

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
เลขที่ RDG 2 / 002 / 2540
เรื่อง

วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสด เพื่อการแปรรูป
เป็นเนื้อลำไยอบแห้งในเชิงพาณิชย์

เสนอต่อ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

โดย

รัตนา อัดตปัญญา

และ

อัจฉรา เทียมภักดี

2542

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
เลขที่ RDG 2 / 002 / 2540
เรื่อง

วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสด เพื่อการแปรรูป
เป็นเนื้อลำไยอบแห้งในเชิงพาณิชย์

เสนอต่อ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

โดย

รัตนา อัครปัญญโณ

และ

อจรร่า เทียมภักดี

2542

กิตติกรรมประกาศ

- ขอกราบขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่ให้ทุนในการทำวิจัย
- ขอขอบคุณ คุณประยูร พลพิพัฒน์พงศ์ บริษัทเชียงใหม่มิตรเกษตร อ. ฝาง จ. เชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ผลลำไยจำนวน 200 กิโลกรัม ในปี 2541 ทำให้งานวิจัยสามารถดำเนินการต่อไปได้จนเสร็จสมบูรณ์
- ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พีรเดช ทองอำไพ ที่ให้คำแนะนำและให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี
- ขอขอบคุณ อาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษาปริญญาโท และชั้นปีที่ 4 คณะอุตสาหกรรมเกษตร ที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

รัตนา อัดตปัญญาญ

ตุลาคม 2542

ชื่อเรื่อง : วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสดเพื่อการแปรรูปเป็นเนื้อลำไยอบแห้งในเชิงพาณิชย์
ผู้วิจัย : รัตนา อัดตปัญญา และ อัจฉรา เทียมภักดี

บทคัดย่อ

จากการศึกษาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมี ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา และความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงพาณิชย์ของวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสดพันธุ์ดอ (*Euphoria longana lamk var. Doi*) ที่สามารถเก็บได้อย่างน้อย 30 วัน ทั้งหมด 11 วิธี พบว่ามีเพียง 3 วิธีที่เหมาะสมสำหรับการผลิตในเชิงพาณิชย์คือ

- ① วิธีดองลำไยทั้งเปลือกในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1.5% กรดซิตริก 0.25% โพแทสเซียมซอร์เบต 0.1% และโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 0.15% ที่อุณหภูมิห้อง ② วิธีแช่เย็นลำไยทั้งเปลือกที่ผ่านการรมควันกำมะถัน 30 นาทีที่อุณหภูมิ 2-5 องศาเซลเซียส ③ วิธีอบแห้งลำไยทั้งเปลือกด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง 70 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมงติดต่อกัน และเก็บโดยเติมซิลิกาเจล อัตราส่วน ซิลิกาเจล : ลำไย 1 : 100 ที่อุณหภูมิห้องเฉพาะวิธีแช่เย็นที่เนื้อลำไยคงสภาพใกล้เคียงของสดมากที่สุด

จากการศึกษาการแปรรูปลำไยที่ผ่านการเก็บโดยวิธีแช่เย็นในรูปลำไยอบน้ำผึ้ง พบว่าลำไยอบน้ำผึ้งที่ผ่านการแช่ในน้ำผึ้ง 5% 1.5 ชั่วโมงจะให้สีและลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าที่แช่ในน้ำผึ้ง 5%+ KMS 3000 ppm 5 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ระยะเวลาในการอบ 10 ชั่วโมงที่ 60 องศาเซลเซียส จะได้ลำไยอบน้ำผึ้งที่มีความชื้น 27.315 % และ Aw 0.585

จากการศึกษาวิธีย้อมสีและแช่เย็นลำไย พบว่าความเข้มข้นของสี 70 ppm อัตราส่วนของน้ำสี : ลำไย 2:1 ระยะเวลาแช่เริ่มต้น 1 ชั่วโมง นำมาต้มที่ 70 องศาเซลเซียส 10 นาที แช่ต่อที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง จะให้ลำไยติดสีสม่ำเสมอและมีสีเข้มเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับอัตราส่วนของน้ำเชื่อม : ลำไยที่เหมาะสมในการแช่คือ 1 : 1 ระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ในแต่ละช่วงคือ 48 ชั่วโมง และระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ทั้งหมด 120 ชั่วโมง ระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ใช้คือ 40-40-45 องศาบริกส์

จากการศึกษาการอบลำไยย้อมสีแช่เย็นพบว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 11 กิโลเมตร/ชั่วโมง ระยะเวลาอบ 11 ชั่วโมงจะให้ลำไยย้อมสีอบแห้งที่มีความชื้น 12.31% และ

Aw 0.532 และที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.56 กิโลเมตร/ชั่วโมง ระยะเวลาอบ 11 ชั่วโมงจะให้ลำไยย้อมสีอบแห้งที่มีความชื้น 19.44% และAw 0.729

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลำไยเชื่อมย้อมสีกับผลเชอร์รี่เชื่อมย้อมสี ด้วยวิธี descriptive analysis with scaling พบว่าเฉพาะลักษณะความเลื่อมมันเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยลำไยเชื่อมย้อมสีมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำกว่าและมีปริมาณทอร์บอนสูงกว่า

จากการนำลำไยที่เก็บโดยใช้ลมร้อนมาแกะเอาแต่เนื้อ และนำลำไยมาอบต่อจนแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง จะได้เนื้อลำไยอบแกะเนื้อที่มีความชื้น 23.74% และAw 0.578 ส่วนที่นำมาอบต่อทั้งเปลือกที่ 70 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง จะได้ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีความชื้น 18.649% และAw 0.461

จากการศึกษาวิธีการเก็บรักษาลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิ 25 – 30 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 2 – 5 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 2 – 5 องศาเซลเซียส จะยังคงรักษาสีใกล้เคียงของเดิม ขณะที่เก็บที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส สีของผลิตภัณฑ์ลำไยจะเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาล เพียงแต่ความเข้มของสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นนั้นจะมากน้อยต่างกันไปตามลักษณะของการเก็บและพบว่าถุงเคลือบ (AV/PE) มีคุณสมบัติช่วยรักษาสีได้ดีกว่าถุงแก้ว ถุงร้อน ถุงเย็นบางในกล่องกระดาษ และถุงเย็นหนาและเมื่อเติมสารดูดออกซิเจนลงไปในถุงเคลือบ ปรากฏว่ามีความสามารถในการรักษาสีได้ดีกว่าถุงสุญญากาศที่มีการเติมสารดูดออกซิเจน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

key word : ลำไย การอบแห้ง การเชื่อม การยืดอายุการเก็บ ลำไยแปรรูป ผลิตภัณฑ์ลำไย การย้อมสี

Title : Storage Methods of Fresh Longan for Commercial Dried Flesh Longan Production.
Researcher : Ratana Attabhanyo and Autchara Teimpakdee.

Abstract.

Fifteen methods for storage of fresh longan (*Euphoria longana* Lamk var. Doi) had been studied. Only eleven methods showed no sign of spoilages. Based on chemical and physical results, sensory data, storage cost, and appropriate for commercial, only three methods were selected as following : 1) storage whole longan in mixture of calcium chloride 1.5%, citric acid 0.25%, potassium sorbate 0.1% and potassium metabisulphite 0.15% at 25-30°C; 2) storage of fumigated longan in refrigerator at 2-5°C; 3) storage at 30-35% moisture dried longan with silica gel at 25-30°C. Quality retention nearly equal to fresh longan was found only in fumigated longan stored in refrigerator. The development of suitable process for these storage longan had been studied as following : 1) Dried honey-longan product made from storage fumigated longan, had been developed by dipping longan in 5% honey 1.5 hrs. and drying at 60°C 10 hrs. The product had 27.32% moisture, Aw 0.585 and got better color and texture significantly. 2) Dye and candying for longan glace and candied longan had been studied. The best dye process was dipping longan in 70 ppm dye solution (1:1) 1 hrs.; heating at 70°C 10 min.; set aside 2 hrs. Candying was boiling longan in 40°brix syrup 7 min., set aside 48 hrs., adjust syrup to 40°brix, set aside 48 hrs., adjust to 45°brix, set aside 24 hrs. and dry at 60°C 11 hrs. There were no difference significantly in taste, odor, texture, and color intensity between longan glace and maraschino cherries. Only longan glace less gloss appearance. 3) Redrying of storage 30-35% dried longan had been done at 70°C 12 hrs. for whole fruit and 60°C 4-6 hrs. for longan meat. The keeping method for color retention of dried longan had been determined. It was found that keeping dried longan at 2-5 °C could retain color while keeping at 25-30 °C, color

changed to be dark brown. The suitable package for storage at 25-30 °C was Al/PE bag with oxygen scavenger which could retain color longer significantly.

Key word : longan, drying, candying, storage, keeping-quality, dried longan, processed longan, dye process.

สารบัญ

กิตติขรรณประกาศ

บทคัดย่อภาษาไทย

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

บทที่ 1	บทนำ	
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
	1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2	การตรวจเอกสาร	
	2.1 ส่วนประกอบของลำไยสดและลำไยแห้ง	6
	2.2 การเก็บรักษาผลไม้	7
	2.3 การเก็บรักษาลำไยสด	9
	2.4 การแปรรูปลำไย	10
	2.4.1 การแปรรูปเป็นลำไยอบแห้ง	10
	2.4.2 การแช่แข็งและการย้อมสี	11
บทที่ 3	วัสดุอุปกรณ์และการทดลอง	
	3.1 วัสดุอุปกรณ์	13
	3.1.1 วัสดุดิบ	13
	3.1.2 สารเคมี	13
	3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ	14
	3.1.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	14
	3.1.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	14
	3.1.3.3 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส	14
	3.1.3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาอายุการเก็บ	14
	3.1.3.5 เครื่องประมวลผลข้อมูลทางสถิติ	14

3.2 การทดลอง	15
ตอนที่ 1 : ศึกษาวิธีการเก็บรักษาลำไยสดเพื่อยืดอายุการเก็บลำไยสดให้ได้อย่างน้อย 30 วันเพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นเนื้อมะม่วงอบแห้ง	15
1.1 วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสดที่อุณหภูมิห้อง(25 – 30 °ซ)	15
1.2 วิธีการยืดอายุการเก็บลำไยสดที่อุณหภูมิตู้เย็น(2 – 5°ซ)	16
1.3 การวิเคราะห์	17
1.4 การอบลำไย	17
ตอนที่ 2 : เปรียบเทียบคุณภาพระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ทำจากลำไยที่เก็บรักษาแต่ละวิธี กับเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ทำจากลำไยสด	18
2.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี	18
2.2 การประเมินค่าทางประสาทสัมผัส	18
ตอนที่ 3 : คัดเลือกวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสดที่เหมาะสมเพื่อการแปรรูปเป็นเนื้อมะม่วงอบแห้งในเชิงพาณิชย์	18
ตอนที่ 4 : การปรับปรุงกรรมวิธีการแปรรูปเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ทำจากลำไยที่ผ่านวิธีการยืดอายุการเก็บที่เหมาะสมเพื่อการแปรรูปในเชิงพาณิชย์	19
4.1 การพัฒนาวิธีการแปรรูปเนื้อมะม่วงอบน้ำผึ้ง	19
4.2 การพัฒนาวิธีการแปรรูปเนื้อมะม่วงอบย้อมสี	19
แช่อบแห้งและเนื้อมะม่วงอบย้อมสี	19
4.2.1 วิธีการเตรียมลำไย	19
4.2.2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการแช่อบและการย้อมสี	20
4.2.3 การพัฒนากรรมวิธีการแปรรูปเนื้อมะม่วงอบย้อมสีแช่อบแห้งที่เหมาะสมในเชิงพาณิชย์	23
4.2.4 การพัฒนาวิธีการทำลำไยแช่อบย้อมสี	25

	4.3 การพัฒนาวิธีการเก็บรักษาโดยการอบ วิธีการอบ ลำไยแกะเนื้อ และลำไยอบทั้งเปลือกที่เหมาะสม ในเชิงพาณิชย์	26
	ตอนที่ 5 : การศึกษาเพื่อหาวิธีการเก็บรักษาคุณภาพของ เนื้อลำไยอบแห้งให้มีสีเปลี่ยนไปจากเดิมน้อยที่สุด ในช่วง เวลาเก็บ 6 เดือน	27
	5.1 การศึกษาวิธีการเก็บ	27
	5.2 การวิเคราะห์คุณภาพ	29
บทที่ 4	ผลการทดลองและวิจารณ์	
	ตอนที่ 1 : ผลการศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บลำไยสดให้ได้ อย่างน้อย 30 วันเพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นเนื้อลำไยอบแห้ง	30
	1.1 วิธีการยืดอายุการเก็บลำไยสดที่อุณหภูมิห้อง (25 – 30°ซ)	30
	1.2 วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสดที่อุณหภูมิ ตู้เย็น(2 – 5°ซ)	37
	ตอนที่ 2 : การเปรียบเทียบคุณภาพระหว่างเนื้อลำไย อบแห้งที่ทำจากลำไยสด กับที่ทำจากลำไยที่เก็บรักษา ในแต่ละวิธี	43
	2.1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ ของเนื้อลำไยอบแห้ง	43
	2.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลำไย	46
	ตอนที่ 3 : การคัดเลือกวิธีการยืดอายุการเก็บลำไยสด ที่เหมาะสมเพื่อการแปรรูปเป็น เนื้อลำไยอบแห้งในเชิงพาณิชย์	50
	ตอนที่ 4 : การปรับปรุงกรรมวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยอบแห้ง ที่ทำจากลำไยสดที่ผ่านวิธีการยืดอายุการเก็บที่เหมาะสม เพื่อแปรรูปในเชิงพาณิชย์	52
	4.1 การพัฒนาวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยอบน้ำผึ้ง	52
	4.2 การพัฒนาวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยย้อมสี แซฟฟรอนและเนื้อลำไยเชื่อมย้อมสี	55
	4.3 การพัฒนาวิธีการอบลำไยให้เหมาะสมในเชิงพาณิชย์	65

ตอนที่ 5 : ผลการศึกษาวิธีการเก็บรักษาคุณภาพของ เนื้อลำไยอบแห้ง ในช่วงอายุการเก็บ 6 เดือน และเมื่อ ครบ 12 เดือน	71
5.1 ผลการศึกษาวิธีการเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้ง	71
5.2 ผลการศึกษาวิธีการเก็บรักษาลำไยอบแกะเนื้อ	79
5.3 ผลการศึกษาวิธีการเก็บรักษาลำไยย้อมสีเชื่อมอบแห้ง	85
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	93
5.2 ข้อเสนอแนะ	96
บรรณานุกรม	97
ภาคผนวก ก.	
การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	102
1. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ(Aw)	102
2. การวัดความแน่นเนื้อ	102
3. การวัดค่าสี	102
การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	102
1. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	102
2. ปริมาณกรดทั้งหมด	103
3. ความเป็นกรดเป็นด่าง	103
4. ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์	103
5. ปริมาณความชื้น	105
6. ปริมาณเกลือ	105
7. ปริมาณกรดซอร์บิก	105
8. ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมด	106
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส (Descriptive analysis with scaling)	108
แบบสอบถามทางประสาทสัมผัส (Paired Comparison)	110
แบบสอบถามทางประสาทสัมผัส (Scoring)	111
แบบสอบถามทางประสาทสัมผัส (Ranking)	113
แบบสอบถามทางประสาทสัมผัส (Hedonic scale)	114

ภาคผนวก ข.	115
รูป ข : 1	ลักษณะลำไยดองสูตรต่างๆที่อุณหภูมิห้อง ครบ 30 วัน 116
รูป ข : 2	ลักษณะเนื้อลำไยดองสูตรต่างๆที่อุณหภูมิห้อง ครบ 30 วัน 116
รูป ข : 3	ลักษณะลำไยดองในไห ครบ 30 วัน 117
รูป ข : 4	ลักษณะการเก็บลำไยในตู้เย็น 117
รูป ข : 5	ลักษณะเนื้อลำไยหลังเก็บในตู้เย็น 30 วัน 117
รูป ข : 6	ลักษณะการเก็บลำไยอบลมร้อน 117
รูป ข : 7	การแช่น้ำสีเพื่อย้อมสี 118
รูป ข : 8	การแช่น้ำผึ้งเพื่อทำลำไยอบน้ำผึ้ง 118
รูป ข : 9	ผลิตภัณฑ์ลำไยอบน้ำผึ้ง 119
รูป ข : 10	ผลิตภัณฑ์ลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้ง 119
รูป ข : 11	ผลิตภัณฑ์ลำไยเชื่อมย้อมสี 120
รูป ข : 12	ผลิตภัณฑ์ลำไยอบแกะเนื้อ 120
รูป ข : 13	ผลิตภัณฑ์ลำไยอบทั้งเปลือก 121
รูป ข : 14	ลักษณะการเก็บเนื้อลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิ 2-5°C 121
รูป ข : 15	ลักษณะการเก็บเนื้อลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิ 25-30°C 122
รูป ข : 16	ลักษณะการเก็บลำไยรูปแบบต่างๆ 122

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1	พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตปี 2532 – 2537.....	2
ตารางที่ 1.2	ปริมาณการส่งออกลำไย (หน่วย : ตัน).....	3
ตารางที่ 1.3	มูลค่าการส่งออกลำไย (หน่วย : บาท).....	3
ตารางที่ 2.1	ส่วนประกอบของลำไยสดและลำไยอบแห้ง.....	6
ตารางที่ 3.1	รายละเอียดของสารละลาย (น้ำดอง) ที่ใช้เก็บรักษาลำไยสด.....	16
ตารางที่ 3.2	ข้อแตกต่างของส่วนผสมและวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยย้อมสี แซฟฟรอนอบแห้ง.....	22
ตารางที่ 3.3	แผนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำเชื่อม.....	22
ตารางที่ 3.4	แผนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง.....	28
ตารางที่ 4.1	ผลการยืดอายุการเก็บลำไยสดที่อุณหภูมิห้อง (25 - 30°ซ).....	31
ตารางที่ 4.2	แสดงการเปลี่ยนแปลงของสีและลักษณะเนื้อสัมผัส ของลำไยหลังการเก็บรักษาในสารละลายที่ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน.....	32
ตารางที่ 4.3	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษาทุก 10 วัน ที่อุณหภูมิ 25 – 30°ซ และอุณหภูมิ 2 – 5°ซ (ในถุงพลาสติก).....	33
ตารางที่ 4.4	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือ (โซเดียมคลอไรด์) ของเนื้อลำไยสด ระหว่างการเก็บรักษาทุก 10 วัน ที่อุณหภูมิ 25 – 30°ซ และอุณหภูมิ 2 – 5°ซ.....	33
ตารางที่ 4.5	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษาทุก 10 วัน ที่อุณหภูมิ 25 – 30°ซ และอุณหภูมิ 2 – 5°ซ.....	34
ตารางที่ 4.6	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณ Reducing Sugar ของเนื้อลำไยสด ระหว่างการเก็บรักษาทุก 10 วัน ที่อุณหภูมิ 25 – 30°ซ และอุณหภูมิ 2 – 5°ซ.....	35
ตารางที่ 4.7	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของเนื้อลำไยสดระหว่าง การเก็บรักษาทุก 10 วัน ที่อุณหภูมิ 25 – 30°ซ และอุณหภูมิ 2 – 5°ซ (ในถุงพลาสติก).....	36

ตารางที่ 4.8	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษาทุก 10 วัน ที่อุณหภูมิ 25 – 30°ซ และอุณหภูมิ 2 – 5°ซ.....	37
ตารางที่ 4.9	ผลการยืดอายุการเก็บลำไยสดที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 – 5°ซ).....	39
ตารางที่ 4.10	ผลการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของเนื้อลำไยอบแห้ง ที่ทำจากลำไยสดและลำไยที่ผ่านวิธีการ ยืดอายุการเก็บที่ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน.....	44
ตารางที่ 4.11	ผลการวิเคราะห์ทางเคมี และทางกายภาพของเนื้อลำไย อบแห้งทำจากลำไยสดและผ่านวิธีการยืดอายุการเก็บ ที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 – 5°ซ) 30 วัน.....	45
ตารางที่ 4.12	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้ง ทำจากลำไยที่ผ่านวิธีการเก็บรักษา เป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิห้อง 25 – 30 ° ซ โดยวิธี hedonic scale.....	47
ตารางที่ 4.13	ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้งทำจากลำไยที่ผ่านวิธีการเก็บ รักษาเป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิตู้เย็น 2 – 5 ° ซ. โดยวิธี hedonic scale.....	48
ตารางที่ 4.14	แสดงต้นทุนค่าใช้จ่ายของวิธียืดอายุการเก็บลำไยสด.....	51
ตารางที่ 4.15	ผลการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของเนื้อลำไยอบน้ำผึ้งทำจากลำไยที่เก็บที่ อุณหภูมิ 2-5°ซ 45 วัน (วิธี 007).....	52
ตารางที่ 4.16	ผลการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสเนื้อลำไยแช่น้ำผึ้งอบแห้ง โดยวิธี paired comparison.....	54
ตารางที่ 4.17	แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเนื้อลำไยอบน้ำผึ้งระหว่างการอบ.....	55
ตารางที่ 4.18	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยย้อมสีแสดอบแห้ง 4 สูตร ที่ทำจากลำไยสดที่ดองในสารละลาย 60 วัน ที่อุณหภูมิห้องด้วยวิธี Ranking.....	57
ตารางที่ 4.19	แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของลำไยย้อมสีแสดอบแห้ง 4 สูตรที่ทำจากลำไย สดที่ดองในสารละลาย 60 วัน ที่อุณหภูมิห้อง.....	58
ตารางที่ 4.20	แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำเชื่อมระหว่างการแช่เนื้อลำไยที่ดอง ในสารละลายที่อุณหภูมิห้อง.....	58
ตารางที่ 4.21	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยย้อมสีแสดอบแห้ง 3 สูตรด้วยวิธี Scoring.....	60
ตารางที่ 4.22	แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพลำไยย้อมสีแสดอบแห้งที่ทำจากลำไยที่ดองใน สารละลายบรรจุโห 45 วัน ที่อุณหภูมิห้อง.....	61

ตารางที่ 4.23	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักในระหว่างการอบของลำไยย้อมสีและเชื่อมอบแห้ง ที่ทำจากลำไยที่ผ่านการดอง.....	61
ตารางที่ 4.24	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลำไยเชื่อมย้อมสีด้วยวิธี Descriptive Scaling.....	64
ตารางที่ 4.25	ผลการวิเคราะห์คุณภาพของลำไยเชื่อมย้อมสีที่ทำจากลำไยที่ดองในสารละลาย กับผลเชอร์รี่เชื่อมย้อมสี.....	65
ตารางที่ 4.26	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก ของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกในระหว่างกรอบ.....	67
ตารางที่ 4.27	ผลการวิเคราะห์คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกและแกะเฉพาะเนื้อ.....	68
ตารางที่ 4.28	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บ รักษาเป็นเวลา 6 เดือน.....	73
ตารางที่ 4.29	การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการ เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน.....	74
ตารางที่ 4.30	การเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการ เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน.....	74
ตารางที่ 4.31	การเปลี่ยนแปลงค่าสี A_w ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการ เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน.....	76
ตารางที่ 4.32	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการ เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน.....	77
ตารางที่ 4.33	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้ง เมื่อเก็บครบ 12 เดือน.....	78
ตารางที่ 4.34	ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของเนื้อลำไยอบแห้งเมื่อเก็บครบ 12 เดือน.....	79
ตารางที่ 4.35	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของลำไยอบแกะเนื้อระหว่าง การเก็บรักษา 6 เดือน.....	81
ตารางที่ 4.36	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของลำไยอบแกะเนื้อระหว่าง การเก็บรักษา 6 เดือน.....	81
ตารางที่ 4.37	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของลำไยอบแกะเนื้อระหว่าง การเก็บรักษา 6 เดือน.....	82
ตารางที่ 4.38	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นของลำไยอบแกะเนื้อระหว่างการเก็บรักษา....	83
ตารางที่ 4.39	การเปลี่ยนแปลงค่า A_w ของลำไยอบแกะเนื้อระหว่างการเก็บรักษา.....	84
ตารางที่ 4.40	แสดงผลการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสของลำไยอบแกะเนื้อ หลังเก็บไว้ 12 เดือน.....	85

ตารางที่ 4.41	แสดงผลการประเมินค่าทางกายภาพของลำไยอบแกะเนื้อ หลังเก็บไว้ 12 เดือน.....	85
ตารางที่ 4.42	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้งระหว่างการเก็บรักษา....	89
ตารางที่ 4.43	การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้งระหว่างการเก็บรักษา....	89
ตารางที่ 4.44	การเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้งระหว่างการเก็บรักษา....	90
ตารางที่ 4.45	การเปลี่ยนแปลงค่า Aw ของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้งระหว่างการเก็บรักษา....	90
ตารางที่ 4.46	การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้ง ระหว่างการเก็บรักษา.....	91
ตารางที่ 4.47	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้ง เมื่อเก็บครบ 12 เดือน.....	92
ตารางที่ 4.48	ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้ง เมื่อเก็บครบ 12 เดือน.....	92

สารบัญภาพ

ภาพที่ 4.1	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งที่ อุณหภูมิห้อง (25-30°ซ) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°ซ).....	40
ภาพที่ 4.2	การเปลี่ยนแปลงปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ของเนื้อลำไย สดระหว่างการเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งที่ อุณหภูมิห้อง (25-30°ซ) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°ซ).....	40
ภาพที่ 4.3	การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทของ เนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งที่ อุณหภูมิห้อง (25-30°ซ) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°ซ).....	41
ภาพที่ 4.4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเนื้อลำไยสด ระหว่างการเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งที่ อุณหภูมิห้อง (25-30°ซ) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°ซ).....	41
ภาพที่ 4.5	การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของเนื้อลำไยสดระหว่าง การเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งอุณหภูมิห้อง(25-30°ซ) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°ซ).....	42
ภาพที่ 4.6	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งที่ อุณหภูมิห้อง (25-30°ซ) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°ซ).....	42
ภาพที่ 4.7	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้ง ทำจากลำไยที่ผ่านวิธีการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิห้อง 25 – 30 ° ซ. โดยวิธี hedonic scale.....	49
ภาพที่ 4.8	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้ง ทำจากลำไยที่ผ่านวิธีการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิตู้เย็น 2 – 5 ° ซ. โดยวิธี hedonic scale.....	49
ภาพที่ 4.9	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเนื้อลำไยอบน้ำผึ้งระหว่างการอบ.....	55
ภาพที่ 4.10	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเนื้อลำไยย้อมสีแซฟฟรอนระหว่างการอบ.....	69
ภาพที่ 4.11	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกระหว่างการอบ.....	70

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง

ลำไยเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศ พื้นที่ปลูกลำไยมีการขยายเพิ่มมากขึ้นทุกปี ดังที่จะเห็นได้จาก ข้อมูลปี 2537 (ตารางที่ 1) มีพื้นที่ปลูกลำไยประมาณ 262,726 ไร่ เมื่อเทียบกับ ปี 2532 ซึ่งมีพื้นที่ปลูกลำไย 159,906 ไร่ ปรากฏว่ามีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นประมาณ 102,820 ไร่ และมีแนวโน้มการขยายพื้นที่ปลูกนอกจากจังหวัดทางภาคเหนือไปยังจังหวัดอื่นๆ เช่น จันทบุรี ปราจีนบุรี ดังนั้นในสภาวะดินฟ้าอากาศปกติผลผลิตลำไยในภาคทย่อมมีปริมาณไม่น้อยกว่าผลผลิตลำไยในปี 2537 อย่างแน่นอน ปัญหาเรื่องราคาลำไยตกต่ำและล้นตลาดย่อมเกิดขึ้น ถ้าไม่มีการเตรียมการอย่างดีทั้งในด้านเทคโนโลยีการแปรรูป และด้านการขาดแคลนแรงงาน

ถ้าวิเคราะห์ดูปริมาณการส่งออกลำไยไปยังตลาดต่างประเทศสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทด้วยกัน คือ ลำไยสด ลำไยกระป๋อง ลำไยอบแห้ง และลำไยแช่แข็ง จากตารางที่ 2 และที่ 3 จะเห็นได้ว่าลำไยสดและลำไยอบแห้ง มีศักยภาพด้านการตลาดส่งออกสูงมาก ในปี 2537 ปริมาณการส่งออกมากกว่าปริมาณการส่งออกทั้งปีใน 4 ปีย้อนหลัง อันเนื่องมาจากมีการขยายตลาดเพิ่มขึ้น เช่น ประเทศจีนซึ่งไม่เคยส่งเข้ามามาก่อน ปี 2537 ได้เริ่มนำเข้าจากไทยทั้งลำไยสดและลำไยอบแห้ง เมื่อความต้องการทางตลาดต่างประเทศมากขึ้น การเร่งรีบที่ต้องการผลิตให้ทันตามความต้องการของตลาดภายในช่วงฤดูกาลอันสั้น เพียง 2-2.5 เดือน ย่อมเกิดขึ้นอย่างแน่นอนถึงแม้จะมีการเพิ่มกำลังการผลิตแต่อุปสรรคใหญ่ คือ แรงงาน โดยเฉพาะแรงงานฝีมือเนื่องจากมีจำนวนจำกัด ปัจจุบันก็มีปัญหาด้านการขาดแคลนแรงงาน ถึงขั้นมีการแข่งขันแย่งแรงงานฝีมือกัน ถ้าตลาดขยายเพิ่มขึ้น ปัญหาด้านการขาดแคลนแรงงานยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น อันส่งผลกระทบเป็นเหตุให้ต้นทุนการผลิตสูงมากขึ้น ทั้งในการผลิตลำไยสด ลำไยกระป๋อง ลำไยอบแห้ง และลำไยแช่แข็ง ที่น่าเป็นห่วงอย่างมาก คือ ลำไยอบแห้ง เพราะในเกรดคุณภาพของลำไยแกะเนื้อที่ทำจากการนำลำไยอบแห้งทั้งเปลือกอบจนเกือบแห้ง โดยใช้ เตาอย่าง เตาอบไม้ เตาน้ำมันก๊าด แล้วจ้างคนแกะเอาเฉพาะเนื้อส่งออกขายนั้น ในปี 2537 ราคาขายส่งของไทยโดยเฉลี่ยกิโลกรัมละ 150 บาท ซึ่งเมื่อเทียบกับราคาขายส่งเนื้อลำไยอบแห้งของประเทศเวียดนามกิโลกรัมละ 90-110 บาท ต่ำกว่าของไทยประมาณกิโลกรัมละ 40-60 บาท ส่วนเกรดคุณภาพดีเนื้อลำไยอบแห้งมีสีเหลืองทอง ซึ่งเป็นเกรดคุณภาพที่เวียดนามยังไม่มีการผลิต สำหรับคุณภาพเกรดคัด ราคาขายส่งของไทย กิโลกรัมละ 300-450 บาท และเกรดคละ กิโลกรัมละ 200-250 บาท

