดและลำไยอบแห้ง	8
2.2	ประเภทอาหาร ตามค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (Aw)	14
2.3	จุลินทรีย์ที่มีแนวโน้มในการเจริญและสร้างสารพิษในอาหารกึ่งแห้ง	17
2.4	ชนิดของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นส่วนประกอบของกลูโคสไซรัปที่ผลิตโดยใช้กรรมวิธีการที่แตกต่างกัน	24
2.5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า D.E และสมบัติของกลูโคสไซรัป	25
2.6	การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของแป้งธรรมชาติ เมื่อถูกตัดแปรโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ความชื้น 27 เปอร์เซ็นต์ นาน 16 ชั่วโมง	28
2.7	ชนิดของแป้งตัดแปรและการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร	29
3.1	สูตรส่วนผสมชั้นน้ำตาลไอศ cream	37
3.2	อัตราส่วนของแซนแทนกัม กลูโคสไซรัป และแป้งตัดแปร	41
3.3	สิ่งทดลองตามแผนการทดลองแบบ Mixture Design	42
4.1	ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบให้ความสำคัญ	44
4.2	ค่าสัดส่วนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์	46
4.3	สูตรส่วนผสมชั้นน้ำตาลไอศ cream	48
4.4	ค่าสัดส่วนเฉลี่ยสำหรับลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ชั้นน้ำตาลไอศ cream	49
4.5	สมบัติทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์ชั้นน้ำตาลไอศ cream	50
4.6	ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	50
4.7	คะแนนความพอใจเฉลี่ยของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อชั้นน้ำตาลไอศ cream	54
4.8	P – value ในแต่ละคุณลักษณะต่างๆ	55
4.9	สมการแสดงความสัมพันธ์ของการทดสอบทางประสาทสัมผัส	55

4.10	ผลวิเคราะห์ทางด้านเคมีของซัชนียัลไย	57
4.11	ผลวิเคราะห์ทางกายภาพของซัชนียัลไย	58
4.12	P – value ของการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ	59
4.13	สมการแสดงความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ	59
4.14	ช่วงของแต่ละค่าการตอบสนอง	60
4.15	สูตรซัชนียัลไยที่มีปริมาณสารเพิ่มความหนืดที่เหมาะสม	62
4.16	ค่าวิกฤติบ และปริมาณที่ใช้ในกระบวนการผลิต	63
4.17	เปรียบเทียบผลวิเคราะห์จากการทำนายและจากค่าที่วัดได้จริงของสูตรซัชนียัลไยที่เหมาะสม	64
4.18	ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/ml) ในซัชนียัลไยระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	82
4.19	ผลการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (cfu/ml) ในซัชนียัลไยระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	83

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า	
3.1	ขั้นตอนการเตรียมลำไยป่น	38
3.2	ขั้นตอนการผลิตซัทนีย์	39
4.1	แผนภูมิแสดงเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของซัทนีย์ลำไยตัวอย่าง	47
4.2	แผนภูมิแสดงเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของซัทนีย์ลำไยสูตรที่เลือก	49
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างกลูโคสซีรัป แชนแทนกัม และแป้งดัดแปร ในสัดส่วนที่เหมาะสม	61
4.4	ค่าสี L* ของซัทนีย์ลำไยที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	68
4.5	ค่าสี a* ของซัทนีย์ลำไยที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	68
4.6	ค่าสี b* ของซัทนีย์ลำไยที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	69
4.7	ค่าความหนืดของซัทนีย์ลำไยที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	69
4.8	ค่าความเป็นกรด-ด่างของซัทนีย์ลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	72
4.9	ค่า Water activity ของซัทนีย์ลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	72
4.10	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของซัทนีย์ลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	73
4.11	ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแอสติคของซัทนีย์ลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	73
4.12	ปริมาณเกลือทั้งหมดของซัทนีย์ลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	74
4.13	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสีของซัทนีย์ลำไยเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	77

