

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ท
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	45
วัสดุอุปกรณ์	45
วิธีการทดลอง	48
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	56
การสำรวจเค้าโครงผลิตภัณฑ์ปลั๊กแก๊ง	56
การกลั่นกรองปัจจัยทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำเนินการเกิด สีน้ำตาลในปลั๊กแก๊ง	59
การศึกษาระดับที่เหมาะสมของปัจจัยที่ได้จากการกลั่นกรอง	69

	หน้า
การศึกษาหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการแช่ปลับในสารละลายด้านการ เกิดสีน้ำตาล	85
การศึกษาวิธีการทำแห้งที่เหมาะสมของปลับกิ่งแห้ง	94
การศึกษาวิธีการบรรจุและอุณหภูมิในการเก็บรักษาปลับกิ่งแห้ง	106
การคาดคะเนอายุการเก็บรักษาของปลับกิ่งแห้ง	159
ต้นทุนการผลิต	164
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	165
สรุปผลการทดลอง	165
ข้อเสนอแนะ	169
เอกสารอ้างอิง	171
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รูปภาพ	176
ภาคผนวก ข แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส	183
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คุณภาพ	187
ประวัติผู้เขียน	199

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	ค่าองค์ประกอบทางเคมีของพลับพันธุ์ต่าง ๆ	9
2.2	ปริมาณน้ำตาลภายในเนื้อของผลพลับต่อน้ำหนักสด 100 กรัม	9
2.3	ปริมาณเพคตินของผลพลับต่อน้ำหนักสด 100 กรัม	10
2.4	ความสำคัญของปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่ออาหาร	19
3.1	แผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design	51
3.2	ระดับของแต่ละปัจจัยที่ศึกษาสำหรับการวางแผนการทดลองแบบ CCD	53
4.1	ค่าคะแนนเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของลักษณะสำคัญของพลับกิ่งแห้งที่ได้จากการสำรวจผู้ทดสอบชิม	57
4.2	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของพลับกิ่งแห้งที่ใช้สูตรสารละลายด้านการเกิดสีน้ำตาลที่แตกต่างกัน	60
4.3	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของพลับกิ่งแห้งที่ใช้สูตรสารละลายด้านการเกิดสีน้ำตาลที่แตกต่างกัน	61
4.4	อิทธิพลของปัจจัยทดลองที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพของพลับกิ่งแห้ง	63
4.5	อิทธิพลของปัจจัยทดลองที่มีต่อคุณภาพทางเคมีของพลับกิ่งแห้ง	63
4.6	อิทธิพลของปัจจัยทดลองที่มีต่อคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของพลับกิ่งแห้ง	64
4.7	ปริมาณของ 4-เฮกซิลเรโซซินอลและกรดแอสคอร์บิกที่ระดับต่าง ๆ	69
4.8	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ เมื่อผันแปรปริมาณ 4-เฮกซิลเรโซซินอลและกรดแอสคอร์บิก	70
4.9	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อผันแปรปริมาณ 4-เฮกซิลเรโซซินอลและกรดแอสคอร์บิก	71
4.10	การทำนายค่าสี L (ความสว่าง) ของพลับกิ่งแห้งที่แช่ในสารละลายด้านการเกิดสีน้ำตาลที่แปรปริมาณ 4-เฮกซิลเรโซซินอลและกรดแอสคอร์บิก	75
4.11	การทำนายค่าคะแนนด้านสีปรากฏจากการผันแปรปริมาณ 4-เฮกซิลเรโซซินอล	76

4.12	ปริมาณของกรดซัลฟูริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ทำการศึกษา	78
4.13	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เมื่อผันแปรปริมาณกรดซัลฟูริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์	79
4.14	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อผันแปรปริมาณกรดซัลฟูริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์	79
4.15	สิ่งทดลองสำหรับการหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการแช่ปลับในสารละลายด้านการเกิดสีน้ำตาล	85
4.16	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของปลับกึ่งแห้งที่แช่ในสารละลายด้านการเกิดสีน้ำตาลที่แปรอุณหภูมิและเวลาในการแช่	86
4.17	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของปลับกึ่งแห้งที่แช่ในสารละลายด้านการเกิดสีน้ำตาลที่แปรอุณหภูมิและเวลาในการแช่	87
4.18	การทำนายค่าคะแนนลักษณะด้านความเหนียวและการยอมรับรวมของปลับกึ่งแห้งที่แช่ในสารละลายด้านการเกิดสีน้ำตาลที่แปรอุณหภูมิและเวลาในการแช่	91
4.19	ปริมาณความชื้นและน้ำหนัที่เปลี่ยนแปลงไป ในระหว่างการทำแห้งที่เวลาต่างๆ ของปลับกึ่งแห้งโดยเครื่องอบแห้งแบบถาด	95
4.20	ปริมาณความชื้นและน้ำหนัที่เปลี่ยนแปลงไป ในระหว่างการทำแห้งที่เวลาต่างๆ ของปลับกึ่งแห้งโดยเครื่องอบแห้งแบบสูญญากาศ	100
4.21	ค่าสี L , a^* และ b^* ของปลับกึ่งแห้งที่ใช้วิธีการทำแห้งต่างกัน	103
4.22	วิธีการบรรจุและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาปลับกึ่งแห้ง	106
4.23	ผลการวิเคราะห์คุณภาพของปลับกึ่งแห้งที่ผลิตตามสูตรสารละลายด้านการเกิดสีน้ำตาลและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม	107
4.24	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	110
4.25	การเปลี่ยนแปลงค่าสี a^* (สีแดง) ของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	113
4.26	การเปลี่ยนแปลงค่าสี b^* (สีเหลือง) ของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	116

4.27	การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* (สีเหลือง) ของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุในบรรยากาศปกติและบรรจุในสถานะสุญญากาศเป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์	117
4.28	การเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	120
4.29	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	123
4.30	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์) ของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	126
4.31	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	129
4.32	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	132
4.33	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	135
4.34	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซอร์บิกของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	138
4.35	การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g) ของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	141
4.36	การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏ ของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	145
4.37	การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านกลิ่นปลับของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	148
4.38	การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านรสหวานของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	151
4.39	การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านความเหนียวของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	154
4.40	การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนการยอมรับรวมของปลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	157

- 4.41 อัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏของ
พลับกึ่งแห้งที่สภาวะการเก็บรักษาต่างๆ 160
- 4.42 ต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตพลับกึ่งแห้ง 164



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1	5
2.2	6
2.3	12
2.4	12
2.5	15
2.6	20
2.7	24
2.8	29
2.9	31
2.10	32
2.11	33
2.12	37
2.13	38
3.1	49
4.1	58
4.2	62
4.3	72
4.4	74
4.5	77

4.6	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์พลิกกิ่งแห่งจากการแปรปริมาณกรดซิดริกและโซเดียม-อิริทอร์เบท	81
4.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกรดซิดริกและค่าความเป็นกรด-ด่าง	83
4.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกรดซิดริกและค่าคะแนนลักษณะด้านสีปรากฏ	84
4.9	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์พลิกกิ่งแห่งจากการแปรอุณหภูมิและเวลาในการแช่	89
4.10	กราฟพื้นที่ตอบสนองของอุณหภูมิและเวลาในการแช่ต่อการยอมรับด้านความเหนียว	92
4.11	กราฟพื้นที่ตอบสนองของอุณหภูมิและเวลาในการแช่ต่อการยอมรับรวม	93
4.12	กราฟการทำแห้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและเวลาในการทำแห้งพลิกกิ่งแห่งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด	97
4.13	กราฟการทำแห้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและเวลาในการทำแห้งพลิกกิ่งแห่งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด	97
4.14	กราฟการทำแห้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและเวลาในการทำแห้งพลิกกิ่งแห่งด้วยเครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ	102
4.15	กราฟการทำแห้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและเวลาในการทำแห้งพลิกกิ่งแห่งด้วยเครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ	102
4.16	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์พลิกกิ่งแห่งที่ผลิตตามสูตรสารละลายด้านการเกิดสีน้ำตาลและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม	108
4.17	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของพลิกกิ่งแห่งที่บรรจุในบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์	111
4.18	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของพลิกกิ่งแห่งที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์	111
4.19	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของพลิกกิ่งแห่งที่บรรจุในบรรยากาศปกติและบรรจุในสภาวะสุญญากาศระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์	111
4.20	การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* (สีแดง) ของพลิกกิ่งแห่งที่บรรจุในบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์	114
4.21	การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* (สีแดง) ของพลิกกิ่งแห่งที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์	114