เนื้อลำไยอบแห้งคุณภาพดีดังกล่าวทำจากลำไยสด(ร่วง) นำมาคว้านเมล็ดเอาเนื้อมาแช่สารโบแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ แล้วอบจนแห้งด้วยเตาอบที่มีระบบหมุนเวียนของกระแสลมร้อนตามวิธีของ รัตนา อัดตปัญญา (2533) ปัจจุบันตลาดส่งออกมีความต้องการเนื้อลำไยอบแห้งเกรดคุณภาพดีเพิ่มมากยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จาก ในปี 2538-2539 ความต้องการเนื้อลำไยอบแห้งเกรดคุณภาพเพิ่มมากขึ้น แม้แต่ประเทศจีนและฮ่องกงก็มีความต้องการเนื้อลำไยอบแห้งเกรดคุณภาพดีเพิ่มขึ้น ถึงแม้ราคาจะสูงขึ้นก็ตาม นั้นย่อมหมายความว่า ปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงานยังทวีความรุนแรงขึ้นอย่างแน่นอน เพราะต้องแย่งแรงงานกับ อุตสาหกรรมลำไยกระป๋องและลำไยแช่แข็ง ซึ่งล้วนต้องทำจากลำไยสดทั้งสิ้น ถ้าไม่มีการแก้ไขย่อมส่งผลกระทบต่อราคาและสูญเสียตลาดส่งออก ปัญหาเรื่องราคาลำไยตกต่ำและล้นตลาดภายในประเทศย่อมเกิดขึ้นอย่างแน่นอน

ดังนั้น เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงาน ช่วยลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง เพื่อให้สามารถแข่งขันในตลาดได้ วิธีการยืดอายุการเก็บลำไยสดเพื่อการแปรรูปในเชิงพาณิชย์รวมทั้งการปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตให้ได้คุณภาพตรงตามความต้องการของตลาดเป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการโดยเร่งด่วน

ตารางที่ 1.1 พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตปี 2532 – 2537

ปี	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)		รวม	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ ไร่ / ปี)
	ให้ผลแล้ว	ยังไม่ให้ผล			
2532	97,842	62,064	159,906	57,066	583
2533	115,717	68,306	183,423	106,413	924
2534	125,491	73,605	199,096	86,563	690
2535	142,971	81,510	224,481	106,976	748
2536	165,506	89,217	254,723	126,014	761
2537	176,757	85,969	262,726	122,879	695

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลฯ กองแผนงานและโครงการพิเศษ

ตารางที่ 1.2 ปริมาณการส่งออกลำไย (หน่วย : ตัน)

ปี	ลำไยสด	ลำไยกระป๋อง	ลำไยอบแห้ง	ลำไยแช่แข็ง
2533	14,355	8,554	842	187
2534	7,618	4,073	808	307
2535	12,811	7,912	679	321
2536	21,309	8,382	879	159
2537	32,628	10,427	3,335	140.44

ที่มา : กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร

ตารางที่ 1.3 มูลค่าการส่งออกลำไย (หน่วย : บาท)

ปี	ลำไยสด	ลำไยกระป๋อง	ลำไยอบแห้ง	ลำไยแช่แข็ง
2533	211,111,331	254,482,155	81,070,856	9,387,341
2534	162,619,919	167,409,856	105,219,202	17,176,511
2535	297,724,510	291,691,794	117,726,406	18,417,255
2536	398,058,538	338,383,507	96,026,153	9,878,056
2537	756,454,480	385,383,910	248,225,410	8,642,200

ที่มา : กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 หาวิธีที่เหมาะสมในการเก็บรักษาลำไยสดเพื่อยืดอายุการเก็บให้ได้ไม่น้อยกว่า 30 วัน เพื่อการแปรรูปเป็นเนื้อลำไยอบแห้งในเชิงพาณิชย์
- 1.2.2 ปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยที่ผ่านการเก็บรักษาในวิธีที่เหมาะสมเพื่อการแปรรูปในเชิงพาณิชย์
- 1.2.3 หาวิธีที่เหมาะสมในการเก็บรักษาคุณภาพของเนื้อลำไยอบแห้งให้มีสีเปลี่ยนจากเดิมน้อยที่สุดในระยะเวลาที่เก็บไม่น้อยกว่า 6 เดือน ในเชิงพาณิชย์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสดเพื่อการแปรรูปเป็นเนื้อลำไยอบแห้งในเชิงพาณิชย์ครั้งนี้ มีขอบเขตของการวิจัย 5 ตอนด้วยกัน คือ

1. ศึกษาวิธีการเก็บรักษาลำไยสด เพื่อยืดอายุการเก็บให้ได้ไม่น้อยกว่า 30 วัน เพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นเนือลำไยอบแห้ง ด้วยการทดลองเก็บรักษาลำไยสดทั้งเปลือกด้วยวิธีต่างๆที่อุณหภูมิห้อง 25-30°C และอุณหภูมิตู้เย็น 2-5°C ระหว่างที่ทำการเก็บรักษาจะทำการตรวจวิเคราะห์และสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับลำไยทั้งด้านเคมีและด้านกายภาพ ในทุก 10 วัน ด้วยการสังเกตสภาพทั่วไปของลำไยที่เก็บ วิเคราะห์ปริมาณเกลือด้วยวิธี Chromate Indicator ปริมาณน้ำตาลด้วยวิธี Lane and Eynon ปริมาณซอร์เบทด้วยวิธี AOAC และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธี Modified Monier William, AOAC
2. เปรียบเทียบคุณภาพของเนือลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยที่เก็บรักษาในแต่ละวิธีกับเนือลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยสด ด้วยการนำผลลำไยที่เก็บรักษาไว้ได้ 30 วันโดยไม่เน่าเสียมาคว้านเอาเมล็ดออก และนำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง (ตามวิธีของรัตน 2533) นำเนือลำไยอบแห้งที่ได้มาวิเคราะห์ทางเคมีในด้านความหวาน สี ปริมาณความชื้น ปริมาณ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ปริมาณซอร์เบท และเปรียบเทียบความพอใจของผู้ชิมที่มีต่อเนือลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยสด กับที่ทำจากลำไยที่ผ่านการเก็บรักษา โดยให้คะแนนด้วยวิธี Hedonic Scale
3. คัดเลือกวิธีการเก็บรักษาลำไยสดที่เหมาะสมเพื่อการแปรรูปเป็นเนือลำไยอบแห้งในเชิงพาณิชย์ด้วยการ นำผลการวิเคราะห์ผลการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสและต้นทุนค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา ตลอดจนเป็นวิธีการที่สามารถทำได้ในเชิงพาณิชย์มาเป็นปัจจัยในการคัดเลือกวิธีการเก็บรักษา
4. ปรับปรุงกรรมวิธีการแปรรูปเนือลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยที่ผ่านการเก็บรักษาในวิธีการที่เหมาะสมเพื่อการแปรรูปในเชิงพาณิชย์ ด้วยการหาวิธีการเตรียมและวิธีการอบเพื่อให้ได้เนือลำไยอบแห้งที่มีคุณภาพเท่ากับที่ทำจากลำไยสดตามที่ต้องการ
5. หาวิธีการเก็บรักษาคุณภาพของเนือลำไยอบแห้งให้มีสีเปลี่ยนไปจากเดิมน้อยที่สุดในช่วงระยะเวลาการเก็บไม่น้อยกว่า 6 เดือน ด้วยการทดลองเก็บ ที่อุณหภูมิห้อง 25-30°C และอุณหภูมิตู้เย็น 2-5°C ในลักษณะบรรจุถุงโพลีเอทิลีน และถุงสุญญากาศ ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนือลำไยอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาในด้านความชื้น สี A_w และศึกษาความพอใจของผู้ชิมที่มีต่อเนือลำไยอบแห้งหลังเก็บไว้ 12 เดือน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ภายใน 3 เดือน ได้วิธีการเก็บรักษาเนื้อลำไยสดที่เหมาะสมเพื่อการแปรรูปเป็นเนื้อลำไยอบแห้งในเชิงพาณิชย์
2. ภายใน 6 เดือน ได้เทคโนโลยีการผลิตเนื้อลำไยอบแห้ง ที่ทำจากลำไยที่ผ่านการเก็บรักษาในวิธีการที่เหมาะสมเพื่อการแปรรูปในเชิงพาณิชย์
3. ภายใน 14 เดือน ได้วิธีการเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งที่เหมาะสมในเชิงพาณิชย์
4. ภายใน 18 เดือน ได้ถ่ายทอดวิธีการให้กับผู้ประกอบการ เจ้าหน้าที่เทคนิคเกษตรกรชาวนวน กลุ่มแม่บ้าน เกษตรกร ที่ทำลำไยอบแห้งอยู่แล้ว

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ส่วนประกอบของลำไยสดและลำไยแห้ง

ลำไย (*Euphoria Longana Lamk*) จัดเป็นผลไม้ชนิดบ่มไม่สุก (non-climacteric) (4) เป็นผลไม้ที่มีรสหวานมีกลิ่นหอมและไม่มีรสเปรี้ยว โดยทั่วไปมีความหวาน 16-20 องศาบริกส์ pH 6.7-6.9 เนื้อลำไยสดมีน้ำตาลอยู่ 3 ชนิดคือ กลูโคส ฟรุคโทส และซูโครส กรดอินทรีย์มีหลายชนิด เช่น กรดกลูโคนิก กรดมาลิก และกรดซิตริก ฯลฯ และมีกรดอมิโนอีกประมาณ 9 ชนิด เป็นเหตุให้ลำไยมีสรรพคุณทางยา คือ ใช้เป็นยาบำรุงในคนที่เป็นโรคประสาทอ่อนๆ นอนไม่หลับ บำรุงม้ามและบำรุงหัวใจ (2) กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์ (3) ได้ทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบของลำไยสดและลำไยอบแห้งไว้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของลำไยสดและลำไยอบแห้ง

ส่วนประกอบ		เนื้อลำไยสด	เนื้อลำไยอบแห้ง
ความชื้น	ร้อยละ	81.10	17.8
ไขมัน	ร้อยละ	0.11	0.48
เส้นใย	ร้อยละ	0.28	1.60
โปรตีน	ร้อยละ	0.97	4.60
เถ้า	ร้อยละ	0.56	2.86
คาร์โบไฮเดรต	ร้อยละ	16.98	72.70
พลังงานความร้อน	กิโลแคลอรี/100กรัม	72.79	311.80
แคลเซียม	มิลลิกรัม/100กรัม	5.70	27.70
เหล็ก	มิลลิกรัม/100กรัม	0.35	2.39
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัม/100กรัม	35.50	159.50
โซเดียม	มิลลิกรัม/100กรัม	-	4.50
โปตัสเซียม	มิลลิกรัม/100กรัม	-	2,012.00
ไนอาซีน	มิลลิกรัม/100กรัม	-	3.03
กรดแพนโทเธอนิก	มิลลิกรัม/100กรัม	-	0.57
วิตามินบีสอง	มิลลิกรัม/100กรัม	-	0.37
วิตามินซี	มิลลิกรัม/100กรัม	69.20	137.80

2.2 การเก็บรักษาผลไม้

ในการเก็บรักษาผลไม้เพื่อเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลาที่ขาดแคลนวัตถุดิบหรือ เพื่อขนส่งไปยังโรงงานแปรรูปที่อยู่ไกลออกไป มักนิยมใช้วิธีการเก็บรักษาด้วยการดองในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นมากกว่า 16% ขึ้นไป ซึ่งเรียกว่า salt stock เวลาจะนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องนำมาแช่น้ำเพื่อลดความเค็มก่อน(23) ต่อมาได้มีการวิจัยพัฒนาสารละลายที่ใช้ดองเพื่อรักษาคุณภาพของวัตถุดิบให้มีคุณภาพดีกว่าการดองเกลือ ด้วยการนำมาดองในสารละลายที่มีส่วนประกอบของเกลือแคลเซียมและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เพื่อให้เกลือแคลเซียมไปทำให้เนื้อเยื่อพืชมีความกรอบขึ้นโดยแคลเซียมไอออนได้รวมตัวกับสารเพคติน เกิดเป็นสารประกอบเพคเตด ส่วนซัลเฟอร์ไดออกไซด์ป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ทั้งที่เกิดจากเอนไซม์ และที่ไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ และช่วยฟอกสีธรรมชาติของผลไม้ให้จางลง การเก็บรักษาในสารละลายดังกล่าวนิยมใช้กับ ผลเชอร์รี่ และเปลือกส้ม สำหรับสารละลายที่นิยมใช้กับผลเชอร์รี่ประกอบด้วย โซเดียมซัลไฟต์ 14 ปอนด์ กรดเกลือ 5 ออนซ์ และแคลเซียมคลอไรด์ลงไป 7 ออนซ์ ต่อน้ำ 100 แกลลอน ปรับ pH ของสารละลายให้ได้ 3.5 ด้วยการเติมกรดลงไปอีก สารละลายที่ได้จะมีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 1% และแคลเซียมคลอไรด์ 0.85% การเก็บรักษาควรแช่ในสารละลาย 4-6 สัปดาห์ ก่อนนำไปแปรรูปต่อไป ระหว่างการแช่ผลเชอร์รี่ในสารละลายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ค่า pH ของสารละลายที่ได้ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในช่วงแรกๆของการแช่ ผลเชอร์รี่จะมีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะเนื้อสัมผัส โดยจะอ่อนตัวลงอย่างรวดเร็ว จากนั้นจึงค่อยๆแข็งขึ้น ค่า pH ของสารละลายที่แช่ในช่วงแรกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ต่อมาถึงลดลงอย่างช้าๆ จนสมดุลกับค่า pH ของผลไม้ ส่วนของแข็งที่ละลายได้และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะเกิดการสมดุลหลังจากการแช่ 600 และ 800 ชั่วโมงตามลำดับ (3) นอกจากนี้ยังมีการนำมาใช้กับเปลือกส้ม สารละลายที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกส้มประกอบด้วย เกลือ 15% และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 2000 ส่วนในล้าน (23) ต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีการเก็บรักษาโดยอาศัยแนวคิดที่เรียกว่า "hurdle concept" ด้วยการพยายามสร้างสิ่งกีดขวางเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ให้มากที่สุด เช่น การใช้ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ค่า pH สารกันเสีย มาเป็นสิ่งกีดขวางควบคุมร่วมกัน ทำหน้าที่ป้องกันหรือควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้สามารถเก็บรักษาอาหารได้โดยไม่เน่าเสียที่อุณหภูมิห้อง เรียกวิธีการนี้ว่า hurdle technology ข้อดีของ hurdle technology คือ สามารถรักษาอาหารให้คงทนได้โดยไม่ต้องใช้ตู้เย็น เป็นการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาโดยวิธีนี้มีชื่อเรียกว่า shelf stable product (27)

ในการเลือกใช้ hurdle และระดับของการใช้จำเป็นต้องทราบคุณสมบัติเฉพาะตัวของวัตถุดิบ และคุณสมบัติเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นข้อพิจารณาในการเลือก hurdle ให้เหมาะสม กล่าวคือ ต้องสามารถควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ คงคุณภาพและรสชาติของวัตถุดิบ สำหรับวัตถุดิบที่มีความชื้นสูง (high-moisture food products) จำเป็นต้องใช้ 4-5 hurdle ร่วมกัน จึงสามารถควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ได้ ตัวอย่างเช่น ในการเก็บรักษาผลไม้ทั้งที่มีความเป็นกรดสูง และที่มีความเป็นกรดต่ำ hurdle ที่ใช้ในการควบคุมประกอบด้วย การลวกโดยใช้ความร้อน การปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วง 3.0-4.1 A_w ในช่วง 0.93-0.98 เติมสารกันเสียทั้งโปแตสเซียมซอร์เบต และโซเดียมโบซัลไฟท์ โดยมีจุดประสงค์ในการใช้ hurdle ต่างๆดังนี้ การลวกเพื่อยุติการทำงานของเอนไซม์ และลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลไม้ เติม โปแตสเซียมซอร์เบต เพื่อควบคุมเชื้อรา เติม โซเดียมโบซัลไฟท์ เพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวกับเอนไซม์ ค่า A_w และ pH ควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อยีสต์(18)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาด้วยวิธี combination method โดยใช้หลักการของ hurdle technology ในผลไม้พบว่า ปริมาณซัลไฟท์ลดลงและอัตราการลดลงของซัลไฟท์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและภาชนะที่ใช้บรรจุที่ใช้(18) นาย Lopez – Malo และคณะ(29) รายงานว่า สับปะรดแฉ่งที่เก็บรักษาในสารละลายที่มีการปรับให้มีค่า A_w 0.98 ด้วยซูโครสและโปแตสเซียมซอร์เบต 1000 ppm โซเดียมโบซัลไฟท์ 150 ppm กรดซิตริกจะมี pH 3.7 ที่อุณหภูมิ 5 °C และ 25 °C เป็นเวลา 3 เดือน มีปริมาณซัลไฟท์เหลืออยู่เพียง 51% และ 38% ที่อุณหภูมิ 5 °C และ 25 °C ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะที่ pH 3.7 เกลือซัลไฟท์ที่มีอยู่ในซึ้นสับปะรดจะอยู่ในรูปของโบซัลไฟท์ไอออน ซึ่งมีคุณสมบัติระเหยได้น้อยกว่าในรูปซัลไฟท์ไอออน ในทำนองเดียวกัน นาย Alzamora และคณะ (15) รายงานว่า ปริมาณซัลไฟท์สูญเสียไปประมาณ 50% ของปริมาณซัลไฟท์ที่มีอยู่ในซึ้นสับปะรดที่แช่ใน สารละลาย กลูโคส pH 3.1 ที่มี โปแตสเซียมซอร์เบต 1000 ppm โซเดียมโบซัลไฟท์ 150 ppm A_w ของสารละลาย=0.97 ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน ที่อุณหภูมิ 27 °C ส่งผลให้สีของซึ้นสับปะรดเปลี่ยนไปจากเดิมอันเนื่องจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ฟอกสีของรงควัตถุในซึ้นสับปะรด ทำให้ค่า hue และ chroma ของซึ้นสับปะรดเปลี่ยนไปเล็กน้อยระหว่างเก็บไว้ประมาณ 15 วันแรก และคงที่หลังจากเก็บรักษาไว้ 3 เดือน ทั้งที่อุณหภูมิ 5 °C และ 25 °C ขณะที่ค่าสี L ของซึ้นมะละกอที่เก็บรักษาไว้ในสารละลายซูโครส pH 3.5 ที่มีโปแตสเซียมซอร์เบต 1000 ppm โซเดียมโบซัลไฟท์ 150 ppm A_w 0.98 ลดลงประมาณ 10-20% ระหว่างที่เก็บที่อุณหภูมิ 5 °C และ 25 °C ตามลำดับ(28) ค่าสีที่วัดได้ซึ่งใช้เป็นตัวบ่งชี้ความคงทนระหว่างกระบวนการผลิตและการเก็บรักษา ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ กรรมวิธีการเก็บรักษา และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา การเกิดสีน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษาเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อผลไม้ และประสิทธิภาพ

ในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ขึ้นอยู่กับจำนวนสารคาร์บอนิกที่มีอยู่ (18) นาย Garcia – A และคณะ (24) รายงานว่าปริมาณของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลงในระหว่างกระบวนการผลิต จากเริ่มต้นกระบวนการผลิตมี 730 ppm หลังผสมเหลือเพียง 394 ppm และหลังการ Cooling เหลือเพียง 308 ppm (กระบวนการผลิตกล้วยตีป่น ประกอบด้วย การนำกล้วยสุกมาล้าง ปอกเปลือก ลวกในไอน้ำร้อนที่ 88-90 °ซ 8 นาที แช่น้ำเย็นจนเนื้อกล้วยมีอุณหภูมิ 80-82 °ซ เติมน้ำตาลซูโครส 20% w/w กรดฟอสฟอริก 41 มล./กล้วย 1 กก. โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ 1200 ppm และโปแตสเซียมซอร์เบท 1500 ppm นำมาตีป่นใน Mixer จากนั้นนำมาผ่าน Heat Exchanger ที่ 95 °ซ 5 วินาที ทำให้เย็นโดยแช่น้ำเย็น 2 ช่วง คือ แช่จนมีอุณหภูมิ 60-65 °ซ จากนั้นนำมาแช่จนมีอุณหภูมิ 40 °ซ บรรจุในถังที่ปูรองด้วยแผ่นพลาสติก โพลีเอทิลีน)

2.3 การเก็บรักษาลำไยสด

ลำไยเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วจะเน่าเสียได้อย่างรวดเร็วมาก ที่อุณหภูมิ 30 °ซ จะมีอายุการวางขายไม่ถึง 72 ชั่วโมง ลำไยจะเน่าเสีย อันเกิดจากเชื้อราบนผิวเปลือก ราส่วนใหญ่เป็นเชื้อ *Botryodiplodia sp.* ซึ่งชิง ทองดี(3) ได้ทดลองใช้วิธีรมควันกำมะถันที่ได้จากการเผาไหม้ผงกำมะถันที่คลุกโปแตสเซียมไนเตรทกับลำไยสดพันธุ์ดอ และพันธุ์เบ๊ยาวเขียว โดยใช้อัตราส่วนของปริมาณที่วางของห้องรมควัน และน้ำหนักของผลไม้ 5:1 อัตราการรมควันของลำไยที่แนะนำไว้ คือ 200-300 มล./กิโลกรัมลำไย ภายหลังการรมควันระดับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลงอย่างรวดเร็ว ในช่วง 2 วันแรก การตรวจเนื้อลำไยที่รมควันพบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปริมาณน้อยมาก ค่าระดับของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เกิน 350 ppm ทั้งผล และในส่วนของเนื้อลำไยค่าระดับของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกิน 30 ppm กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์ (1) ทดลองดองลำไยในสารละลายน้ำเกลือ ประกอบด้วย น้ำ 1200 กรัม โซเดียมเบนโซเอท 0.5 กรัม ต่อลำไย 1 กิโลกรัม ใช้เวลาดอง 10 วัน นำมารับประทานในรูปลำไยดอง รัตนันท์ และรัตนนา (9) ได้ทดลองเก็บลำไยสดพันธุ์เบ๊ยาวเขียวในสารละลายที่มีค่า pH 2.6 ซึ่งประกอบด้วย แคลเซียมคลอไรด์ 0.625% กรดซิตริก 0.625% โปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 0.375% และกรดเกลือ 0.24 มิลลิลิตรต่อน้ำ 8 ลิตร ที่อุณหภูมิห้องภายในถังพลาสติกที่มีฝาปิด เป็นเวลา 90 วัน และตรวจสอบทุก 15 วัน พบว่าสามารถเก็บรักษาลำไยได้นานประมาณ 45 วัน ในสารละลายโดยลำไยส่วนใหญ่ยังมีคุณภาพใช้ได้ ถึงแม้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และ pH จะลดลงเมื่อเทียบกับลำไยสด และเมื่อนำมา

แปรรูปเป็นลำไยเชื่อมย้อมสีก็มีคุณภาพดีเหมือนทำจากลำไยสด แต่เมื่อเก็บลำไยสดในสารละลายนานเกิน 45 วัน พบว่า คุณภาพของลำไยเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมทั้งในด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และ pH รวมทั้งมีเปอร์เซ็นต์สูญเสียเพิ่มขึ้นด้วย

มรกตและรัตนา (7) ทดลองเก็บลำไยสดพันธุ์ดอ ที่อุณหภูมิห้อง 25-30% ในสารละลาย 2 ชนิด คือ สารละลายเกลือ 10% ที่มีกรดซิตริก 0.35% และโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 0.7% สารละลายแคลเซียมออกไซด์ 0.9% ที่มีโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 1.5% ผลสมอยู่ การเก็บรักษาใช้ถังพลาสติกที่มีฝาปิด เป็นเวลา 25 50 และ 75 วัน ตามลำดับ พบว่า ลำไยสดที่เก็บในสารละลายเกลือในทุกช่วงเวลาสามารถเก็บรักษาได้ดีกว่า คือ มีเปอร์เซ็นต์เสียน้อยกว่ามาก เมื่อเทียบกับ ในสารละลายแคลเซียมออกไซด์ อีกทั้งเมื่อนำลำไยที่ผ่านการเก็บรักษา มาแปรรูปเป็นลำไยแช่อิ่มอบแห้ง พบว่า ผู้บริโภคพอใจลำไยแช่อิ่มอบแห้งที่ทำจากวิธีการเก็บในสารละลายน้ำเกลือมากกว่าที่เก็บในสารละลายแคลเซียมออกไซด์ และมีความพอใจลำไยแช่อิ่มอบแห้งที่ทำจากลำไยที่เก็บไว้ในสารละลายน้ำเกลือเป็นเวลา 50 วัน มากกว่าช่วงอื่น ไม่ว่าจะเป็น สี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัส

2.4 การแปรรูปลำไย

2.4.1 การแปรรูปเป็นลำไยอบแห้ง

รัตนาและคณะ (10) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบลำไยแต่ละสายพันธุ์ โดยใช้เตาอบใบยาตัดแปลง และถ่านลิกไนท์เป็นเชื้อเพลิง โดยทำการศึกษาที่อุณหภูมิ 60 65 และ 70 °ซ พบว่า ในการอบลำไยทั้งเปลือกที่ผ่านการรมควันกำมะถัน 0.5% เป็นเวลา 30 นาที จนมีความชื้นเหลืออยู่ 11- 13% อุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 60 °ซ ระยะเวลาที่ใช้ในการอบสำหรับพันธุ์เบี้ยวเขียวแห้ง แดง ดอ คือ 52 47 46 และ 40 ชั่วโมงตามลำดับ สำหรับการอบเนื้อลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 0.5% 30 นาที อุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 65 °ซ ระยะเวลาที่ใช้ในการอบสำหรับพันธุ์เบี้ยวเขียว แห้ง แดง ดอ คือ 34 30 24 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์ (1) ได้แนะนำวิธีการทำลำไยตากแห้งทั้งเปลือกด้วยการนำลำไยไปต้มในน้ำเดือด 5 นาที นำมาอบในเตาอบที่มีทางระบายอากาศ ที่อุณหภูมิ 50 °ซ จนใกล้แห้งจึงเพิ่มอุณหภูมิเป็น 70 °ซ อบต่อ 18-20 ชั่วโมง ลำไยทั้งเปลือกมีความชื้น 18-19% สำหรับวิธีการทำเนื้อลำไยตากแห้งให้นำเนื้อลำไยมาแช่ในสารละลายโซเดียมหรือโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 0.1% 15 นาที นำไปอบในเตาอบที่มีทางระบายอากาศ โดยใช้อุณหภูมิ 50-70 °ซ 10 ชั่วโมง จนแห้ง เนื้อลำไยแห้ง

มีความชื้น 11-14% Udom and Somchai (26) ได้ทดลองอบลำไยผ่านการแช่ไฮเดียมโบรซไฟท์ 0.3-0.5% 10-15 นาที ในตู้อบลมร้อนที่มีการระบายอากาศอย่างเต็มที่ 85 °ซ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ได้เนื้อลำไยอบแห้งที่มีความชื้น 13-14% สำหรับลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ทดลองอบที่อุณหภูมิ 75 °ซ และ 90 °ซ พบว่า ต้องใช้เวลาอบ 20 และ 13 ชั่วโมง ตามลำดับ จึงจะได้ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีความชื้น 17-19% รัตนา (11) ได้ทดลองอบเนื้อลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโปแตสเซียมเมตาโบรซไฟท์ 0.3% เป็นเวลา 3-5 นาที อัตราส่วนเนื้อ : สารละลาย 1:1 ในตู้อบลมร้อนที่มีพัดลม ที่อุณหภูมิ 70 °ซ เป็นเวลา 12-15 ชั่วโมงติดต่อกัน จะได้เนื้อลำไยอบแห้งที่มีความชื้น 17-19% สัดส่วนเนื้อลำไยต่อผลลำไย 10:1

สุธีราและรัตนา(14) ได้ทดลองอบลำไยทั้งเปลือกในตู้อบลมร้อน 2 วิธี คือ วิธีแรกเริ่มอบ ที่ 90 °ซ 12 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเหลือ 85 °ซ 9 ชั่วโมง และ 80 °ซ 9 ชั่วโมง รวมเวลาอบทั้งหมด 30 ชั่วโมง กับวิธีที่สองอบที่ 80 °ซ 13 ชั่วโมง ลดอุณหภูมิเหลือ 75 °ซ 20 ชั่วโมง และลดอุณหภูมิเหลือ 70 °ซ 8 ชั่วโมง รวมเวลาอบทั้งหมด 41 ชั่วโมง เพื่อให้ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกทั้งสองวิธี มีความชื้นเหลืออยู่ประมาณ 17-18% พบว่าการอบทั้งสองวิธีไม่มีความแตกต่างในด้านการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ บริษัทพีทีแปซิฟิก (5) ได้แนะนำวิธีการอบลำไยทั้งเปลือกด้วยเตาอบกระแบบใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง คือ อบครั้งละ 2700 กิโลกรัม อุณหภูมิ 80-90 °ซ ติดต่อกัน 34 ชั่วโมง โดยให้พลิกกับลำไยในระหว่างการอบ 4 ครั้ง