4.15	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความหนืดของชัทนีย์ลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	78
4.16	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นเครื่องเทศของชัทนีย์ลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	78
4.16	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสเปรี้ยวของชัทนีย์ลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	79
4.17	การทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสเผ็ดของชัทนีย์ลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	79
4.18	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสหวานของชัทนีย์ลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	80
4.19	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสเค็มของชัทนีย์ลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	80
4.20	ด้านการยอมรับโดยรวมของชัทนีย์ลำไยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส	81
4.21	ค่าความหนืดของชัทนีย์ลำไยระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 สัปดาห์	84

สารบัญตารางภาคผนวก

ตาราง	หน้า
ง-18 ผลวิเคราะห์ทางกายภาพของซัทนีส์ลำใยที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	122
ง-19 ผลวิเคราะห์ทางกายภาพของซัทนีส์ลำใยที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	123
ง-20 ผลวิเคราะห์ทางกายภาพของซัทนีส์ลำใยที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	124
ง-21 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของซัทนีส์ลำใยที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	125
ง-22 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของซัทนีส์ลำใยที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	126
ง-23 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของซัทนีส์ลำใยที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	127
ง-24 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซัทนีส์ลำใยที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 เดือน	128
ง-25 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซัทนีส์ลำใยที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 เดือน	129
ง-26 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซัทนีส์ลำใยที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 เดือน	130

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพ	หน้า
ก-1 เนื้อลำไย	99
ก-2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตชัทนีย์ลำไย	99
ก-3 สารเพิ่มความหนืด	99
ก-4 สูตรชัทนีย์ลำไยต้นแบบ	100
ก-5 สูตรชัทนีย์ลำไยที่เหมาะสม	100
ก-6 ชัทนีย์ลำไยที่เก็บรักษา 1, 2 และ 3 เดือน	100
ง-1 ความสัมพันธ์ระหว่างกลูโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งคัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยด้านสีของชัทนีย์จากลำไย	112
ง-2 ความสัมพันธ์ระหว่างกลูโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งคัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยด้านความหนืดชัทนีย์ลำไย	112
ง-3 ความสัมพันธ์ระหว่างกลูโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งคัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยด้านกลิ่นเครื่องเทศของชัทนีย์ลำไย	113
ง-4 ความสัมพันธ์ระหว่างกลูโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งคัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยของรสเผ็ดของชัทนีย์ลำไย	113
ง-5 ความสัมพันธ์ระหว่างกลูโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งคัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยด้านรสเปรี้ยวของชัทนีย์ลำไย	114
ง-6 ความสัมพันธ์ระหว่างกลูโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งคัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยด้านรสหวานของชัทนีย์ลำไย	114
ง-7 ความสัมพันธ์ระหว่างกลูโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งคัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยด้านรสเค็มของชัทนีย์ลำไย	115
ง-8 ความสัมพันธ์ระหว่างกลูโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งคัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยด้านการยอมรับโดยรวมของชัทนีย์ลำไย	115

ง-9	ความสัมพันธ์ระหว่างกลุโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งดัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยของค่าสี L^*	116
ง-10	ความสัมพันธ์ระหว่างกลุโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งดัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยของค่าสี a^*	116
ง-11	ความสัมพันธ์ระหว่างกลุโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งดัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยของค่าสี b^*	117
ง-12	ความสัมพันธ์ระหว่างกลุโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งดัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยของค่าความหนืด	117
ง-13	ความสัมพันธ์ระหว่างกลุโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งดัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	118
ง-14	ความสัมพันธ์ระหว่างกลุโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งดัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแอซิดิก	118
ง-15	ความสัมพันธ์ระหว่างกลุโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งดัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยของปริมาณเกลือทั้งหมด	119
ง-16	ความสัมพันธ์ระหว่างกลุโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งดัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยของค่าออสโมเตอร์แอคทีวิตี (A_w)	119
ง-17	ความสัมพันธ์ระหว่างกลุโคสซีรีป แชนแทนกัม และแป้งดัดแปร ต่อค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	120