- 4.35 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุในบรรยากาศปกติที่ 130
อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์
- 4.36 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศที่ 130
อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์
- 4.37 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุในบรรยากาศปกติและ 130
บรรจุในสภาวะสุญญากาศระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์
- 4.38 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุในบรรยากาศ 133
ปกติที่อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์
- 4.39 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุในสภาวะ 133
สุญญากาศที่อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์
- 4.40 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุในบรรยากาศ 133
ปกติและบรรจุในสภาวะสุญญากาศระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์
- 4.41 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุในบรรยากาศปกติที่ 136
อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์
- 4.42 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ 136
ที่อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์
- 4.43 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุในบรรยากาศปกติ 136
และบรรจุในสภาวะสุญญากาศระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์
- 4.44 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซอร์บิกของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุในบรรยากาศปกติที่ 139
อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์
- 4.45 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซอร์บิกของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศที่ 139
อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์
- 4.46 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซอร์บิกของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุในบรรยากาศปกติและ 139
บรรจุในสภาวะสุญญากาศระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์
- 4.47 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (\log cfu/g) ของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุใน 142
บรรยากาศปกติที่อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์
- 4.48 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (\log cfu/g) ของปลับกึ่งแห้งที่บรรจุใน 142
สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์

4.63	การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนการยอมรับรวมของพลับกึ่งแห้งที่บรรจุในสภาวะ สุญญากาศที่อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์	158
4.64	การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนการยอมรับรวมของพลับกึ่งแห้งที่บรรจุในบรรยากาศปกติ และบรรจุในสภาวะสุญญากาศระหว่างการเก็บรักษา 24 สัปดาห์	158
4.65	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของปฏิกิริยาการยอมรับด้านสีปรากฏกับอุณหภูมิ ของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรยากาศปกติและบรรจุในสภาวะสุญญากาศ	161
4.66	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของพลับกึ่งแห้งเมื่อเวลาการเก็บรักษาเป็น 24 สัปดาห์	163
ก-1	พลับพันธุ์ชินที่ระดับความสุกร้อยละ 70	177
ก-2	การอัดก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์เพื่อลดความฝาดและการวางเรียงในตู้เพื่อรอให้พลับมี ความสุกร้อยละ 80	177
ก-3	พลับพันธุ์ชินที่ระดับความสุกร้อยละ 80	177
ก-4	การตัดแต่งขั้วกลีบ และการปกเปลือกพลับ	178
ก-5	การแช่พลับในสารละลายด้านการเกิดสีน้ำตาล	178
ก-6	การจัดเรียงพลับบนตะแกรงรอให้สะเด็ดน้ำก่อนนำไปทำแห้ง	178
ก-7	การทำแห้งพลับในเครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ	179
ก-8	การบีบขนาดพลับ	179
ก-9	การแช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท	179
ก-10	ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งวันเริ่มต้นที่บรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ (ซ้าย) และบรรจุใน บรรยากาศปกติ (ขวา)	180
ก-11	ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งสัปดาห์ที่ 2 ที่บรรจุในบรรยากาศปกติ (บน) และบรรจุใน สภาวะสุญญากาศ (ล่าง) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 10 และ 30 องศาเซลเซียส	180
ก-12	ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งสัปดาห์ที่ 4 ที่บรรจุในบรรยากาศปกติ (บน) และบรรจุใน สภาวะสุญญากาศ (ล่าง) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 10 และ 30 องศาเซลเซียส	181
ก-13	ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งสัปดาห์ที่ 8 ที่บรรจุในบรรยากาศปกติ (บน) และบรรจุใน สภาวะสุญญากาศ (ล่าง) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 10 และ 30 องศาเซลเซียส	181
ก-14	ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งสัปดาห์ที่ 16 ที่บรรจุในบรรยากาศปกติ (บน) และบรรจุใน สภาวะสุญญากาศ (ล่าง) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 10 และ 30 องศาเซลเซียส	182
ก-15	ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งสัปดาห์ที่ 24 ที่บรรจุในบรรยากาศปกติ (บน) และบรรจุใน สภาวะสุญญากาศ (ล่าง) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 10 และ 30 องศาเซลเซียส	182