รัตนา (12) ได้แนะนำการอบลำไยทั้งเปลือกด้วยเตาอบกระแบบ ครั้งละ 2000 กิโลกรัม โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนตามขนาดของผล แต่ละส่วนถูกปูรองด้วยตาข่าย การเรียงตาข่ายลงในกระแบบให้เอาขนาดกลางอยู่ชั้นล่างสุดของเตา ชั้นบนสุดเป็นขนาดใหญ่ อบที่ 80 °ซ เป็นเวลา 13 ชั่วโมงติดต่อกัน จากนั้นให้กลับลำไยโดยเอาขนาดใหญ่ลงล่างสุด อบที่ 75 °ซ เป็นเวลา 20 ชั่วโมงติดต่อกัน กลับผลลำไยและเอาขนาดเล็กลงล่างสุด อบที่ 65 °ซ เป็นเวลา 15 ชั่วโมงติดต่อกัน สัดส่วนของลำไยสด : ลำไยแห้ง 10:3

2.4.2 การแช่จุ่มและการแช่อบสี

ในการแช่จุ่ม ผลไม้ถูกนำมาต้มในน้ำเชื่อมความเข้มข้นประมาณ 30 องศาบริกส์เป็นเวลา 1-2 นาที และแช่ไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24-48 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำตาลซึมเข้าไปในเนื้อผลไม้ จากนั้นช้อนผลไม้ขึ้นและปรับน้ำเชื่อมให้มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น 5-10 องศาบริกส์

แช่ผลไม้ไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24-48 ชั่วโมง ทำซ้ำจนกระทั่งความเข้มข้นของน้ำเชื่อมได้ 72 องศาบริกส์ ก่อนนำมาอบให้แห้ง ควรนำผลไม้มาจุ่มในน้ำเดือดเพื่อชะล้างน้ำเชื่อมที่ผิว (23) มรกตและรัตนนา (7) ศึกษาการแปรรูปลำไยแช่อิ่มอบแห้ง ที่ทำจากลำไยสดที่ผ่านการเก็บรักษาในสารละลายเกลือ และในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ด้วยการนำลำไยขึ้นจากสารละลายล้างน้ำ นำมาคว้านเอาแต่เนื้อและแช่ในน้ำปูนใส 0.5% 30 นาที นำมาแช่อิ่มในน้ำเชื่อม 35 องศาบริกส์ ที่เดือดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง รุ่งขึ้นปรับความหวานของน้ำเชื่อมเพิ่มขึ้น 10 องศาบริกส์ เติมกรดซิตริกลงไป 0.1% น้ำเชื่อม แช่ลำไยไว้ 24 ชั่วโมง วันรุ่งขึ้นทำซ้ำจนมีความเข้มข้นของน้ำเชื่อมวัดได้ 65 องศาบริกส์ แช่ลำไยไว้ 2-3 วัน นำมาจุ่มในน้ำเดือด นำเข้าอบที่ 60 °ซ จนแห้ง เช่นเดียวกับสมชายและคณะ (31) แนะนำให้แช่อิ่มในน้ำเชื่อมความเข้มข้น 35% ที่มีกรดซิตริกผสมอยู่ 0.1% และโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ 300 ppm แช่ไว้ 1 วัน และทำการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำเชื่อมทุกวัน วันละ 10% จนวันสุดท้ายความเข้มข้นของน้ำเชื่อมเท่ากับ 75% แช่ไว้อีก 1 อาทิตย์ โดยรักษาความเข้มข้นของน้ำเชื่อมให้คงที่ นำมาจุ่มในน้ำเชื่อม 20% 1-2 นาที เอาเข้าอบในตู้อบที่ 50-60 °ซ 24 ชั่วโมงติดต่อกัน

เรณูและคณะ (8) ทดลองทำลำไย ประดับอาหาร ด้วยการนำเนื้อลำไยพันธุ์เบ๊ยาวเขียวนำมาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.7% อัตราส่วนลำไย : สารละลายแคลเซียม 1 : 3 เติมสีผสมอาหารลงไป แช่ไว้ 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปต้มในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 °ซ 15 นาที จากนั้นนำไปแช่ในอ่างน้ำเย็นจนอุณหภูมิลดลงเหลือ 37 °ซ นำไปแช่อิ่มในน้ำเชื่อมที่มีกรดซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ 0.7% โซเดียมเบนโซเอท 1% ผสมอยู่ จนมีความหวานสุดท้ายคงที่ที่ร้อยละ 70 ซึ่งวิธีการตรึงสีลำไยต่างกับวิธีที่ใช้กับ Marashino Cherries (23) ด้วยการนำผลเชอร์รี่ที่ผ่านการดองมาต้มเดือดในสารละลายที่มีความเข้มข้นของสี 0.02-0.05% เป็นเวลา 2-3 นาที และแช่เชอร์รี่ในสารละลายสีต่อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้สีซึมเข้าเนื้อผลไม้ นำผลเชอร์รี่ที่ย้อมสีแล้วนำมาล้างน้ำที่มีการปรับให้เป็นกรดด้วยการเติมกรดซิตริกลงไป 0.25% เพื่อตรึงสีให้ติดแน่น สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ในน้ำสี Somogyi, et.al. (35) แนะนำให้ใช้เวลาแช่ เพียง 12 ชั่วโมง รัตนันท์และรัตนนา (9) ต้มเดือดลำไยในน้ำสีเข้มข้น 0.02% ที่มีกรดซิตริก 0.25% เป็นเวลา 2 นาที เติมแคลเซียมคลอไรด์ลงในน้ำสี 0.05% แช่ลำไยต่อ 3 ชั่วโมง ลำไยจะติดสีย้อม

บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์ และ วิธีการทดลอง

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

ลำไยพันธุ์ดอ จากสวนบริษัท เชียงใหม่มิตรเกษตร จังหวัดเชียงใหม่ สวน ปี่ปี้ดี จังหวัด เชียงราย และ จากตลาดหนองหอย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนกรกฎาคม - เดือน สิงหาคม

3.1.2 สารเคมี

- กรดซิตริก (Citric acid (food grade); S.K. Trading Co.Ltd.)
- กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid (food grade); S.K. Trading Co.Ltd.)
- โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ (Potassium metabisulphite, $K_2S_2O_5$ (food grade); S.K. Trading Co.Ltd.)
- โพแทสเซียมซอร์เบท (Potassium sorbate, $C_6H_7KO_2$; Fluka, Germany)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH); J.T Baker, USA.
- ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalene, $C_{20}H_{14}O_4$; Fluka, Germany)
- คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate pentahydrate, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$); Analar, England.
- โซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต (Sodium potassium tartrate, $KNaC_4O_6 \cdot 4H_2O$); Merck, Germany.
- เมทิลีนบลู (Methylene blue, $(CH_2)_2NC_6H_3N : C_6H_3[N(CH_3)_2] : 3Cl \cdot 3H_2O$); J.T Baker, USA.
- ซิงค์อะซีเตต (Zinc acetate, $(CH_3COO)_2Zn \cdot 2H_2O$); Carloerba, Italy.
- กรดอะซิติก (Acetic acid, glacial, CH_3COOH); J.T Baker, USA.
- โพแทสเซียมเฟอร์โรไซยาไนด์ (Potassium ferrocyanide, $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$); Carloerba, Italy.
- กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid, HCl); J.T Baker, USA.

- เอทิลแอลกอฮอล์ 95% (Ethylalcohol 95%, C_2H_5OH); J.T Baker, USA.
- ซิลเวอร์ไนเตรด (Silver nitrate, $AgNO_3$); Merck, Germany.
- โพแทสเซียมโครเมต (Potassium chromate, K_2CrO_4); Fluka.
- โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dichromate, $K_2Cr_2O_7$); Fluka.
- กรดเมตาฟอสฟอริก (Meta-phosphoric acid, HPO_3); J.T Baker, USA.
- ไดเอทิลอีเธอร์ (Diethyl ether, $(C_2H_5)_2O$); J.T Baker, USA.
- ปีโตรเลียมอีเธอร์ (Petroleum ether); J.T Baker, USA.
- โซเดียมซัลเฟต แอนไฮดรัส (Sodium sulfate, anhydrous, Na_2SO_4); Merck, Germany.
- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide, H_2O_2 30%); Caloerba, Italy.
- โบรโมฟีนอลบลู (Bromophenol blue); Merck, Germany

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

3.1.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- เครื่องวัดสี (Minolta Camera, Japan)
- เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Instron 5565)

3.1.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง (Microprocessor pH meter, Hanna Instruments: Model HI 9021, USA)
- เครื่องวัด Water Activity (Novasina TH 200)
- ตู้อบความชื้น (Termark)
- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Hand refractometer, Atago: Model NI Brix 1 – 32% and 28-52%, Japan)
- ชุดเครื่องแก้วหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Shipton)
- ถังแก๊สไนโตรเจน (Nitrogen 99%)

3.1.3.3 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- จานพลาสติกขาวและแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพร้อมแก้วน้ำ

3.1.3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาอายุการเก็บ

- กล้องกระดาษสีน้ำตาล
- ตู้เย็นขนาด 10 คิว (Sharp, Japan)

3.1.3.5 เครื่องประมวลผลข้อมูลทางสถิติ

- เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
- โปรแกรมสำเร็จรูป Excel
- โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for window release 6.0
- โปรแกรมสำเร็จรูป SX Version 3.5

3.2 การทดลอง

การทดลองแบ่งออกเป็น 5 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 : ศึกษาวิธีการเก็บรักษาลำไยสดเพื่อยืดอายุการเก็บลำไยสดให้ได้อย่างน้อย 30 วัน เพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นเนื้อมะม่วง

การศึกษานี้ได้ทำการทดลองเก็บรักษาลำไยสดทั้งในลักษณะเปลือกเปลือก และทั้งเปลือก ที่อุณหภูมิห้อง $25 - 30^{\circ}\text{C}$ และอุณหภูมิตู้เย็น $2 - 5^{\circ}\text{C}$ วิธีเก็บรักษาทุกวิธี อาศัยหลักการของ hurdle technology ด้วยการใช้ combined method เป็นตัวควบคุมปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการเน่าเสียของลำไย

1.1 วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสดที่อุณหภูมิห้อง ($25 - 30^{\circ}\text{C}$)

ทำการทดลองเก็บรักษาลำไยสดทั้งหมด 9 วิธี คือ ทำการเก็บลำไยสดทั้งเปลือก 8 วิธี และลำไยสดเปลือก 1 วิธี แต่ละวิธีมีการเตรียมดังนี้

วิธีที่ 1 (สูตร 051) : นำลำไยทั้งเปลือกที่ผ่านการคัดเอาผลเน่า ผลแตก ผลมีรอยเจาะกัดของแมลงและสัตว์ ผลที่มีกลิ่นผิดปกติออก ลวกน้ำเดือด 5 นาที แช่ในสารละลายโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 3000 PPM อัตราส่วน น้ำ : ลำไย 1 : 1 เป็นเวลา 15 นาที นำมาอบที่ 70°C 6 ชั่วโมง 80°C 12 ชั่วโมง และ 70°C 6 ชั่วโมงติดต่อกัน จนลำไยมีความชื้นเหลือประมาณ 30 - 35% นำออกจากเตาอบ ผึ่งให้เย็น บรรจุถุงพลาสติกใส่ถุงบรรจุสารดูดความชื้น (ซิลิกาเจล) ลงไปในถุง อัตราส่วนลำไย 1 กิโลกรัมต่อสารดูดความชื้น 2.5 กรัม รัดปากถุงให้แน่น เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

วิธีที่ 2 - 8 : (สูตร 101, 201, 011, 021, 061, 081, และ 083) : เป็นการดองในสารละลายชนิดต่างๆ โดยนำลำไยทั้งเปลือกที่มีก้านติดขั้วเล็กน้อย ไม่มีผลแตก ผลเน่า ผลรอยแมลงเจาะ หรือมีกลิ่นผิดปกติ มาล้างน้ำ 2 ครั้ง ผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำมาบรรจุในถุงพลาสติก อัตราส่วนผลลำไยสด : สารละลาย 1 : 1.3 ยกเว้นวิธี 101 และ 201 ใช้อัตราส่วน 1 : 1 รัดปากถุงให้แน่นด้วยหนังยางนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง รายละเอียดของส่วนผสมของสารละลาย (น้ำดอง) แต่ละสูตร ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของสารละลาย (น้ำตอง) ที่ใช้เก็บรักษาลำไยสด

ส่วนผสม	สูตร101	สูตร201	สูตร011	สูตร021	สูตร061	สูตร081	สูตร083
เกลือปน (%)	8	8	1	-	2	0.5	0.5
แคลเซียมคลอไรด์ (%)	-	-	1	1.5	2	2	2
โปแตสเซียมซอร์เบท (%)	-	-	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
โปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ (PPM)	7000	-	500	1500	1000	1000	1500
กรดซิตริก (%)	-	-	0.25	0.25	0.4	0.4	0.4
กรดซอร์บิค : โปแตสเซียมซอร์เบท (1:1) (%)	-	0.20	-	-	-	-	-
กรดอะซิติก	จน pH สาร ละลาย = 4.2-4.6	-	-	-	-	-	-
อัตราส่วนลำไย : สารละลาย	1 : 1	1 : 1	1 : 1.3	1 : 1.3	1 : 1.3	1 : 1.3	1 : 1.3

การเตรียมสารละลาย (น้ำตอง) : นำเกลือปนมาต้มให้ละลายในน้ำบางส่วน เติมแคลเซียมคลอไรด์ คนจนละลาย เติมกรดซิตริก คนจนละลาย เติมโปแตสเซียมซอร์เบท คนจนละลาย ปิดท้ายด้วยโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ คนจนละลาย และเติมน้ำจนได้ปริมาณตามสูตร สำหรับสูตรที่ไม่มีเกลือ ให้ละลายสารด้วยน้ำเรียงตามลำดับสารเหมือนสูตรที่มีเกลือ

วิธีที่ 9 (สูตร 041) : นำลำไยมาล้างแกะเปลือกออก นำมาแช่ในสารละลายน้ำเชื่อมความเข้มข้น 50% ต้มเดือด เติมกรดซิตริก 0.25% โปแตสเซียมซอร์เบท 0.15% และโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 0.1% ลงไป คนให้เข้ากันเป็นเวลา 5 ชั่วโมงติดต่อกันที่อุณหภูมิห้อง ช้อนลำไยขึ้นบรรจุในถุงสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิห้อง

1.2 วิธีการยืดอายุการเก็บลำไยสดที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 – 5 °C)

ทำการทดลองเก็บรักษาลำไยสดทั้งหมด 6 วิธี คือ ทำการเก็บรักษาลำไยทั้งเปลือก 5 วิธี และลำไยปอกเปลือก 1 วิธี แต่ละวิธีมีวิธีการเตรียมดังนี้

วิธีที่ 1 (สูตร 031) : นำลำไยทั้งเปลือกที่ปราศจากการเน่าเสีย แผลงัดเจาะ ผลแตก กลิ่นผิดปกติ มาล้างน้ำ 2 น้ำ นำมาแช่ต่อในสารละลายโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 3000 ppm อัตรา

ส่วน 1:1 เป็นเวลา 15 นาที ช้อนขึ้น ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ บรรจุลงพลาสติกมัดปากถุงให้แน่น นำไปเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 2 – 5°ซ

วิธีที่ 2 (สูตร 032) : วิธีการเหมือนสูตร 031 ต่างกันที่ระยะเวลาการแช่เพิ่มขึ้นเป็น 30 นาที

วิธีที่ 3 (สูตร 007) : นำลำไยทั้งเปลือกที่ปราศจากการเน่าเสีย แผลงกั๊ดเจาะ ผลแตก กลิ่นผิดปกติ มาล้างน้ำ 2 น้ำ บรรจุตะกร้าพลาสติก นำไปรมควันกำมะถันเป็นเวลา 30 นาที อัตราส่วน ลำไยสด 1 กิโลกรัม : ผงกำมะถัน 1.2 กรัม โดยคลุมผงกำมะถันกับเอทิลแอลกอฮอล์พอหมาด เพื่อช่วยการเผาไหม้ของกำมะถันได้ดีขึ้น ลำไยที่ผ่านการรมควันจะต้องปล่อยให้เย็น ก่อนบรรจุลงพลาสติก มัดปากถุงให้แน่นเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 2–5°ซ

วิธีที่ 4 (สูตร 012) : มีวิธีการและสูตรสารละลายเหมือนสูตร 011 ทุกอย่าง ต่างกันเฉพาะอุณหภูมิที่เก็บรักษา คือ เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 2 – 5°ซ

วิธีที่ 5 (สูตร 022) : มีวิธีการและสูตรสารละลายเหมือนสูตร 021 ทุกอย่าง ต่างกันเฉพาะอุณหภูมิที่เก็บรักษา คือ เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 2 – 5°ซ

วิธีที่ 6 (สูตร 042) : มีวิธีการและสูตรสารละลายเหมือนสูตร 041 ทุกอย่าง ต่างกันเฉพาะอุณหภูมิที่เก็บรักษา คือ เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 2 – 5°ซ

1.3 การวิเคราะห์

ในระหว่างการเก็บรักษาทั้ง 2 อุณหภูมิ ทุก 10 วันทำการสุ่มตัวอย่างมาตรวจพิจารณา ลักษณะภายนอกโดยทั่วไปว่า ปกติ หรือเน่าเสีย ถ้าสภาพปกติทำการตรวจวิเคราะห์ ปริมาณเกลือ (AOAC 1990) ปริมาณ reducing sugar (Lane and Eynon) ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (AOAC) ปริมาณซอร์เบท (AOAC 1990) ปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ (Modified Monier William) pH (pH meter) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (hand refractometer) และสีของเนื้อ (Munsell Color)

1.4 การอบลำไย

ลำไยที่ผ่านการเก็บรักษาและมีสภาพปกติ จะนำมาล้างน้ำ 2 น้ำ คว้านเอาเมล็ดออกด้วยตุ้ดตุ้ และแกะเปลือก นำเนื้อลำไยมาล้างน้ำให้สะอาดนำเข้าอบในตู้อบลมร้อนขนาด 1.05 X 0.7 X 0.55 เมตร ที่อุณหภูมิ 70°ซ ความเร็วลม 1.56 กิโลเมตร / ชม.

สำหรับลำไยสด นำมาล้างน้ำ 2 น้ำ คว้านเอาเมล็ดออกด้วยตุ้ดตุ้ แกะเปลือก นำลำไยมาแช่ในสารละลายโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 3000 ppm เป็นเวลา 5 นาที ช้อนขึ้น นำเข้าตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 70°ซ ความเร็วลม 1.56 กิโลเมตร / ชม. เป็นเวลา 12 ชั่วโมง (รัตนนา 2533)

ตอนที่ 2 : เปรียบเทียบคุณภาพระหว่างเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยที่เก็บรักษาแต่ละวิธี กับเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยสด

เนื้อลำไยอบแห้งทั้งทำจากลำไยที่เก็บรักษาในแต่ละวิธี และจากลำไยสด ถูกนำมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทั้งทางกายภาพ เคมี และการประเมินทางประสาทสัมผัส ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเกลือ(AOAC 1990) ปริมาณ reducing sugar(Lane and Eynon) ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก(AOAC) ปริมาณซอร์เบท(AOAC 1990) ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์(Modified Monier William) pH (pH meter) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ(Hand Refractometr) สี(Hunter) ลักษณะเนื้อ(Instron)

2.2 การประเมินค่าทางประสาทสัมผัส

เนื้อลำไยอบแห้งที่ผ่านวิธีการเก็บรักษาถูกนำมาทดสอบการยอมรับควบคู่กับเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยสดด้วยวิธี hedonic โดยใช้สเกล 1 – 7 คะแนน ผู้ชิมที่ใช้ในการทดสอบค่าทางประสาทสัมผัส เป็นผู้ผ่านการฝึกฝน เกี่ยวกับการชิม และมีความคุ้นเคยกับเนื้อลำไยอบแห้ง

การนำเสนอตัวอย่าง จะนำเสนอครั้งละชุด โดยตัวอย่างทดสอบมีทั้งหมด 2 ชุด คือตัวอย่างชุดแรกประกอบด้วยเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยที่ผ่านวิธีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 6 ตัวอย่างและเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยสด 1 ตัวอย่าง ตัวอย่างชุดหลังประกอบด้วยเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยที่ผ่านวิธีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น 5 ตัวอย่างและเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยสด 1 ตัวอย่าง คะแนนที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ วิธี ANOVA

ตอนที่ 3 : คัดเลือกวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสดที่เหมาะสมเพื่อการแปรรูปเป็นเนื้อลำไยอบแห้งในเชิงพาณิชย์

ด้วยการพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ประกอบกันดังนี้

- 3.1 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และลักษณะทั่วไปของเนื้อลำไยที่ผ่านวิธีการยืดอายุการเก็บ โดยคัดเลือกที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด
- 3.2 พิจารณาค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและวิธีการทำที่สามารถทำได้ในเชิงพาณิชย์
- 3.3 พิจารณาผลการยอมรับที่มีต่อเนื้อลำไยอบแห้งที่ผ่านวิธีการเก็บรักษา
- 3.4 ทำการดองลำไยในสารละลายที่คัดเลือกด้วยการดองในไห โดยใช้สารละลาย : ลำไย 1 : 1.2 เช่นเดียวกับวิธีเก็บในตู้เย็นและอบด้วยลมร้อน

ตอนที่ 4 : การปรับปรุงกรรมวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยที่ผ่าน วิธีการยืดอายุการเก็บที่เหมาะสม เพื่อการแปรรูปในเชิงพาณิชย์

วิจัยพัฒนาวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ เนื้อลำไยอบแห้งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. เนื้อลำไยอบน้ำผึ้ง ทำจากลำไยสดที่ผ่านการรมควันกัมมะถัน และเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น 30 วัน
2. เนื้อลำไยย้อมสีแซฟฟรอนอบแห้ง และเนื้อลำไยเชื่อมย้อมสี จากลำไยสดที่ผ่านการคองในสารละลาย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 30 วัน (วิธี 021)
3. เนื้อลำไยแคะเนื้อ อบแห้ง ทำจากการแคะเนื้อทั้งเปลือกอบแห้งที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 วัน (วิธีการ 051)

4.1 การพัฒนาวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยอบน้ำผึ้ง

4.1.1 วิธีการเตรียมลำไย ลำไยสดที่ผ่านการยืดอายุการเก็บในตู้เย็น 30 วัน ถูกนำมาล้าง คั่วานเอาเนื้อ แคะเปลือกออก ล้างน้ำ นำมาแช่สารละลายดังนี้

1.1 สารละลายที่มีน้ำผึ้ง 5% และโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 3000 ppm 5 นาที

1.2 สารละลายน้ำผึ้ง 5% 1.5 ชั่วโมง

4.1.2 การอบ นำเนื้อลำไยหลังการแช่สารละลายเรียงบนตะแกรงโปร่ง นำเข้าอบในตู้อบลมร้อนขนาด $1.3 \times 0.87 \times 0.5$ เมตร ความเร็วลม 11 กิโลเมตร / ชม. อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบลมร้อนให้เย็น บรรจุถุง

4.1.3 การวิเคราะห์ นำเนื้อลำไยอบแห้งทั้ง 2 วิธี มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ และทดสอบค่าทางประสาทสัมผัส เพื่อทราบความพอใจของผู้ชิมที่มีต่อเนื้อลำไยอบน้ำผึ้ง โดยวิธี paired comparison นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ ใช้ตารางสำเร็จรูป two-sample test

4.2 การพัฒนาวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยย้อมสีแซฟฟรอนอบแห้ง และเนื้อลำไยเชื่อมย้อมสี

4.2.1 วิธีการเตรียมลำไย

ลำไยสดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยการคองในสารละลายที่มีแคลเซียมคลอไรด์ 1.5% กรดซิตริก 0.25% โปแตสเซียมซอร์เบต 0.1% และโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 0.15% เป็นเวลาอย่างน้อย 30 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ถูกนำมาล้างน้ำ 2 น้ำ คั่วานเอาเมล็ดออกด้วยตุ้ดคู่หรือมีด ปอกเปลือกออก ล้างน้ำ 1 ครั้ง นำมาแช่ในน้ำสะอาด $\frac{1}{2}$ ชั่วโมง โดยใช้อัตราส่วน น้ำ : เนื้อ 2 : 1 เพื่อชะล้างสารในน้ำคองออกจากเนื้อ ช้อนขึ้น

4.2.2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการแช่ส้มและการย้อมสี

เพื่อให้ทราบความเข้มข้นของสี วิธีการย้อมสีให้ติดแน่น และสูตรของน้ำเชื่อมที่ผู้บริโภคพอใจ จึงได้ทำการทดลองดังนี้

1. ความเข้มข้นของสีและวิธีการย้อมสี

นำเนื้อลำไยที่เตรียมไว้ในข้อ 4.2.1 มาทดลองแช่ในน้ำสีที่มีความเข้มข้นของสี เวลาในการแช่ อุณหภูมิ และเวลาในการตรึงสี เวลาในการแช่หลังต้มเป็น 4 วิธี ดังตารางที่ 3.2 รายละเอียดดังนี้

วิธีที่ 1: แช่เนื้อลำไย 2 กิโลกรัมต่อน้ำสี 6 ลิตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง นำมาต้มจนวัดได้ 70°ซ จับเวลา 5 นาที เติมกรดซิตริก 0.1% ของน้ำสี คนให้เข้ากัน แช่ไว้ 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ช้อนลำไยขึ้น นำไปล้างน้ำ ช้อนขึ้น ความเข้มของสี : น้ำ 1 ลิตร ประกอบด้วยสีผสมอาหารทาร์ทารีน 100 มิลลิกรัม และสีชันเช็ทเยลโล่ 100 มิลลิกรัม

วิธีที่ 2: แช่เนื้อลำไย 2 กิโลกรัม ต่อน้ำสี 6 ลิตรเป็นเวลา 4 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง นำมาต้มจนวัดได้ 80°ซ จับเวลา 10 นาที แช่ไว้ 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ช้อนขึ้น นำไปล้างน้ำ ช้อนขึ้น ความเข้มของสี : น้ำ 1 ลิตรประกอบด้วยสีผสมอาหารทาร์ทารีน 5 มิลลิกรัม สีชันเช็ทเยลโล่ 2.5 มิลลิกรัม กรดซิตริก 1 กรัม

วิธีที่ 3: แช่เนื้อลำไย 2 กิโลกรัมต่อน้ำสี 4 ลิตร เป็นเวลา 4 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง นำมาต้มจนวัดได้ 80°ซ จับเวลา 10 นาที เติมกรดซิตริก 0.1% ของน้ำสี คนให้เข้ากัน แช่ไว้ 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ช้อนลำไยขึ้น นำไปล้างน้ำ ช้อนขึ้น ความเข้มของสี : น้ำ 1 ลิตร ประกอบด้วยสีผสมอาหารทาร์ทารีน 5 มิลลิกรัม สีชันเช็ทเยลโล่ 2.5 มิลลิกรัม

วิธีที่ 4: แช่เนื้อลำไย 2 กิโลกรัมต่อน้ำสี 4 ลิตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง นำมาต้มจนวัดได้ 70°ซ จับเวลา 10 นาที แช่ไว้ 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ช้อนลำไยขึ้น นำไปล้างน้ำ ช้อนขึ้น ความเข้มของสี : น้ำ 1 ลิตร ประกอบด้วยสีผสมอาหารทาร์ทารีน 50 มิลลิกรัม สีชันเช็ทเยลโล่ 25 มิลลิกรัม และกรดซิตริก 1 กรัม

2. การเตรียมน้ำเชื่อม

นำน้ำตาลทรายขาวมาผสมลงในน้ำเดือด จนวัดความเข้มข้นด้วย hand refractometer ได้ 40° brix จากนั้นเติมกรดซิตริกในปริมาณ

ที่กำหนดในแต่ละวิธีลงไปให้น้ำเชื่อม คนให้เข้ากัน ปริมาณกรดที่เติม รายละเอียดดังตารางที่ 3.2

3. การเชื่อมหรือแช่เชื่อม

ให้นำเนื้อลำไยที่ผ่านการย้อมสีมาต้มในน้ำเชื่อมที่เตรียมไว้จนเดือด 5 นาที เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง พอครบกำหนดช้อนลำไยขึ้น วัดความหวานของน้ำเชื่อมต้มเดือด เติมน้ำตาลลงไปอีกจนความเข้มข้นวัดได้ 40° brix ด้วย hand refractometer ต้มเดือด เอาลำไยลงแช่ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง ช้อนลำไยขึ้น วัดความหวานของน้ำเชื่อม ต้มเดือด เติมน้ำตาลลงไปอีกจนวัดความเข้มข้นได้ 40° brix เอาลำไยแช่ไว้ 24 ชั่วโมง ช้อนลำไยขึ้น วัดความหวานของน้ำเชื่อม ต้มเดือด เติมน้ำตาลลงไปอีกจนความเข้มข้นวัดได้ 45° brix เติมน้ำตาลลงไป 0.5% ของน้ำเชื่อม ต้มเดือด เอาเนื้อลำไยลงแช่ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง ช้อนลำไยขึ้น

4. การอบ

เนื้อลำไยที่ผ่านการแช่เชื่อมในแต่ละวิธี ถูกนำมาจุ่มในน้ำเดือดเพื่อชะล้างน้ำเชื่อมที่ติดผิวด้านนอกของเนื้อลำไยออก นำมาเรียงบนตะแกรงโปร่ง นำเข้าอบในตู้อบลมร้อนขนาด 1.05x0.7x0.55 เมตร ความเร็วลม 1.56 กิโลเมตร/ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ ใช้พัดลมเป่าจนเย็น บรรจุถุง

ตารางที่ 3.2 ข้อแตกต่างของส่วนผสมและวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยย้อมสีและเชื่อมอบแห้ง

รายละเอียดส่วนผสมของน้ำสี	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 4
	010	015	020	030
สีทาร์ทาซีน (ppm)	100	5	5	50
สีเยลโลว์ซีท (ppm)	100	2.5	2.5	25
กรดซิตริก (%)	-	0.1	-	0.1
อัตราส่วนน้ำสี : เนื้อลำไย	3 : 1	3 : 1	2 : 1	2 : 1
ระยะเวลาแช่น้ำสีก่อนต้ม (ชม.)	2	4	4	2
อุณหภูมิที่ใช้ต้ม (°ซ)	70	80	80	70
เวลาที่ใช้ต้ม (นาที)	5	10	10	10
ปริมาณกรดซิตริกในน้ำเชื่อม (%)	0.1	0.15	0.2	0.3
อัตราส่วนน้ำเชื่อม : เนื้อลำไย	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1

5. การคัดเลือก ด้วยการนำเนื้อลำไยย้อมสีและเชื่อมอบแห้งทั้ง 4 วิธี มาวิเคราะห์ทั้งทางเคมี ภายนอก และประสาทสัมผัส ด้วยวิธี Ranking โดยใช้ผู้ชิมทั้งหมด 30 คน ชิมตัวอย่างทั้ง 4 พร้อมกัน และเรียงตามลำดับความชอบจากมากที่สุด = 1 น้อยที่สุด = 4 นำผลการประเมินมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ ANOVA

6. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำเชื่อมระหว่างการแช่
ทำการทดลอง 3 วิธี ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แผนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำเชื่อม

	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
อัตราส่วนลำไย : น้ำเชื่อม	1 : 2	1 : 1	1 : 1
ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมเริ่มต้น(บริกซ์)	40	40	40
ระยะเวลาแช่(ชั่วโมง)	63	63	48
ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ปรับใหม่(บริกซ์)	40	40	40
ระยะเวลาแช่(ชั่วโมง)	24	24	48
ความเข้มข้นที่ปรับใหม่(บริกซ์)	45	45	45
ระยะเวลาแช่(ชั่วโมง)	24	24	24

4.2.3 การพัฒนากรรมวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้งที่เหมาะสมในเชิงพาณิชย์

ผลจากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสูตรและวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้ง นำมาพัฒนากรรมวิธีแปรรูปเนื้อลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้งในเชิงพาณิชย์ เป็น 7 ขั้นตอน คือ

1. วิธีการเตรียมลำไย

นำลำไยที่ผ่านการยัดอายุการเก็บโดยการดองในสารละลายที่มีส่วนผสมประกอบด้วย แคลเซียมคลอไรด์ 1.5% กรดซิตริก 0.25% โปแตสเซียมซอร์เบท 0.1% และโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 0.15% เป็นเวลาอย่างน้อย 30 วันที่อุณหภูมิห้อง นำมาล้างน้ำ 2 น้ำ คั่วจนเอามีกลิ่นหอมด้วยตุ๋นหรือมีคั่วจน แกะเปลือกออก นำเนื้อลำไยมาล้างน้ำ 1 น้ำ และนำไปย้อมสีต่อไป

2. วิธีการย้อมสี ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 วิธี คือ

วิธีที่ 1: ไม่ย้อมสี นำเนื้อลำไยมาแช่ในสารละลายกรดซิตริก 0.15% เป็นเวลา 1 ชม. ซ้อนขึ้น ล้างน้ำ

วิธีที่ 2: ย้อมสี ความเข้มข้นของน้ำสีประกอบด้วย สีทาร์ทาซีน 17 ppm สีซันเช็ทเยลโลว์ 33 ppm และกรดซิตริก 0.15% อัตราส่วนเนื้อลำไย : น้ำสี 1 : 2 แช่ไว้ 1 ชั่วโมง นำมาต้มจนวัดได้ 70°C จับเวลา 10 นาที แช่ต่อที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง สีจะติดเนื้อลำไย ซ้อนลำไยขึ้น ล้างน้ำ 1 น้ำ

วิธีที่ 3: ย้อมสี ความเข้มข้นของน้ำสีประกอบด้วย สีทาร์ทาซีน 25 ppm สีซันเช็ทเยลโลว์ 50 ppm และกรดซิตริก 0.15% อัตราส่วนเนื้อลำไย : น้ำสี 1 : 2 แช่ไว้ 1 ชั่วโมง นำมาต้มจนวัดได้ 70°C จับเวลา 10 นาที แช่ต่อที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง สีจะติดเนื้อลำไย ซ้อนลำไยขึ้น ล้างน้ำ 1 น้ำ

3. วิธีการแช่แข็ง

เตรียมน้ำเชื่อมโดยต้มน้ำให้เดือด เติมน้ำตาลทรายขาวลงไป คนจนละลาย ต้มเดือด วัดความเข้มข้นของน้ำเชื่อมด้วย Hand Refractometer เติมกรดซิตริก คนจนละลาย ตวงปริมาตร นำเนื้อลำไยย้อมสีลงต้มในน้ำเชื่อม อัตราส่วนเนื้อลำไย : น้ำเชื่อม 1:1 ต้มเดือด 7 นาที ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง 48 ชั่วโมง ซ้อนลำไยขึ้น ต้มน้ำ

เชื่อมให้เดือด เติมน้ำตาลทราย ปรับความเข้มข้นให้ได้ 40 องศาบริกซ์ ต้มเดือด นำเนื้อลำไยลงแช่ไว้ที่อุณหภูมิห้อง 48 ชั่วโมง ซ้อนขึ้นต้มน้ำเชื่อมให้เดือด เติมน้ำตาล ปรับความเข้มข้น ให้ได้ 45 องศาบริกซ์ แบ่งออกเป็น 3 สูตร แต่ละสูตรเติมกรดซิตริกลงไปดังนี้ สูตร 001 เติมกรด 0.1% สูตร 002 เติมกรด 0.1% สูตร 003 เติมกรด 0.3% เอาลำไยลงแช่ไว้ 24 ชั่วโมง ซ้อนขึ้น ปลอຍให้สะเด็ด นำไปอบให้แห้ง

4. วิธีการอบ

นำเนื้อลำไยย้อมสีแช่อบแห้งที่ได้มาจุ่มในน้ำเดือด เพื่อชะล้างน้ำเชื่อมที่ติดมากับผิวออก นำมาเรียงบนตะแกรงโปร่ง นำเข้าตู้อบลมร้อน ขนาด $1.3 \times 0.87 \times 0.5$ เมตร ความเร็วลม 11 กิโลเมตร / ชั่วโมง อุณหภูมิ 60°C ตลอด

5. การวิเคราะห์

เนื้อลำไยย้อมสีแช่อบแห้งที่ได้ ถูกนำมาวิเคราะห์หาปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (AOAC 1990) ปริมาณน้ำตาล (Lane and Eynon) ปริมาณเกลือ (AOAC 1990) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (hand refractometer) pH (pH meter) ปริมาณซอร์เบท (AOAC 1990) ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (AOAC 1990) Aw (AOAC 1990) ความแน่นเนื้อ (Instron) และสัดส่วนการคืนรูป

6. การประเมินค่าทางประสาทสัมผัส

เนื้อลำไยย้อมสีแช่อบแห้งทั้ง 3 สูตรถูกนำเสนอให้ผู้ชิม ชิมพร้อมกันในลักษณะปกปิดด้วยวิธี scoring และให้ผู้ชิมเลือกสูตรที่ผู้ชิมชอบใจมากที่สุด หรือไม่ชอบ หรือชอบเท่ากัน ในด้าน สี รสชาติ ลักษณะสัมผัส และลักษณะการยอมรับโดยรวม นำผลการทดสอบมาคิดเป็นคะแนนโดยชอบมากที่สุด = 1 คะแนน ชอบเท่ากัน = 0.5 คะแนน ไม่ชอบ = 0 คะแนน ผลรวมคะแนนนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ ANOVA

7. การศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการอบที่เหมาะสม

ทำการทดลองอบเนื้อลำไยย้อมสีแช่อบแห้งที่ทำจากลำไยสด และลำไยที่ผ่านการดองในสารละลายเก็บที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 30 วัน ในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60°C โดยใช้ความเร็วลม 11 กิโลเมตร / ชั่วโมง และความเร็วลม 1.56 กิโลเมตร / ชั่วโมง โดยทำการชั่งน้ำหนักของ

ลำไยในระหว่างการอบ คำนวณน้ำหนักที่ซึ่งได้นำมาคำนวณค่า Weight Reduction เพื่อนำมา สร้างกราฟการอบแห้ง (Drying curve)

$$\% \text{ weight reduction} = \frac{\text{น้ำหนักลำไยก่อนอบ} - \text{น้ำหนักลำไย ณ เวลาวัด}}{\text{น้ำหนักลำไยก่อนอบ}} \times 100$$

4.2.4 การพัฒนาวิธีการทำลำไยเชื่อมย้อมสี

1. วิธีการทำลำไยเชื่อมย้อมสี

นำลำไยที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 30 วัน ในสารละลายที่มี แคลเซียมคลอไรด์ 1.5% กรดซิตริก 0.25% โปแตสเซียมซอร์เบท 0.1% และโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 0.15% มาล้างน้ำ 2 น้ำ คำนวณเอาเมล็ดออกด้วยคัตเตอร์หรือมีดคว้าน แกะเปลือก แช่เนื้อลำไยในน้ำ ½ ชั่วโมง แช่กรดซิตริก 0.1% ½ ชั่วโมง อัตราส่วนน้ำ : เนื้อลำไย 1:1 เพื่อให้เนื้อลำไยมีสีใสขึ้น นำเนื้อลำไยมาเชื่อมสี วิธีการเหมือนวิธีย้อมสีของเนื้อลำไยย้อมสีแช่จุ่มอบแห้ง จากนั้นนำมาต้มในน้ำเชื่อมความหวาน 40 องศาบริกส์ ที่มีกรดซิตริก 0.1% 7 นาที แช่ต่อที่อุณหภูมิห้อง 48 ชั่วโมง ซ้อนลำไยขึ้น นำน้ำเชื่อมมาต้มเดือด เติมน้ำตาลทรายขาวลงไปจนวัดความเข้มข้นได้ 40 องศาบริกส์ ต้มเดือด เอาลำไยลงแช่ แช่ไว้ที่อุณหภูมิห้อง 48 ชั่วโมง ซ้อนลำไยขึ้น ต้มน้ำเชื่อมปรับความหวานโดยการเติมน้ำตาลทรายขาวจนวัดความเข้มข้นได้ 45 องศาบริกส์ ต้มเดือด เอาลำไยลงแช่ แช่ไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง ซ้อนลำไยขึ้น ต้มน้ำเชื่อมปรับความหวานโดยการเติมน้ำตาลทรายขาวจนวัดความเข้มข้นได้ 50 องศาบริกส์ เติมน้ำเชื่อมลงไปอีก 16% ของน้ำเชื่อม ต้มเดือด เอาลำไยลงแช่ไว้ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง วันรุ่งขึ้นซ้อนลำไยขึ้น ต้มน้ำเชื่อมปรับความหวานให้ได้ 55 องศาบริกส์ เอาลำไยลงแช่ไว้ 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ซ้อนลำไยขึ้น ต้มน้ำเชื่อมปรับความหวานให้ได้ 55 องศาบริกส์ เติมน้ำเชื่อมลงไปอีก จนวัดความเข้มข้นของน้ำเชื่อมได้ 65 องศาบริกส์ แช่ลำไยไว้ 24 ชั่วโมง ซ้อนลำไยขึ้น นำมาบรรจุขวด

การเตรียมน้ำเชื่อมสำหรับบรรจุ นำน้ำเชื่อมที่ใช้แช่ส้มมาต้มเดือด เติมน้ำตาลให้ได้ 60 องศาบริกส์ เติมกรดซิตริก 0.1% และโซเดียมเบนโซเอท 0.1% ลงไป กรองด้วยผ้าขาวบาง

การบรรจุขวด นำขวดมาล้างและต้มในน้ำเดือดอย่างน้อย 5 นาที นำมาบรรจุเนื้อลำไยเชื่อมย้อมสีจนเต็มขวด เทน้ำเชื่อมลงไปจนเต็ม ปิดฝาขวดให้แน่น ได้ลำไยเชื่อมย้อมสี

ถ้าต้องการทำเป็นลำไยเชื่อมย้อมสีกึ่งแห้ง ให้นำมาจุ่มในน้ำเดือดและอบที่ 60°C ประมาณ 4-5 ชั่วโมง

2. การวิเคราะห์

เนื้อลำไยเชื่อมย้อมสี นำมาวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพเช่นเดียวกับเนื้อลำไยย้อมสีแช่อบแห้ง และเปรียบเทียบกับผลเชอร์รี่เชื่อมย้อมสี

3. การประเมินค่าทางประสาทสัมผัส

เนื้อลำไยเชื่อมย้อมสีที่ทำจากลำไยที่ผ่านการเก็บในสารละลายอย่างน้อย 30 วันที่อุณหภูมิห้อง ถูกนำมาประเมินค่าทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Descriptive Analysis with Scaling ตามแบบทดสอบ โดยใช้ผู้ชิมที่คุ้นเคยกับผลไม้เชื่อมย้อมสี ชิมตัวอย่างและขีดเส้นแบ่งสเกลพร้อมระบุหมายเลขตัวอย่างไว้ ผู้ชิมทุกคนจะได้รับตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง ในลักษณะปกปิดพร้อมกัน โดย 1 ตัวอย่างเป็นผลเชอร์รี่เชื่อมย้อมสี

4.3 การพัฒนาวิธีการเก็บรักษาโดยการอบ วิธีการอบลำไยแกะเนื้อและลำไยอบทั้งเปลือกที่เหมาะสมในเชิงพาณิชย์

1. การพัฒนาวิธีการเก็บโดยการอบให้เหมาะสมในเชิงพาณิชย์

เนื่องจากวิธีการเตรียมลำไย ซึ่งต้องผ่านการลวกน้ำเดือดและแช่สารละลายโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ไม่สะดวกในการแปรรูปเชิงพาณิชย์ จึงได้ปรับวิธีการเตรียมใหม่ ด้วยการนำลำไยมาล้าง คัดเอาผลเน่า ผลแตก แมลงกัดเจาะออก ทดลองอบดังนี้

- ตู้อบลมร้อนความเร็วลม 11 กิโลเมตร/ชม. อุณหภูมิ 80°C 12 ชั่วโมง และ 70°C 11 ชั่วโมงติดต่อกัน รวมทั้งหมด 23 ชั่วโมง
- ตู้อบลมร้อนความเร็วลม 1.5 กิโลเมตร/ชม. อุณหภูมิ 70 °C 4 ชั่วโมง อุณหภูมิ 80 °C 14 ชั่วโมง และ 70 °C 6 ชั่วโมงติดต่อกัน รวมทั้งหมด 24 ชั่วโมง

ให้ชั่งน้ำหนักลำไยในระหว่างการอบ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างกราฟการทำแห้ง เมื่อครบตามกำหนด นำออกจากเตา ใช้พัดลมเป่าให้เย็น บรรจุถุง HDPE ชั้น 2 ชั้น และใส่ถุงบรรจุสารดูดความชื้น (ซิลิกาเจล) ลงไปด้วย ในอัตราส่วนลำไย : สารดูดความชื้น 1 กิโลกรัม : 10 กรัม ถุงบรรจุซิลิกาเจลทำด้วยกระดาษสาเพื่อให้ความชื้นผ่านเข้าออกได้ดี การวางถุงบรรจุซิลิกาเจลควรวางกระจายให้ทั่วถุง

2. การพัฒนาวิธีการอบลำไยแกะเนื้อ และลำไยทั้งเปลือก

ลำไยที่ผ่านการเก็บรักษาในข้อ 1 ถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1: นำมาแกะเอาแต่เนื้อลำไยด้วยมีด นำเนื้อลำไยไปผ่านการรมควันกัมมะดัน เนื้อลำไย 2 กิโลกรัม : กัมมะดัน 1 กรัม เป็นเวลา 15 นาที เพื่อลดการปนเปื้อนที่ติดมาระหว่างการแกะเนื้อ นำเนื้อลำไยที่ได้ไปอบต่อจนแห้งในตู้อบลมร้อน ความเร็วลม 11 กิโลเมตร / ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมงติดต่อกัน

ส่วนที่ 2: นำลำไยทั้งเปลือกมาอบต่อในตู้อบลมร้อน ความเร็วลม 11 กิโลเมตร / ชั่วโมง อุณหภูมิ 80°C 2 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 70°C 10 ชั่วโมง รวมทั้งหมดเป็นเวลา 14 ชั่วโมงติดต่อกันจนแห้ง

3. การวิเคราะห์

นำเนื้อลำไยแกะเนื้อ และลำไยอบแห้งทั้งเปลือกมาวิเคราะห์ทางเคมี และทางกายภาพ เช่นเดียวกับเนื้อลำไยย้อมสีและหมักอบแห้ง

ตอนที่ 5 : การศึกษาเพื่อหาวิธีการเก็บรักษาคุณภาพของเนื้อลำไยอบแห้งให้มีสีเปลี่ยนไปจากเดิมน้อยที่สุดในช่วงเวลาเก็บ 6 เดือน

5.1 การศึกษาวิธีการเก็บ

ในการศึกษาได้ทำการทดลองเก็บที่อุณหภูมิห้อง 25-30 °C และที่อุณหภูมิตู้เย็น 2-5 °C ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาวิธีการเก็บ มี 3 ผลลัพธ์ คือ

1. เนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยสดผ่านการแช่สารละลายโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 3000 ppm 5 นาที นำไปอบในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ความเร็วลม 1.56 กิโลเมตร/ชั่วโมง ตามวิธี รัตนา 2533
2. เนื้อลำไยย้อมสีและหมักอบแห้ง ที่ทำจากลำไยที่ผ่านการเก็บรักษาในสารละลายสูตร 021 เป็นเวลา 1 เดือน

3. ลำโพงและเนื้ออบแห้งที่ทำจากลำโพงทั้งเปลือก 24 ชั่วโมง เก็บไว้ 1 เดือน
นำมาแกะเอาแต่เนื้อ

ภาชนะบรรจุที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ คัดเลือกเฉพาะภาชนะบรรจุที่สามารถหาซื้อ
ได้ง่ายในท้องตลาด ได้แก่

1. ถุงเย็นบาง LDPE (polyethylene, low density) ความหนาของแผ่นฟิล์ม = 0.043 ± 0.002 มม.
2. ถุงเย็นหนา HDPE (polyethylene, high density) ความหนาของแผ่นฟิล์ม = 0.031 ± 0.005 มม.
3. ถุงร้อน PP (polypropylene) ความหนาของแผ่นฟิล์ม = 0.082 ± 0.005 มม.
4. ถุงแก้ว OPP (oriented polypropylene) ความหนาของแผ่นฟิล์ม = 0.054 ± 0.001 มม.
5. ถุงเคลือบอลูมิเนียม (Al/PE) ความหนาของแผ่นฟิล์ม = 0.085 ± 0.003 มม.
6. ถุงสุญญากาศ (Nylon/PE) ความหนาของแผ่นฟิล์ม = 0.073 ± 0.003 มม.

ในครั้งนี้ได้กำหนดวิธีการเก็บ แยกตามผลิตภัณฑ์ ดังตาราง 3.4

ตารางที่ 3.4 แผนการเก็บรักษาสลิตภัณฑ์ลำโพงแห้ง

ชนิดของผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิที่เก็บรักษา 25-30°C					อุณหภูมิที่เก็บรักษา 2-5°C			
	ชนิดของบรรจุภัณฑ์					ชนิดของบรรจุภัณฑ์			
เนื้อลำโพงแห้ง (ควบคุม)	OPP	PP	LDPE ใน กล่อง กระดาษ	HDPE		OPP	PP	HDPE	
ลำโพงย้อมสีแช่อบแห้ง	OPP	PP	LDPE ใน กล่อง กระดาษ	HDPE	Al/PE	OPP	PP	HDPE	
ลำโพงและเนื้ออบแห้ง	ถุงสุญญากาศ+ สารดูด ออกซิเจน 1 กรัม		ถุงร้อน+ สารดูด ออกซิเจน 1 กรัม	ถุงเคลือบ Al/PE+สารดูด ออกซิเจน 1 กรัม					

5.2 การวิเคราะห์คุณภาพ:

ทำการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลำไยมาตรวจสอบทุกเดือนติดต่อกัน 6 เดือน และหลังจากเก็บ ครบ 12 เดือน ทำการทดลอง 2 ครั้ง โดยทำการตรวจวิเคราะห์ดังนี้

1. การวิเคราะห์ทางกายภาพ ตรวจวัดสี (Hunter) ความชื้น (hot air oven, AOAC1990) และ Aw (AOAC1990)
2. การทดสอบประสาทสัมผัส ทำการทดสอบความพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลำไยหลังเก็บครบ 12 เดือน ด้วยวิธี hedonic ด้วยการนำเสนอตัวอย่างเฉพาะที่มีค่าเปลี่ยนแปลงน้อย มาให้ผู้ชิมชิม และให้ผู้ชิม ชิมให้คะแนนตามความพอใจที่มีต่อคุณลักษณะในด้าน สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และลักษณะโดยรวม โดยใช้สเกล 1-7 คะแนน

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตอนที่ 1 : ผลการศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บลำไยสดให้ได้ยาวนาน 30 วัน เพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นเนื้อลำไยอบแห้ง

1.1 วิธีการยืดอายุการเก็บลำไยสดที่อุณหภูมิห้อง (25 – 30°ซ)

จากการพิจารณาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของลำไยระหว่างการเก็บรักษาทั้ง 9 วิธี พบว่าวิธี 201 และ 401 ไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน 30 วัน ส่วนวิธีอื่นที่เหลือสามารถเก็บได้ทุกวิธี ถ้าพิจารณาคุณภาพของเนื้อลำไยและสีลำไย จะเห็นได้ว่า วิธี 101 นั้น เนื้อลำไยมีลักษณะนิ่มยุ่ยมาก อีกทั้งสีเหลืองคล้ำอมเทา ลักษณะดังกล่าวไม่เหมาะสมจึงคัดออก ส่วนวิธีอื่นพบว่า วิธี 011 และ 021 มีสีใกล้เคียงกัน คือ มีสีเนื้อขาวช่วนอมเหลืองปนน้ำตาลเล็กน้อย ส่วนวิธี 061 081 083 สีเนื้อดูใสมากกว่าแต่มีสีเหลืองน้ำตาลอมเทา ซึ่งสอดคล้องกับค่าสี L a b ของเนื้อลำไย ดังตารางที่ 4.1 และ 4.2 เช่นเดียวกับลักษณะเนื้อสัมผัส (วัดแรงตัด) ของลำไยที่ผ่านการเก็บแต่ละวิธี จะเห็นได้ว่าเนื้อลำไยที่ผ่านการดองในสารละลายที่มีแคลเซียมคลอไรด์จะให้ลักษณะของเนื้อที่กรอบกว่าลำไยสด (ที่ไม่ผ่านการดอง) และปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ที่ใช้ที่ความเข้มข้น 1% จะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่กรอบกว่า ที่มีปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ 1.5 - 2% ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะที่สังเกตได้ด้วยตา คือ ที่มีแคลเซียมคลอไรด์สูง 2% คือ วิธี 061 081 และ 083 นั้นจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกัน คือ มีลักษณะเนื้อออกเหนียวเล็กน้อย ซึ่งต่างจาก 021 ซึ่งมีลักษณะเนื้อแน่น แต่กรอบน้อยกว่า 011 และ 011 เนื้อสัมผัสค่อนข้างกรอบสำหรับวิธีเก็บ 051 นั้นใช้วิธีต่างออกไป คือ ใช้ความร้อนเพื่อระเหยแยกเอาน้ำในผลลำไยออกไปส่วนหนึ่ง เป็นการทำให้ Aw และความชื้นในเนื้อลำไยลดลง ความร้อนที่ใช้จึงเป็นตัวทำให้สีและลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อลำไยแตกต่างจากวิธีการเก็บอื่นๆ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนื้อลำไยในระหว่างการยืดอายุการเก็บทุก 10 วัน เป็นเวลาติดต่อกัน 30 วัน ที่อุณหภูมิ 25-30°ซ พบว่าปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก ปริมาณเกลือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เพิ่มขึ้น ขณะที่ค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดลดลง ในทุกวิธีการเก็บ ดังตาราง 4.3 4.4 4.5 4.6 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ ส่วนปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีปริมาณน้อยมากจนตรวจวิเคราะห์ไม่พบในทุกวิธี ทั้งนี้เนื่องจาก ปริมาณโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ที่เติมในแต่ละวิธีเก็บนั้น ใช้ในปริมาณต่ำ คือ 500-1500 ppm ซึ่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะได้ประมาณ 250-750 ppm ในระหว่างการเก็บซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ถูกใช้ไปในการฟอกสีเปลือกและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้

ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เหลือน้อยลงมาก ก่อนถูกดูดซึมเข้าไปในเนื้อ สามารถสังเกตได้จากสีของเปลือกและสารละลาย โดยจะมีสีเหลือง หลังดองไว้ 1 – 2 วัน

ตารางที่ 4.1 ผลการคัดอายุการเก็บลำไยสดที่อุณหภูมิห้อง (25 - 30°ซ)

วิธีการเก็บรักษา (รหัสหมายเลข)	ระยะเวลาที่ เก็บได้ (วัน)	ลักษณะทั่วไป หลังการเก็บ	ลักษณะผลลำไย หลังการเก็บ	ลักษณะ สารละลายหลังการเก็บ
101	30	ปกติ	เปลือกสีเหลืองน้ำตาลเนื้อนิ่มยุ่ย สี เนื้อเหลืองคล้ำ ปนสีเทาๆบ้าง	สีเหลืองน้ำตาลใส
201	20	มีการ ferment และ เชื้อราขึ้นในบางถุง	เปลือกสีน้ำตาลคล้ำเนื้อคล้ำมาก ออกดำๆ ลักษณะเนื้อนิ่มและ	สีน้ำตาลขุ่น
011	30	ปกติยกเว้นถุงที่ ลำไยลอยเหนือสาร ละลายจะเน่าเสีย น้ำหนักหายไป 7% - 10%	เปลือกสีน้ำตาลเหลือง เนื้อขาว ออกเหลืองอ่อนปนน้ำตาลเล็กน้อย เนื้อกรอบกว่าลำไยสด	สีเหลืองอ่อนขุ่น แต่ใส กว่าเบอร์ 021 เล็กน้อย
021	30	ปกติ น้ำหนักหายไป 5% - 10%	เปลือกสีน้ำตาลเหลือง เนื้อขาวปน เหลืองอ่อน และมีสีเหลืองอมน้ำ ตาลอ่อนๆปนเล็กน้อย เนื้อปกติ กรอบแต่นิ่มกว่า 011	สีเหลืองอ่อน ขุ่น
061	30	ปกติ น้ำหนักหายไป 2.5% - 10%	เปลือกสีน้ำตาลส้ม เนื้อสีเหลืองน้ำตาล อมเทา เนื้อปกติค่อนข้างแน่น ออกเหนียว	สีน้ำตาลส้ม ใส
081	30	ปกติ น้ำหนักหายไป 9.5% - 15%	เปลือกสีน้ำตาลส้มแต่สีสว่างกว่า 061 เนื้อสีเหลืองน้ำตาลอมเทา อ่อนกว่า 061 เนื้อปกติค่อนข้างแน่น ออกเหนียวมากกว่า 061	สีน้ำตาลส้มขุ่น
083	30	ปกติ น้ำหนักหายไป 10% - 15%	เปลือกมีสีเหลืองน้ำตาลและมีสีส้ม น้ำตาลกระจายเป็นแห่งๆ สีเปลือก สวยมาก เนื้อมีสีเหลืองน้ำตาลอม เทา ลักษณะเนื้อปกติ ค่อนข้างแน่น ออกเหนียวใกล้เคียง 081	สีส้มออกน้ำตาลใส

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการยืดอายุการเก็บลำไยสดที่อุณหภูมิห้อง (25 - 30°ซ)

วิธีการเก็บรักษา (รหัสหมายเลข)	ระยะเวลาที่ เก็บได้ (วัน)	ลักษณะทั่วไป หลังการเก็บ	ลักษณะผลลำไย หลังการเก็บ	ลักษณะ สารละลายหลังการ เก็บ
041	7	มีการ ferment เกิดขึ้น	ลักษณะเนื้อขาวขุ่น-เขียวมี ฟอง	เก็บลักษณะแห้ง
051	30	ปกติ แต่ที่ก้นถุง เริ่มมีเชื้อราขึ้น บ้างเล็กน้อย เพราะไม่มีถุง บรรจุสารดูด ความชื้นทางด้าน ก้นถุง	เปลือกสีน้ำตาลเหมือนลำไยอบ แห้งทั้งเปลือก แต่เปลือกจะนิ่ม กว่า เนื้อมีสีน้ำตาลแดง และ แห้งหมาดๆ	เก็บลักษณะแห้ง

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสีและลักษณะเนื้อสัมผัสของลำไยหลังการเก็บรักษาในสารละลายที่
อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน

สารละลายที่ใช้	สีของเนื้อลำไยหลังการเก็บ 30 วัน			ลักษณะเนื้อสัมผัส (นิวตัน)
	L	a	B	
011	52.63 ± 5.0743	0.49 ± 1.5044	7.07 ± 5.1103	9.3106 ± 2.8989
021	53.72 ± 7.0817	0.79 ± 1.6313	6.59 ± 2.0888	8.7993 ± 2.2203
061	44.01 ± 0.7995	1.55 ± 1.4759	9.85 ± 2.1392	8.7651 ± 2.7957
081	50.11 ± 4.4526	1.1 ± 0.7775	5.54 ± 2.1879	8.1941 ± 3.3628
เนื้อลำไยสด	41.5 ± 1.8000	2.6 ± 1.400	4.2 ± 1.0600	6.91 ± 1.6066

หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษาทุก 10 วัน ที่อุณหภูมิ 25 – 30°C และอุณหภูมิ 2 – 5°C (ในถุงพลาสติก)

% ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก ของลำไยสด	รหัสทดลอง	% ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก ของลำไยสดระหว่างเก็บที่อุณหภูมิ 25 – 30°C		
		10 วัน	20 วัน	30 วัน
0.085 ± 0.0070	011	0.0885 ± 0.0070	0.1500 ± 0.0424	0.3350 ± 0.0212
0.085 ± 0.0070	021	0.0900 ± 0.0000	0.1300 ± 0.0424	0.2550 ± 0.0070
0.085 ± 0.0070	061	0.1000 ± 0.0707	0.2150 ± 0.0070	0.2350 ± 0.0353
0.085 ± 0.0070	081	0.0950 ± 0.0000	0.1750 ± 0.0070	0.2550 ± 0.0353
0.085 ± 0.0070	083	0.1150 ± 0.0070	0.1750 ± 0.0070	0.3050 ± 0.0070
0.5250 ± 0.0353	051	0.5800 ± 0.0707	0.6200 ± 0.0565	0.7250 ± 0.0212
(หลังอบ 24 ชั่วโมง)	รหัสทดลอง	% ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก ของลำไยสดในระหว่างเก็บที่อุณหภูมิ 2 – 5°C		
		10 วัน	20 วัน	30 วัน
	012	0.0900 ± 0.0000	0.0950 ± 0.0070	0.1300 ± 0.0141
	022	0.0800 ± 0.0141	0.0950 ± 0.0070	0.1000 ± 0.0282
	031	0.0850 ± 0.0070	0.0800 ± 0.0141	0.0700 ± 0.0000
	032	0.0800 ± 0.0000	0.0800 ± 0.0000	0.0700 ± 0.0000
	007	0.0800 ± 0.0000	0.0800 ± 0.0000	0.0700 ± 0.0000

หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือ(โซเดียมคลอไรด์)ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษาทุก 10 วัน ที่อุณหภูมิ 25 – 30°C และอุณหภูมิ 2 – 5°C

% เกลือของเนื้อลำไยสด	รหัสทดลอง	% ปริมาณเกลือของเนื้อลำไยสดในระหว่างเก็บ ที่อุณหภูมิ 25 – 30°C		
		10 วัน	20 วัน	30 วัน
0.035 ± 0.0070	011	0.1300 ± 0.0707	0.2700 ± 0.0141	0.4050 ± 0.0070
0.035 ± 0.0070	061	0.1750 ± 0.0070	0.4850 ± 0.0495	0.7450 ± 0.0495
0.040 ± 0.0000	081	0.0750 ± 0.0070	0.2500 ± 0.0565	0.3250 ± 0.0070
0.040 ± 0.0000	083	0.1450 ± 0.0070	0.2950 ± 0.0070	0.3050 ± 0.0070
0.040 ± 0.0000	รหัสทดลอง	% ปริมาณเกลือของเนื้อลำไยสดในระหว่างเก็บ ที่อุณหภูมิ 2 – 5°C		
		10 วัน	20 วัน	30 วัน
	012	0.0350 ± 0.0070	0.1000 ± 0.0141	0.1100 ± 0.0141

หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษาทุก 10 วัน ที่อุณหภูมิ 25 – 30°C และอุณหภูมิ 2 – 5°C

ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทของเนื้อลำไยสด (ppm)	รหัสทดลอง	ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทของเนื้อลำไยสดระหว่างเก็บที่อุณหภูมิ 25 – 30°C		
		10 วัน	20 วัน	30 วัน
0	011	587.6667 ± 219.1445	624.6667 ± 220.5841	603.0000 ± 298.7892
0	021	579.0000 ± 237.4616	631.0000 ± 221.7228	678.0000 ± 175.8607
0	061	730.0000 ± 14.1421	842.5000 ± 10.6066	972.5000 ± 17.6777
0	081	653.0000 ± 89.0955	716.5000 ± 174.6554	770.0000 ± 197.9899
0	083	640.0000 ± 113.1371	690.0000 ± 183.8478	852.5000 ± 187.3833
0	รหัสทดลอง	ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทของเนื้อลำไยสดระหว่างเก็บ ที่อุณหภูมิ 2 – 5°C		
		10 วัน	20 วัน	30 วัน
	012	135.0000 ± 7.0711	315.0000 ± 7.0711	325.0000 ± 7.0711
0	022	125.0000 ± 7.0711	265.0000 ± 7.0711	442.5000 ± 10.6066

หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณ Reducing Sugar ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษาทุก
10 วัน ที่อุณหภูมิ 25 – 30°C และอุณหภูมิ 2 – 5°C

ปริมาณ Reducing Sugar ของเนื้อลำไยสด	รหัส ทดลอง	% Reducing Sugar ของเนื้อลำไยสดระหว่างเก็บที่อุณหภูมิ 25 – 30°C		
		10 วัน	20 วัน	30 วัน
5.2567 ± 0.1626	011	6.8500 ± 0.2107	7.8533 ± 0.1582	8.2700 ± 0.1058
5.2567 ± 0.1626	021	6.6367 ± 0.1436	7.3933 ± 0.0404	7.9267 ± 0.2219
5.2900 ± 0.1556	061	7.2500 ± 0.0707	9.4800 ± 0.1131	9.7900 ± 0.3818
5.2900 ± 0.1556	081	7.3700 ± 0.0989	9.5200 ± 0.1697	9.6500 ± 0.3111
5.2900 ± 0.1556	083	6.7300 ± 0.0989	7.6700 ± 0.1273	8.4000 ± 0.1414
22.0500 ± 0.5657	051	23.7500 ± 0.6930	24.6500 ± 0.5233	25.0500 ± 0.0565
(หลังอบ 24 ชั่วโมง)	รหัส	% Reducing Sugar ของเนื้อลำไยสดระหว่างเก็บ ที่อุณหภูมิ 2 – 5°C		
	ทดลอง	10 วัน	20 วัน	30 วัน
5.2400 ± 0.2263	012	5.5300 ± 0.1273	5.4400 ± 0.0565	5.5200 ± 0.1131
5.2400 ± 0.2263	022	5.6500 ± 0.0707	5.5300 ± 0.0989	6.0700 ± 0.0424
5.1000 ± 0.0282	031	4.9200 ± 0.1131	4.8500 ± 0.0424	4.3300 ± 0.0989
(หลังแช่ KMS)				
5.0500 ± 0.0700	032	4.9100 ± 0.0100	4.7800 ± 0.0800	4.2400 ± 0.0300
(หลังแช่ KMS)				
5.44 ± 0.0577	007	5.4000 ± 0.0000	5.2000 ± 0.0707	5.0300 ± 0.5798
(หลังรมควันก่อนเก็บ)				

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษาทุก 10 วัน ที่อุณหภูมิ
25 – 30°ซ และอุณหภูมิ 2 – 5°ซ (ในถุงพลาสติก)

ค่า pH ของเนื้อลำไยสด	รหัส ทดลอง	ค่า pH ของเนื้อลำไยสดในระหว่างเก็บ ที่อุณหภูมิ 25 – 30°ซ		
		10 วัน	20 วัน	30 วัน
6.42	011	6.33	5.37	4.54
6.42	021	6.38	5.70	4.88
6.37	061	5.86	4.89	4.89
6.37	081	6.05	5.30	4.94
6.37	083	5.80	5.58	5.24
6.31	051	6.16	5.80	5.69
(หลังอบ 24 ชั่วโมง)		ค่า pH ของเนื้อลำไยสดในระหว่างเก็บ ที่อุณหภูมิ 2 – 5°ซ		
	รหัส ทดลอง	10 วัน	20 วัน	30 วัน
สด 6.42	012	6.48	6.41	6.39
สด 6.42	022	6.54	6.39	6.36
หลังแช่ KMS 6.20	031	6.71	6.80	6.86
หลังแช่ KMS 6.19	032	6.73	6.79	6.87
หลังรมควัน 6.49	007	6.56	6.69	6.91

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษาทุก 10 วัน ที่อุณหภูมิ 25 – 30°C และอุณหภูมิ 2 – 5°C

brix ของเนื้อลำไยสด	รหัสทดลอง	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเนื้อลำไยสดในระหว่างเก็บ ที่อุณหภูมิ 25 – 30°C (°brix)		
		10 วัน	20 วัน	30 วัน
19	011	16.0	14.4	11.7
19	021	15.6	14.8	11.9
19	061	16.8	15.8	14.0
19	081	17.2	14.4	13.0
19	083	16.5	13.6	13.3
66.5 (หลังอบ 24 ชั่วโมง)	051	66.0	64.0	63.0
	รหัสทดลอง	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเนื้อลำไยสดในระหว่างเก็บ ที่อุณหภูมิ 2 – 5°C (°brix)		
		10 วัน	20 วัน	30 วัน
19	012	17.0	18.2	18.0
19	022	18.4	18.2	17.0
หลังแช่ KMS 18.5	031	18.2	18.0	18.0
หลังแช่ KMS 18.4	032	18.4	18.0	17.5
หลังรมควัน 18.8	007	18.6	18.0	17.6

1.2 วิธีการยืดอายุการเก็บลำไยสดที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 – 5°C)

จากการพิจารณาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของลำไยสดระหว่างการเก็บรักษาทั้ง 6 วิธี พบว่า วิธีเก็บ 042 ไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน 30 วัน จึงคัดออก ส่วนวิธีอื่นที่เหลือสามารถเก็บได้ทุกวิธี ในด้านสีและลักษณะเนื้อสัมผัส จะเห็นได้ว่า เก็บทุกวิธียังคงสภาพของสีเนื้อลำไยและลักษณะเนื้อสัมผัสได้ใกล้เคียงกับลำไยสด ยกเว้น วิธีเก็บ 012 ที่สีเนื้อลำไยออกเหลืองเล็กน้อย เช่นเดียวกับลักษณะเนื้อสัมผัส ทุกวิธีใกล้เคียงกับลำไยสด ยกเว้น 007 ที่นิ่มกว่าของสด และ 012 กับ 022 ที่กรอบและเหนียวเล็กน้อย ดังตารางที่ 3.9 ในด้านสีเปลือกลำไยหลังเก็บจะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยวิธี 031 และ 032 สีเปลือกเป็นสีน้ำตาลเข้ม 007 สีเปลือกเป็นสีน้ำตาลปนเหลือง 012 สีเปลือกเป็นสีน้ำตาล 022 สีเปลือกเป็นสีเหลืองปนน้ำตาลสวยงาม ถ้า

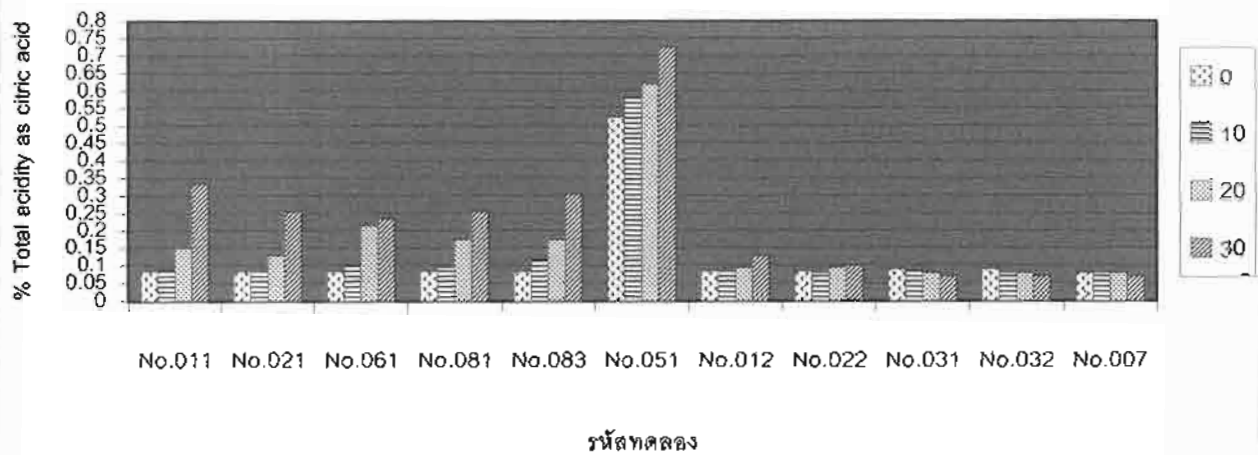
เปรียบเทียบระหว่าง 031 กับ 032 จะเห็นได้ชัดว่าการแช่สารละลายโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์นานขึ้น จะช่วยให้กลิ่นของลำไยที่เก็บดีกว่า

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนื้อลำไย ในระหว่างการยี้ดอายุการเก็บทุกๆ 10 วัน เป็นเวลาติดต่อกัน 30 วัน ที่อุณหภูมิ 2-5°C ดังตาราง 3.1-3.8 พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงในทางเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในรูปกรดซิตริก และปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท ในวิธี 012 และ 022 ปริมาณเกลือในวิธี 012 และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในวิธี 012 และ 022 แต่มีการเปลี่ยนแปลงในทางลดลงของ ค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดซึ่งเหมือนกับผลการวิเคราะห์ใน วิธีเก็บ 011 และ 021 ที่อุณหภูมิ 25-30°C เพียงแต่อัตราการเพิ่มหรือการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน โดยอุณหภูมิห้องอัตราการเปลี่ยนแปลงจะสูงกว่ามาก ดังรูปที่ 4.1 - 4.6 ทั้งนี้เพราะที่มีอุณหภูมิสูง อัตราการออกซิโมซิสจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (Rahman 1990) สำหรับวิธี 031 032 และ 007 นั้น พบว่า ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ทั้งหมด ลดลง และค่า pH เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากขณะที่เก็บรักษาผลลำไย (วิธี 031 032 และ 007) ผลลำไยมีการหายใจ การคายน้ำและการเปลี่ยนแปลง ปฏิกริยาทางเคมีต่างๆ เป็นเหตุให้ปริมาณกรด ปริมาณน้ำตาลลดลง และในที่สุดอุณหภูมิต่ำอัตราการหายใจ การคายน้ำจะช้าลงด้วย (दनัย 2535) ทำให้คุณภาพของลำไยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2-5°C มีคุณภาพใกล้เคียงกับลำไยสด เพียงแต่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ต่ำกว่าของลำไยสด

ตาราง 4.9 ผลการยืดอายุการเก็บลำไยสดที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 – 5 °ซ)

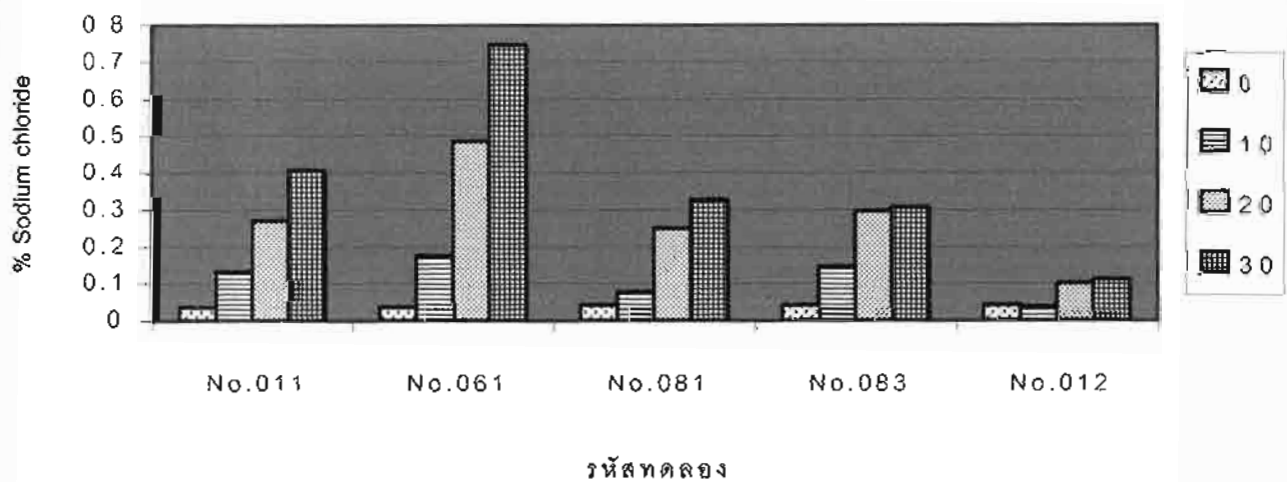
วิธีการเก็บรักษา (รหัสหมายเลข)	ระยะเวลา ที่เก็บได้ (วัน)	ลักษณะทั่วไป หลังการเก็บ	ลักษณะผลลำไยหลังการเก็บ	ลักษณะสาร ละลายหลังการ เก็บ	สีเนื้อ ลำไย
031	30	ปกติ	เปลือกสีน้ำตาลเข้ม เนื้อลำไยขาวไปจน เหลืองอ่อน ลักษณะเนื้อคล้ายลำไยสด กลืนไม่ค่อยหอม	ไม่มี	5y 8.5/4
032	30	ปกติ	เปลือกสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ เนื้อสีขาว คล้ายลำไยสด ลักษณะเนื้อลำไยคล้าย ลำไยสด กลืนไม่ค่อยหอมแต่ดีกว่า 031	ไม่มี	5y 9/2
042	14	มีการferment เกิดขึ้น	เนื้อสีขาวขุ่น มีฟองเกิดขึ้น		
012	30	ปกติ	เปลือกสีน้ำตาลปนน้ำตาลอ่อน เนื้อสี ขาวคล้ายลำไยสดถึงเหลืองอ่อนเล็กน้อย ลักษณะเนื้อกรอบกว่าลำไยสด	สีเหลืองปนน้ำ ตาลใส	5y 9/4
022	30	ปกติ	เปลือกสีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน เนื้อสีขาว คล้ายลำไยสด ลักษณะเนื้อลำไยกรอบ กว่าลำไยสด	สีเหลืองปนน้ำ ตาลใส	5y 9/2
007	30	ปกติ	เปลือกสีน้ำตาลเข้มปนเหลือง เนื้อสีขาว คล้ายลำไยสด ลักษณะเนื้อลำไยนิ่มกว่า ลำไยสดเล็กน้อย	ไม่มี	5y 9/2

% Total acidity as citric acid



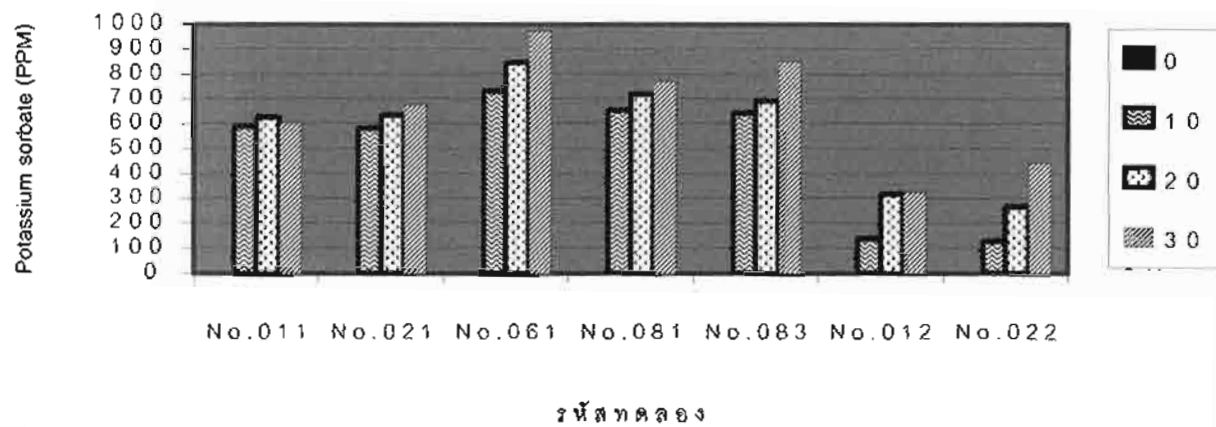
รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งที่ อุณหภูมิห้อง (25-30°C) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°C)

% Sodium chloride



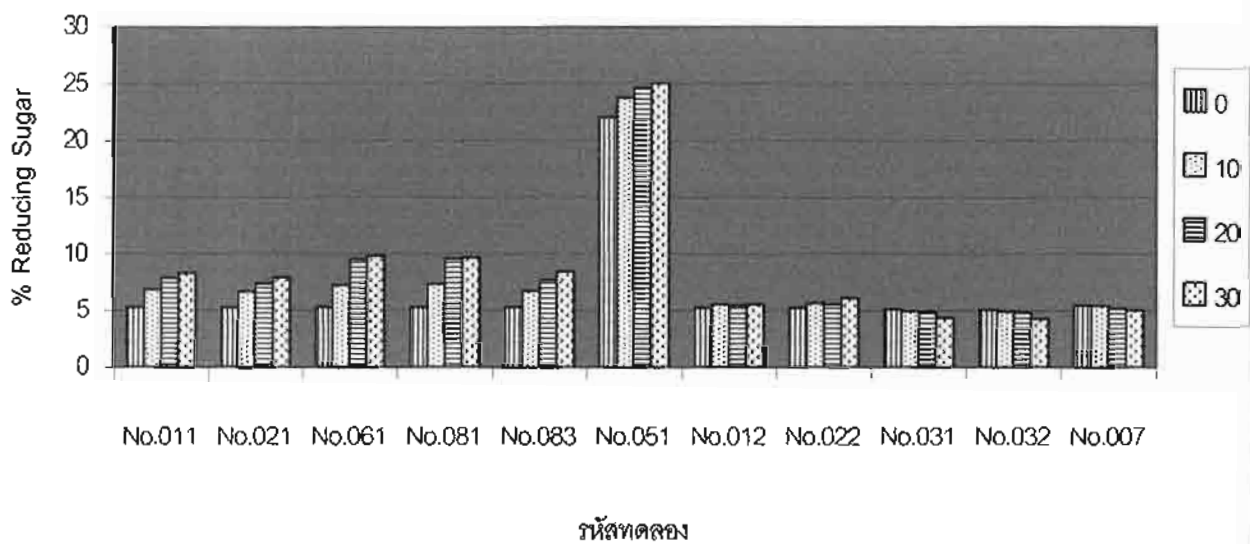
รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งที่ อุณหภูมิห้อง (25-30°C) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°C)

Potassium sorbate (PPM)

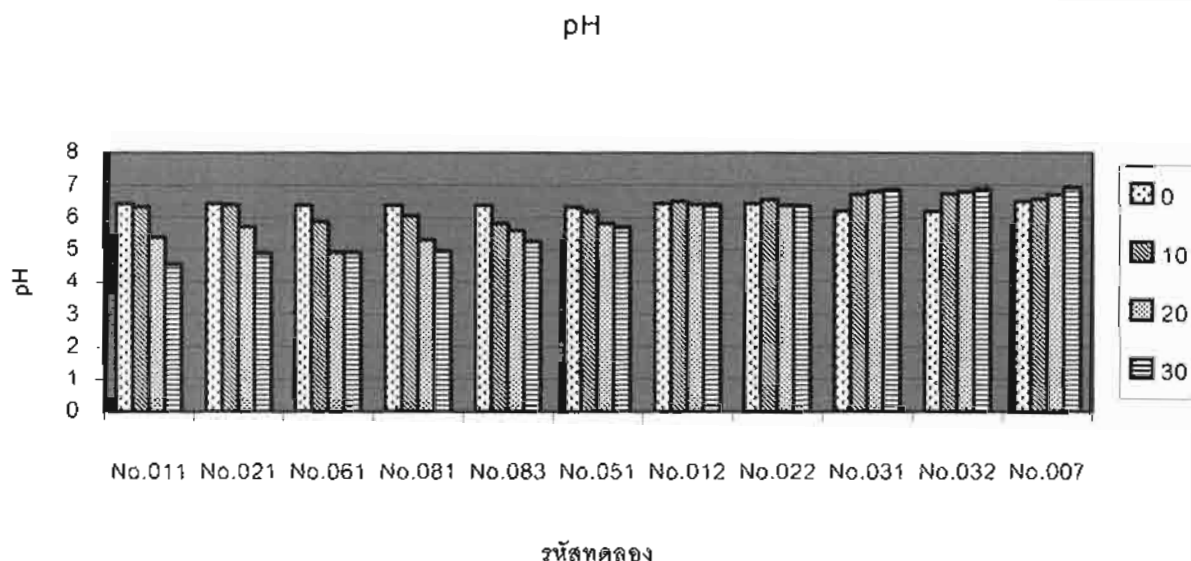


รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบต ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งที่ อุณหภูมิห้อง (25-30°ซ) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°ซ)

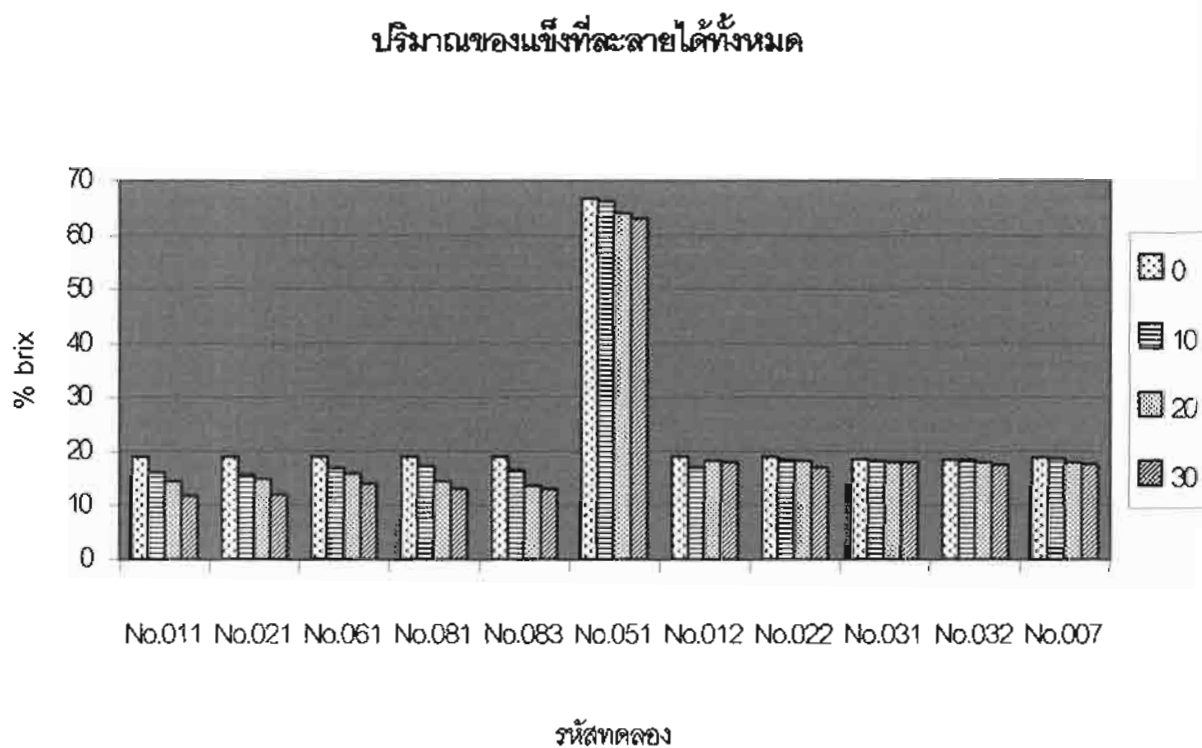
% Reducing Sugar



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งที่ อุณหภูมิห้อง (25-30°ซ) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°ซ)



รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งที่ อุณหภูมิห้อง (25-30°ซ) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°ซ)



รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งที่ อุณหภูมิห้อง (25-30°ซ) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°ซ)

ตอนที่ 2 : การเปรียบเทียบคุณภาพระหว่างเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยสดกับที่ทำจากลำไยที่เก็บรักษาในแต่ละวิธี

2.1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของเนื้อลำไยอบแห้ง

ลำไยสดที่สามารถเก็บได้นาน 30 วัน แต่ละวิธี ถูกนำมาอบเป็นเนื้อลำไยอบแห้ง ตามวิธีของรัตน (2533) และนำมาวิเคราะห์คุณภาพทั้งทางกายภาพและทางเคมี ได้ผลดังตาราง 4.10 และ 4.11

จากตาราง 4.10 และ 4.11 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการระเหยนํ้าออกไปทำให้ปริมาณกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมด ที่มีอยู่ในเนื้อลำไยทุกวิธีมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ทำให้ความแน่นเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย กล่าวคือ เนื้อลำไยอบแห้งมีลักษณะแข็งกว่าเนื้อลำไยสดที่ผ่านวิธีการเก็บ และความแน่นเนื้อมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้น ถ้าความชื้นเหลืออยู่น้อย ความแน่นเนื้อก็จะมาก

ในด้านสี จะเห็นได้ว่า ค่าสี L a และ b ของเนื้อลำไยอบแห้งทุกวิธีเก็บที่อุณหภูมิ 25 - 30°C มีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยสด เป็นเหตุให้สีของเนื้อลำไยอบแห้ง มีสีน้ำตาล ตั้งแต่น้ำตาลส้มไปจนถึงน้ำตาลเข้ม โดยวิธีเก็บ 011 จะให้ค่าสี L a b มากกว่าวิธีเก็บอื่นๆที่อุณหภูมิ 25-30°C รองลงมา คือ วิธี 083 021 081 061 และ 051 ตามลำดับ ขณะที่เนื้อลำไยอบแห้งที่ผ่านวิธีเก็บที่อุณหภูมิ 2-5°C มีค่าสี L เพิ่มขึ้น ค่าสี a และค่าสี b ลดลง เมื่อเทียบกับเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยสด ทำให้สีของเนื้อลำไยอบแห้งมีลักษณะเนื้อใสเท่ากับหรือมากกว่า แต่มีสีเป็นสีน้ำตาลทองไม่เหลืองเท่าที่ทำจากลำไยสด

ในด้าน pH ปริมาณกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณเกลือ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเนื้อลำไยอบแห้งจะแตกต่างกันไปตามวิธีเก็บ ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ อุณหภูมิที่ใช้เก็บ ซึ่งจะเห็นได้จากการเก็บลำไยในสารละลายเดียวกัน อัตราส่วนสารละลาย : ลำไย เท่ากัน ในอุณหภูมิเดียวกัน เพียงแต่นำไปเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน คือ ที่อุณหภูมิ 25-30°C (011) และที่อุณหภูมิ 2-5°C (012) จะให้ผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยที่มีคุณภาพแตกต่างกันอย่างชัดเจน ทั้งนี้เพราะที่อุณหภูมิต่างกันอัตราความเร็วในการออกซิเดชันต่างกันด้วย คือ ที่อุณหภูมิต่ำ อัตราส่วนการออกซิเดชัน และ อัตราการแพร่กระจายจะช้ากว่าที่อุณหภูมิห้อง (Barbosa-Canvas 1996)

ตาราง 4.10 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยสดและลำไยที่ผ่านวิธีการ
ยืดอายุการเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน

คุณลักษณะ	เนื้อลำไยอบ แห้งทำจาก ลำไยสด	เนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยที่ผ่านวิธีเก็บที่อุณหภูมิ 25-30°ซ 30 วัน					
		011	021	051	061	081	083
ปริมาณกรดในรูป	0.5250 ±	1.7200 ±	1.3150 ±	1.0800 ±	1.1400 ±	1.1400 ±	1.6550 ±
กรดซิตริก (%)	0.03536	0.04243	0.6576	0.0141	0.9334	0.7637	0.00707
pH	6.3450 ±	4.5000 ±	4.9250 ±	5.2700 ±	5.0450 ±	5.1100 ±	4.6900 ±
	0.03536	0.09899	0.1061	0.1556	0.7425	0.5091	0.01414
เกลือ (%)	0.0000	1.4050 ±	0.0000	0.0000	2.9050 ±	1.8000 ±	1.6500 ±
		0.1061			0.8415	0.3536	0.4384
โปแตสเซียมซอร์	0.0000	959.5000	974.000 ±	0.0000	1475.00 ±	1467.50 ±	1505.00 ±
เบท (ppm)		± 31.8198	86.2670		734.6839	371.2311	572.7565
ของแข็งที่ละลาย	82.80 ± 2.54	80.00 ±	76.50 ±	80.00 ±	78.50 ±	78.25 ±	79.50 ±
ทั้งหมด (บริกซ์)		0.00	0.19	0.00	4.94	2.47	0.70
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	29.0800 ±	50.2250 ±	50.9750 ±	26.18 ±	54.8500 ±	53.8350 ±	54.950 ±
	1.1597	0.3889	2.1567	0.0282	3.7689	2.6587	0.0707
ซัลเฟอร์ได	41.5000 ±	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ออกไซด์ (ppm)	4.9497						
ความชื้น (%)	17.6700 ±	25.005 ±	28.535 ±	18.32 ±	31.330 ±	30.685 ±	29.620 ±
	0.3536	1.9021	0.4738	0.4243	5.9114	1.9445	0.5374
Aw	0.4635 ±	0.4870 ±	0.4980 ±	0.461 ±	0.5740 ±	0.5475 ±	0.5140 ±
	0.0049	0.0183	0.0113	0.014	0.1541	0.0813	0.0254
ความแน่นเนื้อ	55.12 ±	36.16 ±	31.07 ±	46.49 ±	33.25 ±	25.11 ±	30.22 ±
(นิวตัน)	9.01	8.58	9.23	4.73	5.93	3.3	8.46
สี L	37.7 ± 2.9	34.2 ± 3.9	29 ± 2.3	20.6 ± 1.8	28.55 ± 1.7	29.95 ± 3.9	30.8 ± 3.7
สี A	15.4 ± 1.7	13.32 ± 2.3	12 ± 1.4	4.1 ± 1.7	11.1 ± 1.7	11.2 ± 1.8	12.8 ± 2.8
สี B	25.3 ± 2.5	19.7 ± 4.1	12.4 ± 3.2	2.1 ± 1.3	11.5 ± 2.4	12.25 ± 4.3	14.5 ± 4.4

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ทางเคมี และทางกายภาพของเนื้อลำไยอบแห้งทำจากลำไยสดและผ่านวิธีการ
ยืดอายุการเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 – 5°C) 30 วัน

คุณลักษณะ	เนื้อลำไยอบ แห้งทำจาก ลำไยสด	เนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยที่ผ่านวิธีการเก็บที่อุณหภูมิ 2-5°C 30 วัน				
		012	022	031	032	007
ปริมาณกรดในรูป กรดซิตริก(%)	0.5250 ± 0.0353	0.3500 ± 0.0141	0.3550 ± 0.0070	0.3100 ± 0.0141	0.2350 ± 0.0919	0.2250 ± 0.0212
pH	6.3450 ± 0.0353	6.5250 ± 0.4596	6.5300 ± 0.0141	6.6900 ± 0.00	6.8600 ± 0.0848	6.9600 ± 0.0219
เกลือ (%)	0.000	0.500 ± 0.0424	0.000	0.000	0.000	0.000
โปแตสเซียมซอร์เบท (ppm)	0.000	367.500 ± 519.7235	967.500 ± 187.3833	0.000	0.000	0.000
ของแข็งที่ละลายได้ ทั้งหมด (บริกส์)	82.80 ± 2.5456	78.00± 4.9497	83.00 ± 1.4142	79.000 ± 2.8284	86.00 ± 0.00	82.55 ± 0.0707
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	29.08 ± 1.1597	24.5030 ± 0.4170	27.10 ± 1.4142	25.25 ± 0.0707	25.15 ± 0.6364	23.30 ± 3.1113
ความชื้น (%)	17.67 ± 0.3536	18.38 ± 3.5355	19.615 ± 0.8839	20.755 ± 3.4295	18.10 ± 2.0789	23.10 ± 0.8485
Aw	0.4635 ± 0.0049	0.4620 ± 0.0565	0.5230 ± 0.0098	0.5500 ± 0.0551	0.5115 ± 0.0374	0.6060 ± 0.0056
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	55.12 ± 9.01	42.99 ± 8.92	31.33 ± 7.9	29.57 ± 5.64	38.65 ± 12.85	29.81 ± 15.98
ซีลเฟอรไดออกไซด์ (ppm)	41.5000 ± 4.9497	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
สี L	35.8 ± 3.80	35.8 ±2.90	36.7 ±3.30	40.8 ±3.50	35.8 ±4.30	37.4±4.70
สี A	14.8 ± 2.10	12.5 ±4.10	9.1 ±1.80	10.9 ±2.42	12.2 ±2.0	10.4±1.50
สี B	23.7 ± 3.50	23.3 ±2.40	20.9 ±4.00	23.3±2.60	22.70 ±4.4	23.2±3.40

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลำไย

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อทราบความพอใจของผู้ชิมที่มีต่อเนื้อลำไยอบแห้งทั้งในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและลักษณะโดยรวม ด้วยการให้คะแนนตามความพอใจที่มีต่อตัวอย่าง สเกล 1 คะแนน= ชอบน้อยที่สุด สเกล 7 คะแนน = ชอบมากที่สุด ผลของการให้คะแนนของผู้ชิมที่มีต่อตัวอย่างแต่ละตัวอย่างจะนำมาหาค่าเฉลี่ยและนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ ANOVA และ LSD ได้ผลดังตารางที่ 4.12 และ 4.13

เมื่อพิจารณาความพอใจที่มีต่อเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยผ่านวิธีการเก็บที่อุณหภูมิห้องกับเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยสด จะเห็นได้ว่าในด้านสีไม่มีวิธีเก็บวิธีใดที่จะสามารถรักษาสีให้สวยเหมือนลำไยสดได้ในขณะที่ด้านรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส ลักษณะโดยรวมของเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากวิธี 051 ได้รับความพอใจเท่ากับที่ทำจากลำไยสดและมีกลิ่นหอมกว่าที่ทำจากลำไยสด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % สำหรับวิธีอื่นที่ได้รับความพอใจในด้านกลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและลักษณะโดยรวม รองลงมาคือวิธี 021 083 081 011 และ 061 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.7

เมื่อพิจารณาความพอใจที่มีต่อเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยที่ผ่านวิธีเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นกับเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยสดจะเห็นได้ว่าในด้านสีของเนื้อลำไยอบแห้ง เนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยวิธี 022 ได้รับความพอใจมากที่สุด เช่นเดียวกับลักษณะเนื้อสัมผัส และลักษณะโดยรวม วิธี 022 ได้รับความพอใจมากกว่าที่ทำจากลำไยสดแต่มีกลิ่นหอมสู้ที่ทำจากลำไยสดไม่ได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับลำไยที่เก็บโดยวิธีอื่นจะเห็นได้ว่า ในด้านสีวิธี 007 จะให้สีที่ได้รับการยอมรับเท่ากับที่ทำจากลำไยสด รองลงมาคือ 012 032 031 ตามลำดับ ในด้านกลิ่นวิธี 032 012 ให้กลิ่นที่ได้รับการยอมรับเท่ากับที่ทำจากลำไยสด ในด้านรสชาติ วิธี 012 022 จะให้รสชาติที่ได้รับการยอมรับเท่ากับที่ทำจากลำไยสด ถ้าพิจารณาคะแนนเฉลี่ยรวม ทุกปัจจัยสามารถเรียงลำดับตามความพอใจสูงสุดมาต่ำสุดได้ดังนี้คือ ลำไยที่ทำจาก 022 007 012 032 และ 031 ดังรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้ง ทำจากลำไยที่ผ่านวิธีการเก็บรักษา เป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิห้อง 25 – 30 °ซ โดยวิธี hedonic scale

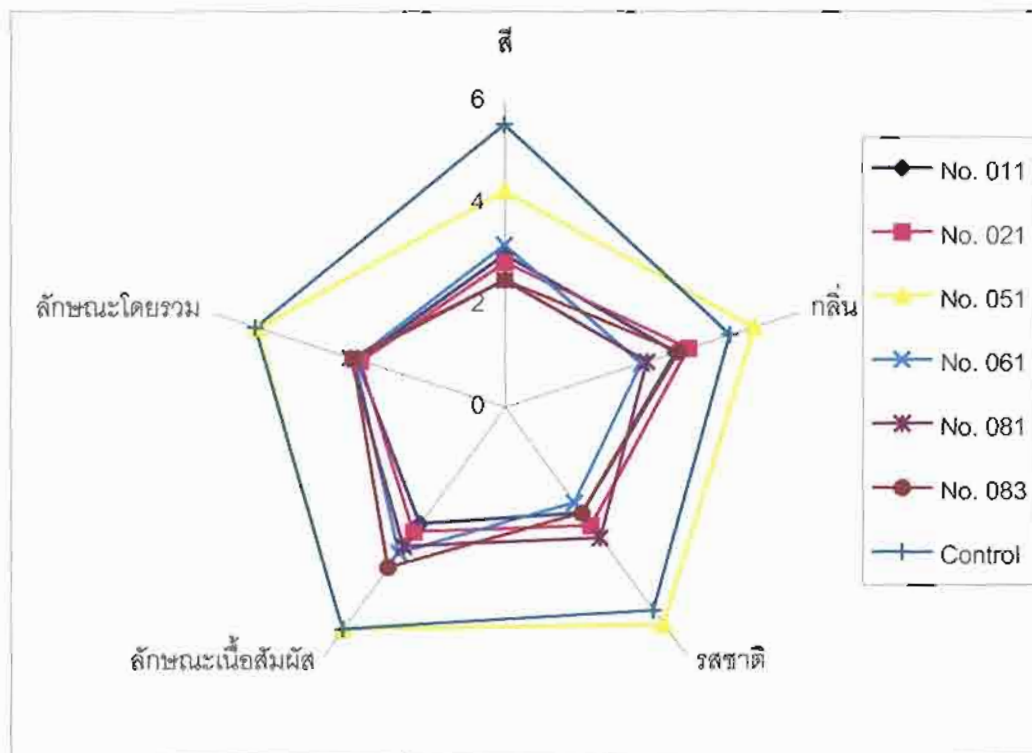
วิธีการเก็บ รักษา	คะแนนเฉลี่ยของเนื้อลำไยอบแห้งทำจากลำไยที่ผ่านวิธีเก็บ 30 วัน				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ลักษณะโดยรวม
011	3.0000 ±1.5560 c	3.5000 ±1.3955 cd	2.5500 ±1.3169 bc	2.8000 ±1.1050 c	3.0000 ±1.0761 b
021	2.8500 ±1.4965 c	3.7500 ±1.4096 bc	2.8500 ±1.3089 bc	3.0000 ±1.6543 bc	2.9500 ±1.1459 b
051	4.2500 ±1.4464 b	5.1000 ±0.9679 a	5.2500 ±1.1642 a	5.3500 ±1.4965 a	5.0500 ±1.0990 a
061	3.2000 ±1.3611 c	2.8000 ±1.3611 d	2.3000 ±1.3018 c	3.5000 ±1.6059 bc	3.0500 ±1.3169 b
081	2.5000 ±1.1471 c	2.9000 ±1.3338 cd	3.1500 ±1.4609 b	3.3500 ±1.7554 bc	3.1500 ±1.3485 b
0.83	2.5500 ±1.4318 c	3.5500 ±1.7614 cd	2.5500 ±1.5035 bc	3.8500 ±1.1367 b	3.1000 ±1.2937 b
control (จากผลสด และแช่ KMS)	5.5500 ±0.8870 a	4.6000 ±1.4290 ab	4.9000 ±0.8522 a	5.3500 ±0.9881 a	5.1000 ±0.9119 a
LSD.05	0.9546	0.9873	0.9110	1.0045	0.8340

- หมายเหตุ : 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากผู้ชิม 20 คน
 2. ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละช่อง ตามแนวดังแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
 3. สเกลคะแนนที่ใช้ 1 – 7 คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 7 = ชอบมากที่สุด 4 = เฉยๆ

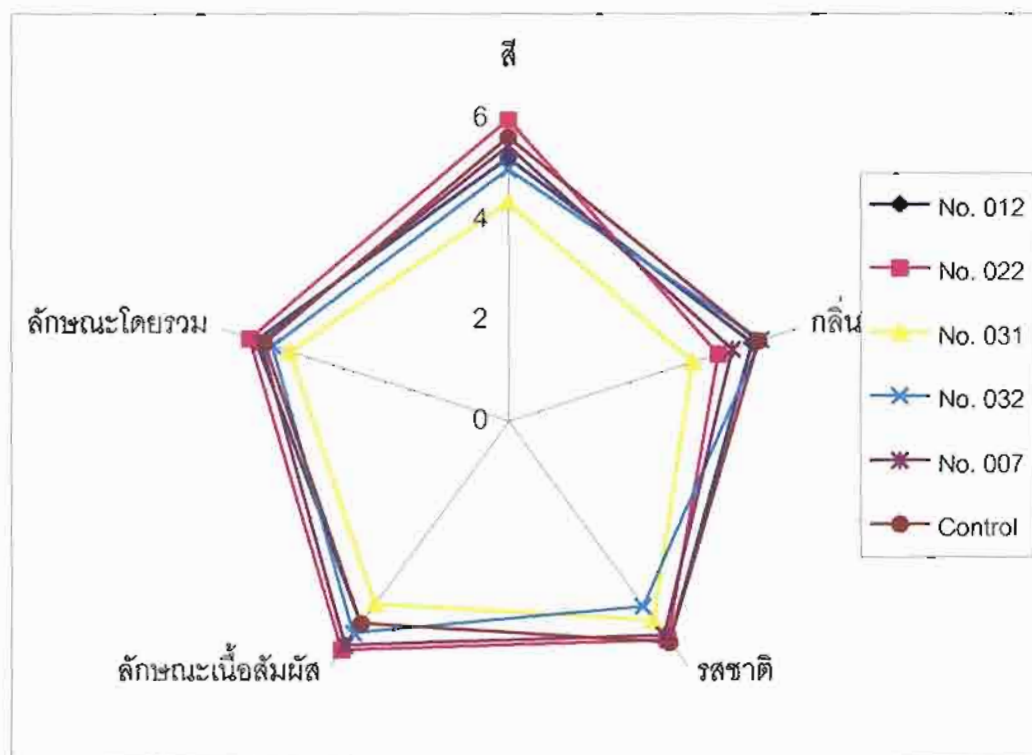
ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้งทำจากลำไยที่ผ่านวิธีการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิตู้เย็น 2 – 5 °ซ. โดยวิธี hedonic scale

วิธีการเก็บรักษา	คะแนนเฉลี่ยของเนื้อลำไยอบแห้งทำจากลำไยที่ผ่านวิธีเก็บ 30 วัน				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ลักษณะโดยรวม
012	5.2353 ±1.2515 b	5.0588 ±1.0880 a	5.4118 ±0.9393 a	4.9412 ±1.1440 ab	5.2353 ±0.7524 a
022	6.0000 ±0.8660 a	4.3529 ±1.5788 ab	5.3529 ±0.9315 a	5.5882 ±1.0641 a	5.3529 ±0.8618 a
031	4.3529±1.4552 c	3.8235 ±1.4678 b	4.8824 ±1.4090 ab	4.4706±1.2307 b	4.5294 ±1.0676 b
032	5.0000±1.0000 bc	5.2353 ±1.0326 a	4.5294 ±1.2805 b	5.1765 ±1.1311 ab	4.8824 ±1.1114 ab
007	5.4706±0.8745 ab	4.6471 ±1.6561 ab	5.2353 ±1.3477 ab	5.4706 ±1.1246 a	5.1176 ±1. 1114 ab
control(จากสดและแช่ ms)	5.6471 ±1.1695 ab	5.1765 ±1.2367 a	5.4118 ±1.0037 a	4.9412 ±1.1974 ab	5.0.588±1.0290 ab
LSD.05	0.7940	0.9648	0.8266	0.8131	0.7058

- หมายเหตุ : 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผู้ชิม 17 คน
 2. ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละช่อง ตามแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
 3. สเกลคะแนนที่ใช้ 1 – 7 คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 7 = ชอบมากที่สุด 4 = เฉยๆ



รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้งทำจากลำไยที่ผ่านวิธีการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิห้อง 25 – 30 ° ซ. โดยวิธี hedonic scale



รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้งทำจากลำไยที่ผ่านวิธีการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิตู้เย็น 2 – 5 ° ซ. โดยวิธี hedonic scale

ตอนที่ 3 : การคัดเลือกวิธียืดอายุการเก็บลำไยสดที่เหมาะสมเพื่อการแปรรูปเป็นเนื้อ ลำไยอบแห้งในเชิงพาณิชย์

จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยที่ผ่านวิธีเก็บรักษาทั้งที่อุณหภูมิ 25-30°C และอุณหภูมิ 2-5 °C พบว่าลำไยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30°C โดยการดองมีคุณภาพของเนื้อเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมทั้งในด้านปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้และ pH โดยมีค่าลดลงขณะที่ปริมาณเกลือ ปริมาณกรดและปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทเพิ่มสูงขึ้น สาเหตุจากการเกิดปฏิกิริยา ออสโมลิซิสระหว่างดองในสารละลาย ทำให้เนื้อลำไยดังกล่าวเมื่อนำไปอบให้แห้งจึงมี สี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสผิดแปลกไปจากเดิม ขณะที่ลำไยที่เก็บอุณหภูมิ 2-5 °C มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นน้อยกว่า ทำให้คุณภาพของเนื้อลำไยอบแห้งทั้งในด้าน สี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสที่ทำจากลำไยที่ผ่านวิธีเก็บที่อุณหภูมิ 2-5 °C ใกล้เคียงหรือดีกว่าที่ทำจากลำไยสด

ถ้าพิจารณาผลการทดสอบความพอใจที่มีต่อ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และลักษณะโดยรวมของเนื้อลำไยที่ผ่านวิธียืดอายุการเก็บ จะเห็นได้ว่าวิธี 051 และ 022 จะให้คุณภาพเนื้อลำไยอบแห้งที่เท่ากับหรือดีกว่าที่ทำจากลำไยสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % รองลงมาคือ 021 083 007 และ 012

ถ้าพิจารณาในด้านต้นทุนค่าใช้จ่ายในการยืดอายุการเก็บแต่ละวิธีจะเห็นได้ว่า วิธียืดอายุการเก็บโดยการดองในสารละลายและเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นจะมีค่าใช้จ่ายในการเก็บคิดต่อกิโลกรัมลำไยสูงที่สุด คือ วิธี 012 และ 022 รองลงมาคือวิธี 061 และ 007 ถัดมาคือ 081 051 021 และ 011 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.14

ถ้าพิจารณาในด้านความเป็นไปได้ในการยืดอายุการเก็บลำไยสดเพื่อการแปรรูปเป็นเนื้อลำไยอบแห้งในเชิงพาณิชย์ จะเห็นได้ว่าวิธี 021 051 และ 007 เป็นวิธียืดอายุการเก็บลำไยสดที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะดำเนินการในเชิงพาณิชย์ เนื่องจาก

1. กระบวนการไม่ยุ่งยาก และสามารถทำได้ครั้งละมากๆ
2. เครื่องมือ อุปกรณ์ ที่ใช้มีราคาไม่แพงและหาซื้อได้ง่าย เช่น ไหดอง เตาอบ กระบะลมร้อน
3. มีห้องเย็นสำหรับบริการให้เช่า

ตาราง 4.14 แสดงต้นทุนค่าใช้จ่ายของวิธียึดอายุการเก็บลำไยสด

ส่วนผสม	ราคาเมื่อ เมษายน 2542	ค่าใช้จ่าย (บาท) / ลำไย 1 กิโลกรัม / น้ำตอง 1.3 กก.									
		011	021	051	061	081	012	022	032	007	083
ปูน	10 บาท/กก.	0.13	-	-	0.26	0.07	0.13	-	-	-	0.07
ซีเมนต์คลอไรด์	40บาท/กก.	0.52	0.78	-	1.04	1.04	0.52	0.78	-	-	1.04
ซีเมนต์ซอร์เบท	560บาท/กก.	0.73	0.73	-	1.46	1.46	0.73	0.73	-	-	1.46
ซีเมนต์เมตาไบซัลไฟท์	250บาท/กก.	0.16	0.49	-	0.33	0.33	0.16	0.49	0.75	-	0.49
อิฐกริก	85บาท/กก.	0.28	0.28	-	0.44	0.44	0.28	0.28	-	-	0.44
กระเบื้อง	25บาท/กก.	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-
ผ้าห่อเย็น	2บาท/กก./เดือน	-	-	-	-	-	4.6	4.6	2.0	2.0	-
ฟิล์มแอลกอฮอล์	950บาท/20ลิตร	-	-	-	-	-	-	-	-	0.30	-
ชุดความชื้น	150บาท/กก.	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
เชื้อเพลิง(ไฟ+แก๊ส)		0.40	-	1.50 *	-	-	0.40	-	-	-	-
รวมค่าใช้จ่าย		2.22	2.28	2.50	3.53	3.34	6.82	6.88	2.75	2.33	3.50

* อ้างอิงจากรายงานโครงการวิจัยอุตสาหกรรมแปรรูปลำไย เสนอต่อสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2541

**ตอนที่4: การปรับปรุงกรรมวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยสดที่ผ่านวิธีการ
ยืดอายุการเก็บที่เหมาะสมเพื่อแปรรูปในเชิงพาณิชย์**

4.1 การพัฒนาวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยอบน้ำผึ้ง

1. ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของลำไยอบน้ำผึ้ง

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากลำไยที่ผ่านวิธีเก็บ 007 พบว่า มีกลิ่นและรสชาติดีกว่าที่ทำจากเนื้อลำไยสด จึงได้พัฒนาปรับปรุงลำไยที่ผ่านวิธีเก็บ 007 ให้มีคุณภาพดีขึ้นทั้งในด้านกลิ่นและรสชาติด้วยการนำไปแช่น้ำผึ้งก่อนอบ จากการวิเคราะห์พบว่าเนื้อลำไยอบน้ำผึ้ง ที่ผ่านการแช่น้ำผึ้ง 5% เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง ก่อนนำมาอบให้แห้งนั้นมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรดซิตริก ปริมาณน้ำตาล ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ น้อยกว่าเนื้อลำไยอบแห้งที่ผ่านการแช่น้ำผึ้ง 5%+KMS 3000 ppm เป็นเวลา 5 นาที และเนื้อลำไยอบแห้งที่ทำจากเนื้อลำไยสด ทั้งนี้เพราะน้ำผึ้งที่ใช้แช่มีความเข้มข้นต่ำ และใช้เวลาแช่นาน จนเป็นเหตุให้สารอาหารในเนื้อลำไยออกซิไดส์ออกมา ทำให้ปริมาณสารในเนื้อลำไยลดลงโดยเฉพาะน้ำตาล ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4.15

ตาราง 4.15 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของเนื้อลำไยอบน้ำผึ้งทำจากลำไยที่เก็บที่อุณหภูมิ 2-5°C 45 วัน (วิธี 007)

ส่วนประกอบทางเคมีและกายภาพ	เนื้อลำไยอบแห้งทำจาก ลำไยสดแช่ KMS (Control)	ลำไยอบน้ำผึ้งที่ทำจากลำไยที่เก็บที่ 2-5°C 30 วัน	
		แช่สารละลาย KMS 3000 ppm + น้ำผึ้ง 5% 5 นาที	แช่สารละลายน้ำผึ้ง 5% 1.5 ชั่วโมง
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (บrikส์)	82.8000 ± 2.5456	82.5000 ± 2.1213	72.3000 ± 0.4243
pH	6.3950 ± 0.1061	6.3150 ± 0.0778	6.2300 ± 0.3253
ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก %	0.5350 ± 0.0495	0.5800 ± 0.1131	0.4850 ± 0.0919
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด %	69.0500 ± 0.4950	69.5500 ± 1.6263	60.2450 ± 1.0536
ปริมาณน้ำตาล รีดิวซ์ %	28.7000 ± 1.6971	28.7500 ± 5.3033	25.2000 ± 0.4243
ปริมาณความชื้น %	17.7100 ± 0.4101	18.2300 ± 0.3253	27.3150 ± 0.1626
Aw	0.467	0.464	0.585
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	55.12 ± 9.01	43.46 ± 7.70	38.33 ± 6.96
สี	L = 39.75 ± 2.89	L = 35.6 ± 2.5	L = 34.2 ± 1.3
	A = 13.25 ± 3.04	A = 14.9 ± 2.2	A = 13.4 ± 0.6
	B = 25.05 ± 0.35	B = 22.6 ± 2.1	B = 18.7 ± 1.1
สัดส่วนการคืนรูป	2.06	1.90	1.92

หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลำไยอบน้ำผึ้ง

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลำไยอบน้ำผึ้ง 2 สูตร โดยวิธี Paired Comparison ในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และลักษณะโดยรวม โดยใช้ผู้ชิมทั้งหมด 24 คน ทำการชิมลำไยอบน้ำผึ้งทั้งสองสูตร พบว่าในจำนวนผู้ชิมทั้งหมด 24 คน มีผู้ชิม 18 คน ที่พอใจสี ผู้ชิมจำนวน 14 คน พอใจรสชาติ และผู้ชิมจำนวน 16 คนพอใจลักษณะเนื้อสัมผัสของลำไยอบน้ำผึ้ง 5% 1.5 ชั่วโมง การวิเคราะห์ผลทางสถิติใช้ตารางสำเร็จรูป Two Sample One- tail Test ซึ่งกำหนดไว้ว่า จำนวนผู้ชิมทั้งหมด 24 คนจะต้องมีผู้ชอบตัวอย่างเดียวกัน 16 คน ถึงจะจัดว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % นั่นคือเนื้อลำไยแช่น้ำผึ้ง 5 % เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมงนำมาอบให้แห้ง จะให้สี และลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีความแตกต่างและได้รับความพอใจมากกว่า เนื้อลำไยอบแห้งที่ผ่านการแช่น้ำผึ้ง 5 % + KMS เป็นเวลา 5 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในขณะที่คุณลักษณะอื่นไม่ว่า กลิ่น และรสชาติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นลักษณะโดยรวมผู้ชิมพอใจเนื้อลำไยอบน้ำผึ้ง 5 % + KMS มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ผลการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 4.16 ถ้าพิจารณาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ทางเคมีจะเห็นได้ว่า เนื้อลำไยอบน้ำผึ้ง 5 % 1.5 ชั่วโมงมีเนื้อสัมผัสนุ่มกว่า ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้ 38.33 ± 6.96 นิวตัน ความชื้น 27.3150 ± 0.1626 ขณะที่เนื้อลำไยอบน้ำผึ้ง 5 % + KMS 5 นาทีมีลักษณะเนื้อสัมผัสแห้งและแข็งกว่า ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้ 43.46 ± 7.70 และความชื้น 18.23 ± 0.3253 ในด้านรสชาติผู้ชิมชอบเนื้อลำไยอบน้ำผึ้ง 1.5 ชั่วโมงมากกว่าเพราะเนื้อลำไยไม่หวาน คือมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 72.3000 ± 0.4243 ในขณะที่เนื้อลำไยอบน้ำผึ้ง 5 % + KMS 5 นาทีมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 82.500 ± 2.1213 แต่เมื่อพิจารณาในลักษณะโดยรวม เนื้อลำไยอบแห้งที่ผ่านการแช่น้ำผึ้ง 5 % + KMS 5 นาที ได้รับความพอใจมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) นั้นย่อมแสดงว่า ผู้ชิมพอใจลักษณะเนื้อลำไยอบแห้งที่ค่อนข้างแห้ง และมีกลิ่นหอมมากกว่าด้านสีและลักษณะเนื้อสัมผัส

ตารางที่ 4.16 ผลการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสเนื้อลำไยแช่น้ำฝัองอบแห้ง โดยวิธี paired comparison

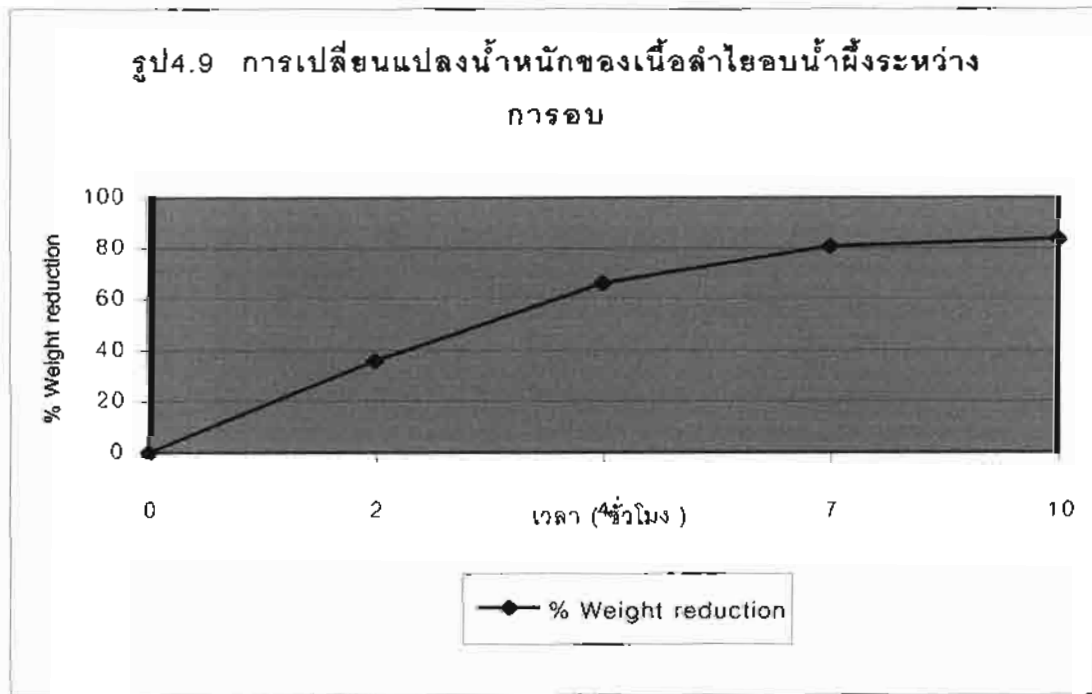
ลักษณะที่ทดสอบ	สูตรแช่น้ำฝัอง 5 % 1.5 ชม.	สูตรแช่น้ำฝัอง 5 % + KMS 5 นาที
สี	18	6
กลิ่น	11	13
รสชาติ	14	10
ลักษณะเนื้อสัมผัส	16	8
ลักษณะโดยรวม	8	16

3. วิธีการอบเนื้อลำไยที่ผ่านการแช่น้ำฝัอง

เพื่อให้ลำไยอบน้ำฝัองที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อน และยังคงมีกลิ่นน้ำฝัอง การทดลองจึงเลือกใช้ อุณหภูมิ 60 ° ซ ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่นาย Connie 1994 และ Mclellan et al 1995 ใช้อบผลไม้ที่ผ่านการแช่น้ำฝัอง เพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาลแทนการใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และการเลือกใช้ อุณหภูมิในการอบต่ำจะช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้ เอนไซม์ให้ช้าลงได้ (Rizzi 1994) สำหรับการหาระยะเวลาที่ใช้ในการอบได้ทำการวัดน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการอบ ดัง ตารางที่ 4.17 และนำค่ามาสร้างกราฟดังรูปที่ 4.9 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในช่วงต้นของการอบประมาณ 4 ชั่วโมงแรก น้ำหนักจะลดลงอย่างรวดเร็ว อันเนื่องจากปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเนื้อลำไยในรูปน้ำอิสระ ถูกระเหยออกไป จากนั้นน้ำหนักจะเปลี่ยนแปลงช้าลง เนื่องจากการระเหยน้ำส่วนที่เป็นรูป bound water สภาพของกราฟจะเริ่มคงที่ จากการทดลองอบ 10 ชั่วโมงพบว่า เมื่อนำตัวอย่างมา วิเคราะห์หาปริมาณความชื้นและ A_w ได้ค่าความชื้น 27.3150 + 0.1626 และ A_w เท่ากับ 0.585 ซึ่งนับว่าสูงไปสำหรับภูมิอากาศบ้านเรา ถึงแม้ความชื้นที่ได้จะอยู่ในช่วง 25 – 28 % ซึ่งเป็นระดับ ความชื้นที่เหมาะสมสำหรับแอปเปิ้ลอบแห้ง (Torrey 1974 และ Mclellan et al 1995) เพื่อให้ เนื้อลำไยอบแห้งสามารถเก็บได้นานจึงควรอบต่อ ประมาณ 4 – 5 ชั่วโมง จนมีความชื้นไม่เกิน 22 % หรือค่า A_w เท่ากับ 0.55 หรือต่ำกว่า

ตารางที่ 4.17 แสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเนื้อลำไยอบน้ำผึ้งระหว่างการอบ

ชั่วโมงที่อบ	น้ำหนักเนื้อคงเหลือ (กรัม)	น้ำหนักที่หายไป (กรัม)	% Weight reduction
0	22890	0	0
2	14600	8290	36.22
4	7700	15190	66.36
7	4370	18520	80.91
10	3700	19190	83.84



4.2 การพัฒนาวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยเชื่อมสี แห้เชื่อมอบแห้งและเนื้อลำไยเชื่อมย้อมสี

1. ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเชื่อมและย้อมสี พบว่า

ก. ในด้านความพอใจของผู้ชิมที่มีต่อเนื้อลำไยเชื่อมสี แห้เชื่อมอบแห้งพบว่า ผู้ชิมพอใจสีที่เข้มมากกว่าสีอ่อน ซึ่งจะเห็นได้จากสูตร 010 ซึ่งมีปริมาณสีสูงสุดได้รับความพอใจมากที่สุด รองลงมาคือสูตรสี 030 ส่วน 015 และ 020 ได้รับความพอใจน้อยที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสีที่เติมลงไป ในด้านรสชาติ ผู้ชิมพอใจสูตร 010 020 030 เท่ากันและมากกว่าสูตร 015 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและด้านลักษณะโดยรวม ผู้ชิมมีความพอใจสูตร 010 เท่ากับ 030 และมากกว่าสูตร 020 และมากกว่าสูตร 015 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังตารางที่ 4.18 ถ้าเปรียบเทียบผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ จะเห็นได้ว่าผลที่ได้จะสอดคล้องกัน คือ ในด้านรสชาติสูตร 015 ได้รับความพอใจน้อยที่สุดซึ่งตรงกับ

ค่าวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณซูโครสที่มีในสูตร 015 มีค่าน้อยที่สุดด้วย ดังตารางที่ 4.19

ข. จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่แช่ในระหว่างการทำแช่อิ่ม 3 วิธี พบว่า ความหวานของน้ำเชื่อมลดลงจากเดิม (40 องศาบริกส์) โดยความหวานของน้ำเชื่อมที่เหลืออยู่ในวิธีที่ 1 และวิธีที่ 3 ใกล้เคียงกันมาก คือ จาก 40 องศาบริกส์ เป็น 29.54200 ± 1.1760 และ 28.2667 ± 1.2055 ตามลำดับ แต่วิธีที่ 2 ความหวานเหลือต่ำกว่าคือ จาก 40 องศาบริกส์ หลังแช่ 63 ชั่วโมง เหลือเป็น 23.9429 ± 3.3773 องศาบริกส์ ซึ่งระดับความหวานระดับนี้ โอกาสปนเปื้อนจากเชื้อยีสต์มีสูงมาก จึงไม่แนะนำ และเมื่อปรับความหวานของน้ำเชื่อมเป็น 40 องศาบริกส์ และใช้เวลาในการแช่ต่างกัน (ดังตารางที่ 4.20) พบว่าอัตราการออกซิโมริสจะช้าลง ซึ่งสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงหลังการแช่ 24 ชั่วโมง นั้นความเข้มข้นของน้ำเชื่อมเหลืออยู่สูง คือ วิธีที่ 1 38.6667 ± 0.5774 และวิธีที่ 2 36.8400 ± 0.6580 ส่วนวิธีที่ 3 ใช้เวลาการแช่ต่างจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 คือ แช่ 48 ชั่วโมง พบว่าความเข้มข้นของน้ำเชื่อมเหลืออยู่ 33.1000 ± 2.7500 ซึ่งนับว่ายังสูงสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากเชื้อยีสต์ได้

ดังนั้นจึงเลือกระยะเวลาในการแช่ของวิธีที่ 3 มาเป็นวิธีการแช่อิ่มต่อไป

ค. ปริมาณสีที่ใช้ นั้น จากการสังเกตสารละลายสีหลังการย้อมพบว่า ความเข้มข้นของสีในสารละลายยังเข้มข้นอยู่ แสดงว่ายังมีสีเหลืออยู่นั้นคือปริมาณที่ใช้มากเกินไปกว่าที่ลำไยจะดูดเข้าไปหมด จึงควรลดปริมาณสีที่เดิมและอัตราส่วน น้ำสี : ลำไย ให้น้อยลง เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการแช่น้ำสี 2 ชั่วโมง กับ 4 ชั่วโมง ไม่สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของการติดสีย้อมของเนื้อลำไย อุณหภูมิที่ใช้ในการต้มเพื่อตรึงสีควรใช้ 70°C ระยะเวลา 5-10 นาที ก็เพียงพอที่จะไล่ฟองอากาศในเนื้อลำไยได้

ตารางที่ 4.18 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยย้อมสีแสดอิมบแห้ง 4 สูตรที่ทำจากลำไยสดที่ดองในสารละลาย 60 วัน ที่อุณหภูมิห้องด้วยวิธี Ranking

ลักษณะ	LSD.05	คะแนนเฉลี่ยของเนื้อลำไยย้อมสีแสดอิมบแห้งที่ได้จากการเปลี่ยนค่า Rank โดยวิธี Fisher and Yates (1942)			
		สูตรย้อมสี 200ppm เติมกรด 0.1 % ลำไย : น้ำเชื่อม 1 : 1 (010)	สูตรย้อมสี 7.5 ppm เติมกรด 0.15 % ลำไย : น้ำเชื่อม 1 : 2 (015)	สูตรย้อมสี 7.5ppm เติมกรด 0.2 % ลำไย : น้ำเชื่อม 1 : 2 (020)	สูตรย้อมสี 75ppm เติมกรด 0.3 % ลำไย : น้ำเชื่อม 1 : 2 (030)
รสชาติ	0.3993	0.7310 ± 0.6142a	- 0.5067 ± 0.5106c	- 0.4963 ± 0.5230c	0.2487 ± 0.6033b
ลักษณะเนื้อสัมผัส	0.4985	0.1860 ± 0.7253a	- 0.5447 ± 0.5935b	0.0817 ± 0.6225a	0.1973 ± 0.8499a
ลักษณะโดยรวม	0.4753	0.3233 ± 0.8494a	- 0.6180 ± 0.5483c	- 0.843 ± 0.6738b	0.3060 ± 0.5754a
	0.4444	0.4963 ± 0.5855a	- 0.6537 ± 0.4693c	- 0.1373 ± 0.6895b	0.2860 ± 0.7377a

- หมายเหตุ :
1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ผู้ชิม 30 คน)
 2. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละแถวตามแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
 3. การวิเคราะห์ผลใช้วิธีการแปลงค่า rank โดยวิธี Fisher and Yates (1942) และวิเคราะห์ผลโดยใช้ ANOVA

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของลำไยย้อมสีแสดอมบแห้ง 4 สูตรที่ทำจากลำไยสดที่คงในสารละลาย 60 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

คุณลักษณะที่ตรวจวิเคราะห์	เนื้อลำไยย้อมสีแสดอมบแห้ง ทำจากลำไยที่ผ่านการเก็บ 60 วัน			
	สูตรย้อมสี 200 ppm เติมกรด 0.1% ลำไย: น้ำเชื่อม 1:1 (010)	สูตรย้อมสี 7.5 ppm เติมกรด 0.15% ลำไย: น้ำเชื่อม 1:2 (015)	สูตรย้อมสี 7.5 ppm เติมกรด 0.2% ลำไย: น้ำเชื่อม 1:2 (020)	สูตรย้อมสี 75 ppm เติมกรด 0.3% ลำไย: น้ำเชื่อม 1:2 (030)
PH	3.86 ± 0.0707	3.71 ± 0.0141	3.58 ± 0.0141	3.30 ± 0.0000
^o Brix	81 ± 0.0000	81 ± 0.0000	82.2 ± 0.0707	81.2 ± 0.0282
ปริมาณกรดในรูปซิตริก %	0.24 ± 0.0000	0.24 ± 0.0141	0.30 ± 0.0282	0.42 ± 0.0141
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด %	77.90 ± 0.0141	76.20 ± 0.0707	79.90 ± 0.0141	80.44 ± 0.1200
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ %	6.75 ± 0.0707	7.30 ± 0.1414	6.90 ± 0.1414	7.50 ± 0.0848
ปริมาณซูโครส %	70.9000 ± 0.1414	69.7000 ± 0.8485	72.5500 ± 0.9192	73.0000 ± 1.1314
ปริมาณความชื้น %	14.14 ± 0.0565	14.64 ± 0.0565	14.40 ± 0.1414	19.47 ± 0.7495
Aw	0.764	0.780	0.781	0.788
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	38.81 ± 7.954	39.24 ± 7.04	42.95 ± 12.47	35.92 ± 6.13

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.20 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำเชื่อมระหว่างการแช่เนื้อลำไยที่คงในสารละลายที่อุณหภูมิห้อง

ความเข้มข้นของน้ำเชื่อม ^o บริกส์	วิธีการแช่ที่ 1 อัตราส่วนเนื้อ : น้ำเชื่อม 1:2	วิธีการแช่ที่ 2 อัตราส่วนเนื้อ : น้ำเชื่อม 1:1	วิธีการแช่ที่ 3 อัตราส่วนเนื้อ : น้ำเชื่อม 1:1
เริ่มต้น 40	แช่ไว้ 63 ชั่วโมง ความหวาน ลดลงเป็น 29.5400 ± 1.1760	แช่ไว้ 63 ชั่วโมง ความหวาน ลดลงเป็น 23.9429 ± 3.3773	แช่ไว้ 48 ชั่วโมง ความหวาน ลดลงเป็น 28.2667 ± 1.2055
เติมน้ำตาลปรับเป็น 40	แช่ไว้ 24 ชั่วโมง ความหวาน ลดลงเป็น 38.6667 ± 0.5774	แช่ไว้ 24 ชั่วโมง ความหวาน ลดลงเป็น 36.8400 ± 0.6580	แช่ไว้ 48 ชั่วโมง ความหวาน ลดลงเป็น 33.1000 ± 2.7500
เติมน้ำตาลปรับเป็น 45	แช่ไว้ 24 ชั่วโมง ความหวาน ลดลงเป็น 42.7400 ± 0.6148 รุ่มน้ำเดือด น้ำเข้า อบให้แห้ง	แช่ไว้ 24 ชั่วโมง ความหวาน ลดลงเป็น 37.8000 ± 2.0363 รุ่มน้ำเดือด น้ำเข้า อบให้แห้ง	แช่ไว้ 24 ชั่วโมง ความหวาน ลดลงเป็น 37.4667 ± 8.0830 รุ่มน้ำเดือด น้ำเข้า อบให้แห้ง
ความหวานของเนื้อลำไย หลังแช่สิ้นสุดท้ายก่อนอบ	38.6667 ± 0.5710	36.5400 ± 0.6580	33.1000 ± 2.7000

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การพัฒนาวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้งในเชิงพาณิชย์

1. สูตรน้ำเชื่อมในการแช่สี

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Scoring ของผู้ชิมจำนวน 40 คน ที่มีต่อเนื้อลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้ง ทั้ง 3 สูตร พบว่า ในด้านสี ผู้ชิมมีความพอใจ สูตร 003 มากที่สุด และสูตร 001 น้อยที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านลักษณะโดยรวม ผู้ชิมมีความพอใจสูตร 003 เท่ากับสูตร 002 และมากกว่าสูตร 001 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้าน ลักษณะเนื้อสัมผัส และรสชาติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังตาราง 4.21 ถ้าพิจารณาผลการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ ดังตารางที่ 4.22 เปรียบเทียบกับผลการประเมินค่าทางประสาทสัมผัส จะเห็นได้ว่า ในสูตร 001 ไม่มีการเติมสี และสูตร 003 เติม 70 ppm ซึ่งเป็นเหตุให้สูตร 003 ได้รับความพอใจในด้านสีมากที่สุด สำหรับคุณภาพอื่นๆไม่ว่าจะเป็นปริมาณกรด ปริมาณน้ำตาล ปริมาณความชื้น ใกล้เคียงกัน จึงเป็นเหตุให้ผู้ชิมไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างได้ ปริมาณสีที่เหมาะสมในการทำลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้งควรเป็น 70 ppm ปริมาณกรดที่เติม 0.1 หรือ 0.3% นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณกรดที่เติมในน้ำเชื่อมมีผลต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และประมาณโปแตสเซียมซอร์เบท นั่นคือถ้ามีการเติมกรดจะไปไฮโดรไลซ์น้ำตาลทรายให้อยู่ในรูปน้ำตาลรีดิวซ์ได้มาก และกรดยังสามารถทำ ปฏิกิริยากับโปแตสเซียมซอร์เบท ทำให้ปริมาณซอร์เบทเหลืออยู่ในเนื้อลำไยลดลงด้วย

2. วิธีการอบลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้ง

ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการอบโดยใช้ความเร็วลมต่างกัน คือ ทำการอบในตู้อบลมร้อนขนาด $1.3 \times 0.87 \times 0.5$ เมตร ความเร็วลม 11 กิโลเมตร/ชั่วโมง และในตู้อบลมร้อนขนาด $1.05 \times 0.7 \times 0.55$ เมตร ความเร็วลม 1.56 กิโลเมตร/ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C ผลการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักระหว่างอบ ดังตารางที่ 4.23 และกราฟการอบแห้ง รูปที่ 4.9 จากการพิจารณาความชื้นเฉลี่ยของเนื้อลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้ง จะเห็นว่า เนื้อลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้งที่อบด้วยตู้อบลมร้อน ความเร็วลม 11 กิโลเมตร/ชั่วโมง เป็นเวลา 11 ชั่วโมง มีความชื้นเหลืออยู่ต่ำมาก จึงควรลดระยะเวลาในการอบให้น้อยลง เพื่อผลิตภัณฑ์จะได้ไม่แห้งเกินไป อันส่งผลทำให้ผลผลิตที่ได้ (% yield) ต่ำ ลักษณะเนื้อสัมผัสจะแข็ง ถ้าพิจารณาจากกราฟ เวลาอบเพียง 9 ชั่วโมงน่าจะพอเพียง เพราะเนื้อลำไย

ย้อมสีแช่อบแห้งมีน้ำตาลสูงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้คืออยู่แล้ว

ตารางที่ 4.21 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยย้อมสีแช่อบแห้ง 3 สูตรด้วยวิธี Scoring

ลักษณะ		คะแนนของเนื้อลำไยย้อมสีแช่อบแห้ง		
		สูตรไม่ย้อมสี เติมกรด 0.1% ในน้ำเชื่อม (001)	สูตรย้อมสี 50 ppm เติมกรด 0.1% ในน้ำเชื่อม (002)	สูตรย้อมสี 70 ppm เติมกรด 0.3% ในน้ำเชื่อม (003)
สี	LSD.05 = 0.2753	0.0500 ± 0.2207 c	0.3875 ± 0.4456 b	0.5625 ± 0.4556 a
รสชาติ	F Prob. = 0.5595	0.2875 ± 0.4220	0.325 ± 0.4011	0.3875 ± 0.4310
ลักษณะเนื้อสัมผัส	F Prob. = 0.4972	0.3250 ± 0.4743	0.2750 ± 0.4522	0.4000 ± 0.4961
ลักษณะโดยรวม	LSD.05 = 0.3232	0.1500 ± 0.3616 b	0.3750 ± 0.4903 a	0.4750 ± 0.5057 a

- หมายเหตุ: 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ผู้ชิม 40 คน)
2. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละแถวตามแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)
3. สเกลคะแนน 1 คะแนน = ชอบมากที่สุด 0.5 คะแนน = ชอบเท่ากัน 0 คะแนน = ไม่ชอบ

Rep.2	0	2	4	6	9	11
น้ำหนักเนื้อคงเหลือ (กรัม)	9110	4730	3620	3190	3120	3120
น้ำหนักหายไป (กรัม)	0	4380	5490	5920	5990	5990
% Weight reduction	0	48.08	60.26	64.98	65.75	65.75
Rep.2 ความชื้นสุดท้าย = 12.31 Aw = 0.532						
% Weight reduction เฉลี่ย	0	41.33	50.88	60.28	61.19	61.37
ความชื้นเฉลี่ย = 12.83 Aw = 0.525						

การทดลองที่ 2 : ความเร็วเฉลี่ย 1.56 กิโลเมตร/ชั่วโมง

อบที่ 60°ซ ความเร็วลมเฉลี่ย 1.56 กิโลเมตร / ชั่วโมง	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 1	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6	ชั่วโมงที่ 9	ชั่วโมงที่ 11
น้ำหนักเนื้อคงเหลือ (กรัม)	660	550	450	370	330	323
น้ำหนักหายไป (กรัม)	0	110	210	290	330	337
% Weight reduction	0	16.67	31.82	43.94	50.00	51.06
Aw	0.950	0.918	0.847	0.744	0.738	0.729
ความชื้นสุดท้าย = 19.44 Aw = 0.729						

3. การพัฒนาวิธีการทำลำไยเชื่อมย้อมสี

จากผลการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Descriptive Analysis with Scaling โดยใช้ผู้ชิม 12 คน ที่มีต่อลำไยเชื่อมย้อมสี และผลเชอร์รี่เชื่อมย้อมสี (สหรัฐอเมริกา) จะเห็นได้ว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างลำไยเชื่อมย้อมสีและผลเชอร์รี่เชื่อมย้อมสี ในด้านสี ความน่าทานโดยรวม กลิ่นอื่นๆที่ไม่หอม รสหวาน รสเปรี้ยว รสฝาด และลักษณะเนื้อสัมผัส แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านความเลื่อมมัน และกลิ่นหอม - ลำไย โดยลำไยเชื่อมย้อมสีมีกลิ่นหอมมากกว่าแต่มีความเลื่อมมันน้อยกว่าผลเชอร์รี่เชื่อม ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังตาราง 4.24 โดยผู้ชิมพบกลิ่นหอมของลำไยค่อนข้างชัดเจนในเนื้อลำไยย้อมสี และกลิ่นหอมอื่นๆในผลเชอร์รี่เชื่อม

ในด้านผลการวิเคราะห์ ตารางที่ 4.25 จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำตาล ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรดในลำไยเชื่อมย้อมสีต่ำกว่าผลเชอร์รี่เชื่อม ถ้าพิจารณาในส่วนของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลซูโครส จะเห็นได้ว่า ลำไยเชื่อมย้อมสีมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำกว่าแต่ปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงกว่าผลเชอร์รี่เชื่อมย้อมสี เนื่องจากในส่วนผสมที่ใช้ในการทำลำไยเชื่อมย้อมสีจะใช้น้ำตาลทรายขาว (ซูโครส) เป็นส่วนผสมหลัก มีเบะแซเป็นส่วนผสมเพียง 16% ของน้ำเชื่อม ขณะที่ในผลเชอร์รี่เชื่อมย้อมสีมีเบะแซและน้ำตาลกลูโคสเป็นส่วนผสมหลักซึ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะมันวาว

ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ถึงแม้ผลการประเมินค่าทางประสาทสัมผัส จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ถ้าพิจารณาความยาวของสเกลที่ได้จะเห็นได้ว่า ลำไยเชื่อมย้อมสีมีความกรอบมากกว่าผลเชอร์รี่เชื่อมย้อมสี และสอดคล้องกับค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้ คือ ลำไยเชื่อมย้อมสีมีค่าความแน่นเนื้อ สูตร 001 และสูตร 002 เท่ากับ 31.58 ± 1.27 และ 27.13 ± 5.46 นิวตัน ตามลำดับ ขณะที่ผลเชอร์รี่เชื่อมย้อมสีมีค่าความแน่นเนื้อ 16.1 ± 7.1 นิวตัน

ตาราง 4.24 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลำไยเชื่อมย้อมสีด้วยวิธี Descriptive Scaling

ลักษณะ	ค่าทางสถิติ ที่ใช้ พิจารณา	ความยาวสเกลที่วัดได้ของลำไยเชื่อมย้อมสีที่ทำจากลำไยดองในสารละลาย		
		สูตร 001 เดิมสีแดงคาร์มัว ขึ้น 70 ppm	สูตร 002 เดิมสีแดงคาร์มัว ขึ้น 50 ppm	สูตร 003 เซอร์เชื่อมย้อม สีนำเข้าจากต่างประเทศ
สีของผล (จาก....เข้ม)	F Prob. = 0.8804	10.3625 ± 2.3971	10.1292 ± 2.1150	10.6083 ± 2.4393
ความเลื่อมมัน (ด้าน...มันวาว)	LSD0.05 = 1.7697	6.4167 ± 2.7120b	6.4125 ± 2.3390b	10.8417 ± 2.4423a
ความน่าทานโดยรวม (น้อย...มาก)	F Prob. = 0.1876	8.2292 ± 3.9956	8.0958 ± 2.8675	10.1625 ± 1.7774
กลิ่นหอม (ลำไย) (จางมาก...แรงมาก)	LSD.05 = 2.2773	9.1985 ± 2.9207a	8.5542 ± 3.7298a	5.5708 ± 2.9458b
กลิ่นอื่นๆที่ไม่หอม (จางมาก...แรงมาก)	F Prob. =	6.3625 ± 3.4781	6.5625 ± 3.4138	9.1583 ± 4.6261
รสหวาน (น้อย...มาก)	F Prob. = 0.1598	10.1750 ± 3.0324	10.2708 ± 2.5042	10.9292 ± 3.1020
รสเปรี้ยว (น้อย...มาก)	F Prob. = 0.7865	4.8625 ± 2.6741	4.6292 ± 3.0145	5.5375 ± 3.2126
รสฝาด (น้อย...มาก)	F Prob. = 0.7416	3.9333 ± 2.2753	4.8083 ± 3.5428	6.1750 ± 4.7517
ลักษณะเนื้อสัมผัส (นิ่ม...กรอบ)	F Prob. = 0.3321 F Prob. = 0.6341	7.8875 ± 3.3688	7.6583 ± 4.1411	6.5375 ± 3.4899

หมายเหตุ

1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ผู้ชิม 12 คน)
2. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละแถวตามแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
3. ความยาวของสเกลทั้งหมด 15 ซม. ตำแหน่งน้อยและมากจะอยู่ห่างจากปลายเส้นด้านละ 1.3 ซม.

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของลำไยเชื่อมย้อมสีที่ทำจากลำไยที่ดองในสารละลาย กับผลเชอร์รี่เชื่อมย้อมสี

เกณฑ์วิเคราะห์	ลำไยเชื่อมย้อมสีแดงคาร์มัวรีน 70 ppm (สูตร 001)	ลำไยเชื่อมย้อมสีแดงคาร์มัวรีน 50 ppm (สูตร 002)	ผลเชอร์รี่เชื่อมย้อมสีคาร์มัว (สูตร 003) นำเข้าจากต่างประเทศ
pH	65.0 ± 0.00	65.17 ± 0.75	73 ± 0.00
ปริมาณกรดในรูปซิตริก %	3.58 ± 0.00	3.518 ± 0.048	3.93 ± 0.00
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด %	0.18 ± 0.00	0.177 ± 0.005	0.24 ± 0.00
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ %	57.35 ± 0.32	57.34 ± 0.89	65.60 ± 0.00
ปริมาณน้ำตาลซูโครส %	28.39 ± 0.08	28.04 ± 1.44	51.3 ± 0.00
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส %	28.96 ± 0.23	29.31 ± 0.62	14.3 ± 0.00
ปริมาณความชื้น %	35.84 ± 0.17	35.95 ± 0.61	24.2 ± 0.00
ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ppm)	319 ± 9.90	308.17 ± 11.30	ไม่ได้วิเคราะห์
ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ppm)	0	0	ไม่ได้วิเคราะห์
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	31.58 ± 1.27	30.29 ± 4.82	16.1 ± 7.1
AW	0.821 ± 0.00	0.817 ± 0.003	0.774

4.3 การพัฒนาวิธีการอบลำไยให้เหมาะสมในเชิงพาณิชย์

1. การศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาอบเพื่อลดความชื้นให้เหลือ 30 – 35 %

ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักในระหว่างการอบลำไยทั้งเปลือกที่อุณหภูมิและเวลาแตกต่างกัน ได้ผลดังตารางที่ 4.26 และรูปที่ 4.10 ถ้าพิจารณา weight reduction ของการอบจะเห็นว่าตู้อบที่มีความเร็วลมสูง สามารถระเหยน้ำออกไปได้อย่างรวดเร็วและเร็วกว่าตู้อบที่มีความเร็วลมต่ำ และที่อุณหภูมิและความเร็วลมเท่ากัน แต่ปริมาณวัตถุดิบที่ใส่อบต่างกันย่อมได้ % weight reduction ต่างกันด้วย ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการทำแห้งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใส่อบ ความเร็วลม และความหนาของวัตถุดิบ (Barbosa - Canovas 1996) ถ้าพิจารณาจาก % weight reduction และความชื้นสุดท้ายจะเห็นว่าเวลาที่ใช้ในการอบแห้งสำหรับตู้ที่มีความเร็วลม 11 กิโลเมตร / ชั่วโมง และอบที่อุณหภูมิ 80°C 12 ชั่วโมง และ 70°C 11 ชั่วโมง รวม 23 ชั่วโมงนั้นมากเกินไปสามารถลดเวลาที่ใช้ในการอบให้เหลือประมาณ 15 – 18 ชั่วโมงก็พอเพียงโดยมีความชื้นเหลืออยู่ในลำไยประมาณ 30 – 35 % ตามต้องการ สำหรับการอบโดยใช้อุณหภูมิ 70°C 6 ชั่วโมง 80°C 12 ชั่วโมง และ 70°C 6 ชั่วโมง ติดต่อกันรวม 24 ชั่วโมง ในตู้อบลมร้อน

1.56 กิโลเมตร/ชั่วโมง พบว่า ลำไยอบแห้งมีความชื้นเหลืออยู่ 33.685 ± 0.4454 ซึ่งอยู่ในช่วงความชื้นที่ใช้ได้ ถ้าจะให้ดีควรเพิ่มเวลาอบอีก 1-2 ชั่วโมงในกรณีที่มีปริมาณวัตถุดิบมาก

ส่วนการอบโดยใช้อุณหภูมิสูง คือ 80°C 9 ชั่วโมง 85°C 9 ชั่วโมง และ 75°C 18 ชั่วโมงรวม 36 ชั่วโมง ในตู้อบลมร้อนที่มีความเร็วลม 11 กิโลเมตร/ชั่วโมง พบว่าสามารถอบลำไยจนแห้งโดยลำไยมีปริมาณความชื้นอยู่ประมาณ 19% ซึ่งอยู่ในช่วงความชื้นที่เกิน 18 % นับว่าสูงเกินไปเล็กน้อย ซึ่งถ้านำไปใช้ในการผลิต ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้อบแต่ละครั้งจะมากกว่านี้ ส่งผลให้แห้งช้าลงดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ จึงควรเพิ่มเวลาในการอบให้ยาวนานขึ้นอาจถึง 40 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย แต่ก็นับได้ว่าสามารถลดเวลาที่ใช้ในการอบเดิมจาก 48 ชั่วโมง มาเป็น 40 ชั่วโมงแทน เท่ากับเป็นการเพิ่มจำนวนครั้งของการอบต่อตู้สูงขึ้นหนึ่งเท่าในหนึ่งฤดูกาล

ลำไยอบแห้งที่อบเพื่อระเหยน้ำไปส่วนหนึ่งตามวิธีข้างต้น และนำมาเก็บรักษาโดยเดิมสารดูความชื้นเพื่อรอบอีกครั้งให้แห้งเมื่อหมดฤดูกาล อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแตกต่างกันไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ ถ้าเป็นลำไยอบแห้งทั้งเปลือกให้นำมาอบต่อจนแห้งที่ 70°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมงติดต่อกัน และลำไยแกะเฉพาะเนื้อให้นำมาอบต่อให้แห้งที่ 60°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็น นำมาบรรจุถุง ปิดปากถุงให้สนิท

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีและทางกายภาพ ของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่ซื้อจากตลาดวโรรสกับลำไยที่นำมาอบต่อจนแห้งนั้น ดังตารางที่ 4.27 จะเห็นได้ว่าลำไยอบต่อทั้งเปลือก และแกะเนื้อต่างก็มีปริมาณน้ำตาลสูงกว่าในรูปของน้ำตาลซูโครส ทำให้ลำไยอบต่อมีรสหวานกว่าที่ซื้อจากตลาด ในด้านความชื้น สำหรับลำไยอบต่อยังมีปริมาณความชื้นเหลืออยู่มากเกิน 18 % ดังนั้นจึงควรเพิ่มเวลาที่ใช้ในการอบให้นานขึ้น หรือปรับอุณหภูมิของตู้อบที่ใช้ในการอบลำไยทั้งเปลือกในช่วงเริ่มต้นอบให้สูงขึ้นเป็น 80°C เพื่อเป็นการเร่งอุณหภูมิภายในผลลำไยให้สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อน้ำที่เหลืคั่งอยู่ภายในเนื้อจะได้ร้อนขึ้น แต่เวลาที่ใช้กับอุณหภูมิสูงถึง 80 % ควรใช้เวลาสั้น ไม่ควรใช้ตลอดไป เนื่องจากในที่ที่มีความชื้นต่ำมาก และมีปริมาณน้ำตาลสูงโอกาสที่จะเกิดสีน้ำตาลขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยา caramelization และ maillard reaction (Hodge 1953)

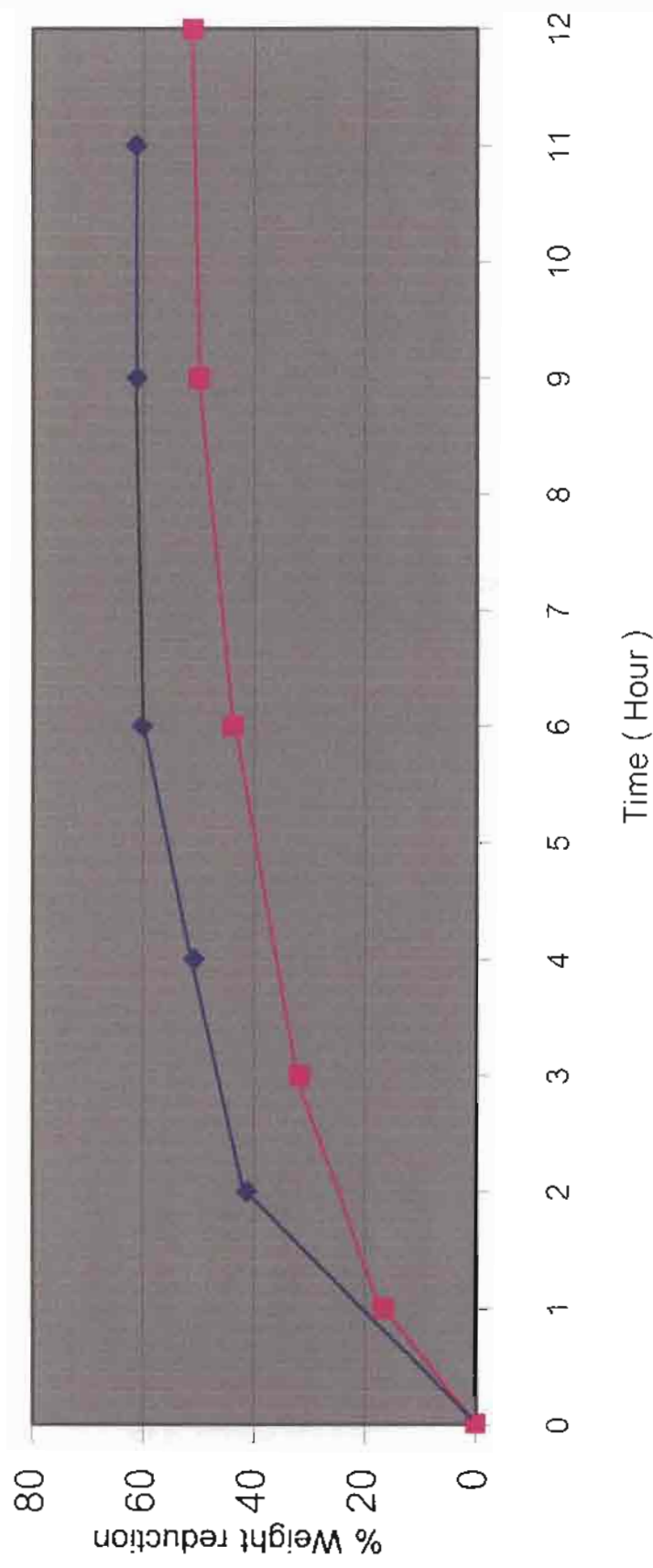
วิธี 3: ความเร็วลม 1 กิโลเมตร/ชั่วโมง	อุณหภูมิที่ใช้ 80 ° ซ. 9 ชั่วโมง , 85 ° ซ. 9 ชั่วโมง , 75 ° ซ. 18 ชั่วโมง									
	ชั่วโมงที่อบ									
	0	6	9	15	18	21	24	27	30	36
น้ำหนักคงเหลือ(กรัม)	29,300	18,750	15,540	11,560	10,580	10,080	9,740	9,620	9,560	9,180
น้ำหนักหายไป(กรัม)	0	10,550	13,760	17,740	18,720	19,220	19,560	19,680	19,740	20,120
Weight reduction(%)	0	36.01	46.96	60.55	63.89	65.60	66.76	67.17	67.37	68.67
Moisture(wt.water/dry solid)	2.19	1.04	0.69	0.26	0.15	0.10	0.06	0.05	0.04	0
ความชื้นสุดท้าย(%)	18.90 ± 1.4296									
Aw	0.518 ± 0.0255									
ปริมาณน้ำอิสระ : ลำไยแห้ง (กิโลกรัม) 10 : 3.13										

ตารางที่ 4.27 ผลการวิเคราะห์คุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกและแกะเฉพาะเนื้อ

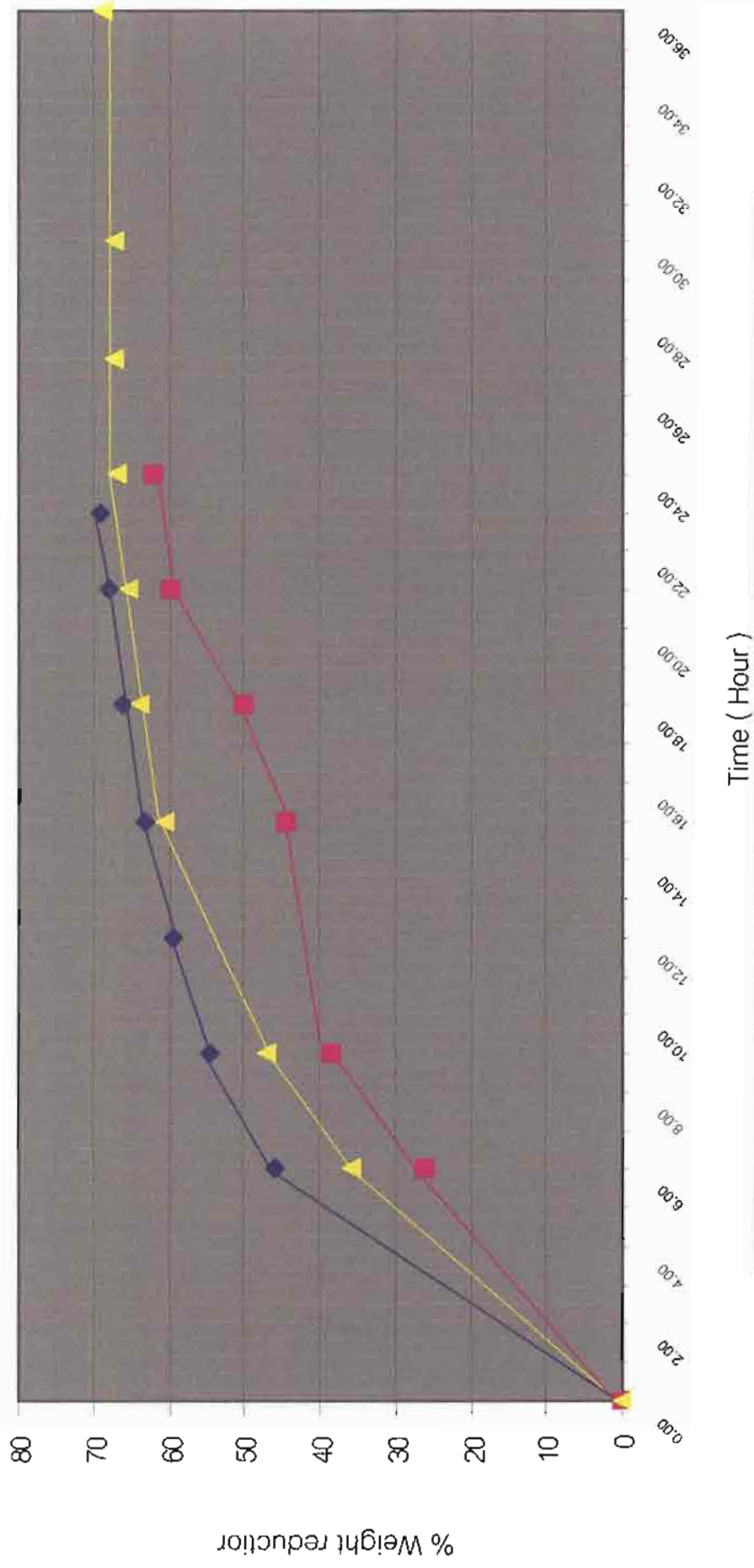
คุณภาพที่วิเคราะห์	ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก จากตลาดวโรรส	นำลำไยอบแห้งทั้งเปลือก อบ 24 ชั่วโมง และเก็บไว้ 1 เดือน มาอบต่อจนแห้ง ที่ 70°ซ 12 ชั่วโมง	นำลำไยอบแห้งทั้งเปลือก อบ 24 ชั่วโมง และเก็บไว้ 1 เดือน มาแกะเอาแต่ เนื้อนำมาอบต่อจนแห้งที่ 60°ซ 4 ชั่วโมง
°Brix	76.80 ± 0.848	79.00 ± 1.414	74.40 ± 0.848
pH	5.195 ± 0.091	5.36	5.27
ปริมาณกรดในรูปซิตริก%	0.960 ± 0.042	1.08 ± 0.021	1.12 ± 0.041
ปริมาณน้ำตาล %	62.25 ± 1.909	68.07 ± 0.806	64.62 ± 0.028
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ %	27.00 ± 0.989	26.18 ± 0.275	27.40 ± 0.120
ปริมาณน้ำตาลซูโครส %	35.25 ± 0.750	41.89 ± 0.848	37.28 ± 0.254
ปริมาณความชื้น %	20.93 ± 0.360	18.64 ± 0.555	23.74 ± 0.659
Aw	0.5445 ± 0.028	0.461	0.578
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	-	46.49 ± 4.73	38.90 ± 6.98
สัดส่วนการคืนรูป	-	2.07	1.84
สี L	25.83 ± 1.86	22.60 ± 1.2	
สี a	6.57 ± 1.40	4.60 ± 0.5	
สี b	8.70 ± 1.10	3.50 ± 0.3	

หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย + ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเนื้อลำไยเชื่อมสีแซ่ส้มระหว่างอบ



- ◆— แบบที่1: อุณหภูมิ 60°C ความเร็วลม 11 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- แบบที่2: อุณหภูมิ 60°C ความเร็วลม 1.56 กิโลเมตร/ชั่วโมง



ตอนที่ 5 ผลการศึกษาวิธีการเก็บรักษาคุณภาพของเนื้อลำไยอบแห้งในช่วงอายุการเก็บ 6 เดือนและเมื่อครบ 12 เดือน

5.1 ผลการศึกษาวิธีการเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้ง

1. ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ

จากการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อลำไยอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ในลักษณะการเก็บ 7 วิธี โดยใช้เครื่องวัดสี Minolta ได้ผลดังตารางที่ 4.28 - 4.30 เมื่อนำค่าสีที่วัดได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistic Version 3.5 ด้วยวิธี ANOVA และ LSD ทำให้ทราบความแตกต่างของค่าสี L a b ของเนื้อลำไยอบแห้งที่บรรจุในลักษณะการเก็บ 7 วิธี ดังนี้

จากตารางที่ 4.28 ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี L เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บ 6 เดือนของลักษณะการเก็บแต่ละวิธี สามารถจำแนกค่าสี L (ความสว่าง) ของเนื้อลำไยได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ ฤกษ์แก้ว ฤกษ์ร้อน และฤกษ์เย็นหนา ที่เก็บที่อุณหภูมิ 2-5°C กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ฤกษ์ร้อน ฤกษ์เย็นบาง - ในกล่องกระดาษ ฤกษ์เย็นหนา ที่เก็บที่อุณหภูมิ 25-30°C กลุ่มที่ 3 ได้แก่ ฤกษ์แก้วที่เก็บที่อุณหภูมิ 25-30°C โดยแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของเนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บที่อุณหภูมิ 2-5°C มีลักษณะเนื้อดูใสกว่าที่อุณหภูมิ 25-30°C

ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี L เฉลี่ยของลักษณะการเก็บ 7 วิธีในแต่ละเดือน สามารถจำแนกค่าสี L (ความสว่าง) ของเนื้อลำไยอบแห้งได้เป็น 6 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้แก่ เริ่มต้น กลุ่มสองได้แก่ 1 เดือน กลุ่มสามได้แก่ 2 เดือน กลุ่มสี่ได้แก่ 3 เดือน กลุ่มห้าได้แก่ 4 และ 5 เดือน กลุ่มหกได้แก่ 5 และ 6 เดือน และแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.29 ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี a (สีแดง) เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บ 6 เดือนของลักษณะการเก็บแต่ละวิธี สามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ ฤกษ์แก้วที่ 2-5°C ฤกษ์ร้อนทั้งที่ 25-30°C และ 2-5°C ฤกษ์เย็นบางในกล่องกระดาษ ฤกษ์เย็นหนาทั้งที่ 25-30°C กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ฤกษ์เย็นบางในกล่องกระดาษ ฤกษ์เย็นหนาทั้งที่ 25-30°C และ 2-5°C กลุ่มที่ 3 ได้แก่ ฤกษ์แก้วที่ 25-30°C แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งเห็นได้จากค่าสี a ในฤกษ์แก้วที่ 25-30°C มีค่าลดลงเหลือเพียง 10.69 ซึ่งตรงกับสีเทาในแผ่นเทียบสีระบบอินเตอร์ของ Minolta และสอดคล้องกับสีเนื้อลำไยอบแห้งที่มีสีน้ำตาลดำกว่าตัวอย่างอื่นๆ

ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี a เฉลี่ยของลักษณะการเก็บทั้ง 7 วิธี ในแต่ละเดือน สามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ 1 และ 2 เดือน กลุ่มสอง ได้แก่ เริ่มต้น 2 3 และ 4 เดือน กลุ่มสาม ได้แก่ เริ่มต้น 4 5 และ 6 เดือน แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตาราง 4.30 ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี b (สีเหลือง) เฉลี่ยตลอดระยะเวลา 6 เดือน ของลักษณะการเก็บแต่ละวิธีสามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ ฤดูแล้ง ฤดูแล้ง และฤดูร้อน ฤดูแล้ง ฤดูแล้ง และฤดูร้อน และฤดูร้อนในฤดูร้อน กระดาษที่ 25-30°C กลุ่มสาม ได้แก่ ฤดูแล้งที่ 25-30°C แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าสี b มาก หมายถึงเนื้อลำไยมีสีเหลืองทองมาก

ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี b เฉลี่ยของลักษณะการเก็บทั้ง 7 วิธี ในแต่ละเดือน สามารถจำแนกได้เป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ เริ่มต้น กลุ่มสอง ได้แก่ 1 เดือน กลุ่มสาม ได้แก่ 2 เดือน กลุ่มสี่ ได้แก่ 3 เดือน กลุ่มห้า ได้แก่ 4 5 และ 6 เดือน แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ถ้าพิจารณาค่าสี L ค่าสี a และค่าสี b ทั้ง 3 ค่าพร้อมกัน จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 2-5°C ค่าสี L ค่าสี a และค่าสี b ของเนื้อลำไยอบแห้งไม่ว่าจะเก็บใน ฤดูแล้ง (OPP) ฤดูแล้ง และฤดูร้อน ฤดูแล้ง ไม่มีความแตกต่างกัน คือ สามารถรักษาสีของเนื้อลำไยอบแห้งให้ใกล้เคียงของเดิมมากที่สุด คือ มีสีเหลืองทอง และที่อุณหภูมิ 2-5°C สามารถรักษาสีของลำไยได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 25-30°C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สำหรับเนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง 25-30°C ไม่ว่าจะเก็บลักษณะการเก็บวิธีใด สีของเนื้อลำไยอบแห้งจะกลายเป็นสีน้ำตาลเพียงแต่แตกต่างเฉพาะความเข้มของสีเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับ ค่าสี L a b ที่มีค่าลดลง สำหรับฤดูแล้งแม้ค่าเฉลี่ยของ a สูงและใกล้เคียงกับที่เก็บในอุณหภูมิ 2-5°C แต่ถ้าพิจารณาค่า a ในเดือนที่ 6 จะเห็นว่า มีค่าใกล้เคียงกับลักษณะการเก็บวิธีอื่นๆที่อุณหภูมิ 25-30°C สำหรับเนื้อลำไยอบแห้งที่บรรจุในฤดูแล้งที่อุณหภูมิห้อง 25-30°C มีสีเปลี่ยนแปลงไปมากที่สุดทั้งค่าสี L ค่าสี a และค่าสี b ทำให้เนื้อลำไยอบแห้งในฤดูแล้งที่ 25-30°C มีสีน้ำตาลเข้มกว่าตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

การที่เนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บรักษาไว้มีค่าสี L a และ b เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม คือ มีค่าสี L และ b ลดลง ค่าสี a เพิ่มขึ้นหรือลดลง ตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยอัตราการลดลงของค่าสี L b และอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าสี a ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2-5°C จะช้ากว่าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30°C ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Rizzi (1994) พบว่า ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์จะถูกทำให้เกิดเร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิและความเป็นกรดต่างเพิ่มขึ้น Saper et al. (1990) ใช้การเปลี่ยนแปลงค่าสี L และ a เป็นดัชนีในการวัดการเกิด

ตารางที่ 4.28 การเปลี่ยนแปลงค่า L ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

ลักษณะการเก็บ (วิธี)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							ค่าเฉลี่ยของแต่ละ ลักษณะการเก็บ 6 เดือน
	เริ่มต้น	1	2	3	4	5	6	
1	44.26	34.26	28.98	27.20	26.10	24.60	24.54	30.29c
2	44.26	43.38	43.12	42.70	40.16	41.40	41.10	42.30a
3	44.26	37.90	34.58	32.30	30.34	28.60	24.78	33.25b
4	44.26	41.12	42.42	40.90	39.84	41.30	42.32	41.74a
5	44.26	41.26	35.36	32.10	27.34	26.80	25.92	33.29b
6	44.26	41.04	35.78	30.80	27.86	26.20	25.44	33.05b
7	44.26	43.12	42.46	42.30	42.06	40.88	40.86	42.28a
ค่าเฉลี่ยแต่ละเดือน	44.26a	40.35b	37.53c	35.47d	33.39e	32.83ef	32.14f	
ค่าวิกฤตสำหรับการเปรียบเทียบ (เดือน)				1.0366				
ค่าวิกฤตสำหรับการเปรียบเทียบ (ลักษณะการเก็บ)				0.5391				

ตาราง 4.29 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

ลักษณะการเก็บ (วิธี)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							ค่าเฉลี่ยของแต่ละ ลักษณะการเก็บ 6 เดือน
	เริ่มต้น	1	2	3	4	5	6	
1	13.36	14.10	12.72	10.80	8.82	7.90	7.14	10.69c
2	13.36	13.62	14.04	15.00	15.02	15.10	15.72	14.55a
3	13.36	16.36	15.58	14.50	15.02	13.70	12.40	14.42a
4	13.36	14.84	13.08	14.00	14.24	14.20	15.44	14.17a
5	13.36	15.12	16.16	14.60	13.80	12.00	11.18	13.75ab
6	13.36	16.28	15.24	14.36	12.96	12.70	12.26	13.88ab
7	13.36	13.92	12.42	12.90	13.20	12.60	14.64	13.27b
ค่าเฉลี่ยแต่ละเดือน	13.36bc	14.89a	14.18b	13.74b	13.27bc	12.60c	12.68c	
ค่าวิกฤตสำหรับการเปรียบเทียบ (เดือน)								0.9175
ค่าวิกฤตสำหรับการเปรียบเทียบ (ลักษณะการเก็บ)								0.8141

ตาราง 4.30 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

ลักษณะการเก็บ (วิธี)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							ค่าเฉลี่ยของแต่ละเดือน ลักษณะการเก็บ 6 เดือน
	เริ่มต้น	1	2	3	4	5	6	
1	29.70	17.16	11.06	9.92	7.14	6.30	5.54	12.40c
2	29.70	29.36	29.10	28.50	27.04	28.70	29.20	28.80a
3	29.70	25.60	19.12	15.40	13.88	12.30	9.92	17.99b
4	29.70	27.96	27.30	27.00	27.30	28.20	29.90	28.19a
5	29.70	27.52	20.64	15.50	11.42	10.40	9.68	17.84b
6	29.70	28.34	19.76	14.40	12.88	12.60	12.40	18.58b
7	29.70	30.00	26.86	27.80	27.48	28.00	28.50	28.35a
ค่าเฉลี่ยแต่ละเดือน	29.70a	26.56b	21.98c	19.79d	18.16e	18.07e	17.88e	
ค่าวิกฤตสำหรับการเปรียบเทียบ (เดือน)				1.1346				
ค่าวิกฤตสำหรับการเปรียบเทียบ (ลักษณะการเก็บ)				1.1346				

- หมายเหตุ : - ค่าของข้อมูลที่แสดงในแต่ละเดือนเป็นค่าเฉลี่ย
- ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยทั้งในแนวดิ่งแนวนอนเดียวกันและแนวนอนเดียวกันที่ต่างกันไป แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
 - ลักษณะการเก็บวิธีที่ 1 = ถุงแก้ว (OPP) ที่ 25-30°C 2 = ถุงแก้วที่ 2-5°C 3 = ถุงร้อน (PP) ที่ 25-30°C 4 = ถุงร้อนที่ 2-5°C 5 = ถุงเย็น (LDPE) ในกล่องกระดาษ 25-30°C 6 = ถุงเย็นหนา (HDPE) ที่ 25-30°C 7 = ถุงเย็นหนา ที่ 2-5°C

นอกจากวัดค่าสีของเนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บรักษาในลักษณะการเก็บ 7 วิธี ยังนำเนื้อลำไยอบแห้งดังกล่าวมาวัดค่า Aw และความชื้นของเนื้อลำไยอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษา ด้วยการสุ่มตัวอย่างมาตรวจวัด ได้ผลดังตาราง 4.31 และ 4.32 ตามลำดับ ผลการวัดนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistic Version 3.5 ด้วยวิธีการ Analysis of Variance และ LSD pairwise Comparison Of Means ทำให้ทราบความแตกต่างทางสถิติของค่า Aw และความชื้นดังนี้

จากตาราง 4.31 ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของ ค่า Aw เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บ 6 เดือน ของลักษณะการเก็บแต่ละวิธี สามารถจำแนก Aw ของเนื้อลำไยอบแห้งตามลักษณะการเก็บได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่มีค่า Aw ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ เนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิ 2-5°C และเนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บในถุงแก้วมีค่า Aw ลดลงมากที่สุดในช่วงการเก็บรักษา 6 เดือน รองลงมาคือ ถุงเย็นหนาและถุงร้อนตามลำดับ ประเภทที่มีค่า Aw เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่เนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิ 25-30°C และเนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บในถุงเย็นหนา มีค่า Aw เพิ่มขึ้นมากที่สุดในช่วงการเก็บรักษา 6 เดือน รองลงมาคือถุงเย็นบางในกล่องกระดาษ ถุงแก้ว และถุงร้อน ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า Aw เฉลี่ยของลักษณะการเก็บทั้ง 7 วิธีในแต่ละเดือน สามารถจำแนกค่า Aw ออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มแรกคือ 5 เดือน กลุ่มสองคือ 3 และ 4 เดือน กลุ่มสามคือ 4 และ 6 เดือน กลุ่มสี่คือ 6 และ 12 เดือน กลุ่มห้า คือ เริ่มต้น กลุ่มหก คือ 1 เดือน โดยทุกกลุ่มมีค่า Aw เพิ่มขึ้นจากเดิมยกเว้นเดือนแรกที่มีค่า Aw ลดลงแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.32 ถ้าพิจารณาค่าความชื้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บ 6 เดือนของลักษณะการเก็บแต่ละวิธี สามารถจำแนกเป็น 5 กลุ่ม คือกลุ่มแรก ได้แก่ถุงเย็นหนาที่อุณหภูมิห้อง กลุ่มที่สอง คือ ถุงแก้วและถุงเย็นบางในกล่องกระดาษที่อุณหภูมิ 25-30°C กลุ่มสามคือถุงร้อน อุณหภูมิ 2-5°C กลุ่มสี่คือถุงร้อนและถุงเย็นหนาที่อุณหภูมิ 2-5°C กลุ่มห้าคือ ถุงแก้วอุณหภูมิ 2-5°C แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นเฉลี่ยของลักษณะการเก็บทั้ง 7 วิธีในแต่ละเดือน สามารถจำแนกได้เป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ 4 เดือน กลุ่มสองคือ 3 5 และ 6 เดือน กลุ่มสาม คือ 2 เดือน และกลุ่มสี่คือ 1 เดือนและกลุ่มห้าคือเริ่มต้น แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ถ้าพิจารณาในด้านความชื้นและค่า Aw ของเนื้อลำไยอบแห้งในลักษณะการเก็บทั้ง 7 วิธี ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 2-5°C การเปลี่ยนแปลงค่า Aw และความชื้น เป็นไปเพียงเล็กน้อย โดยมีค่า Aw ลดลง และความชื้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงค่า Aw และความชื้นอย่างมากที่อุณหภูมิ 25-30°C ถึงแม้จะเป็นบรรจุภัณฑ์ชนิดเดียวกัน ซึ่งแสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (Water vapor transmission rate) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า เนื้อลำไยที่เก็บในอุณหภูมิ 25-30°C มีค่า Aw และความชื้นมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ WVTR ของอุณหภูมิ ซึ่งมีค่าเท่ากับ $2 \text{ g/m}^2/24\text{h. at } 25^\circ\text{C and } 75\% \text{ RH}$ ขณะที่ถุงแก้ว (OPP) มีค่า WVTR $1.5 \text{ g/m}^2/24\text{h. at } 25^\circ\text{C and } 75\% \text{ RH}$ และถุงเย็นบางมีค่า WVTR $5 \text{ g/m}^2/24\text{h. at } 25^\circ\text{C and } 75\% \text{ RH}$ (Stollman 1994)

ตาราง 4.32 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

ลักษณะการเก็บ (วิธี)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							ค่าเฉลี่ยของแต่ละ ลักษณะการ เก็บ 6 เดือน
	เริ่มต้น	1	2	3	4	5	6	
1	15.73	18.13	18.73	18.92	19.95	18.82	18.08	18.34b
2	15.73	15.82	15.75	16.11	17.21	16.50	16.01	16.16e
3	15.73	17.21	18.45	18.55	18.70	19.27	18.36	18.04c
4	15.73	15.69	15.64	16.51	16.91	16.84	17.21	16.36d
5	15.73	16.67	17.82	18.75	18.73	19.79	20.15	18.23b
6	15.73	17.73	20.66	20.62	20.81	18.66	19.88	19.16a
7	15.73	16.02	16.12	16.47	16.94	16.80	16.39	16.35d
ค่าเฉลี่ยแต่ละเดือน	15.73e	16.75d	17.60c	17.99b	18.46a	18.10b	18.01b	
ค่าวิกฤตสำหรับการเปรียบเทียบ 0.1888								
ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับการเปรียบเทียบ 0.0939								

หมายเหตุ : - ค่าของข้อมูลที่แสดงในแต่ละเดือนเป็นค่าเฉลี่ย
 - ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยทั้งในแนวดิ่งแนวนอนเดียวกันและแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดง
 ว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
 - ลักษณะการเก็บที่ 1 = ถุงแก้ว (OPP) ที่ 25-30°C 2 = ถุงแก้วที่ 2-5°C 3 = ถุงร้อน (PP) ที่
 25-30°C 4 = ถุงร้อนที่ 2-5°C 5 = ถุงเย็น (LDPE) ในกล่องกระดาษ 25-30°C 6 = ถุงเย็น
 หนา (HDPE) ที่ 25-30°C 7 = ถุงเย็นหนา ที่ 2-5°C

2. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้งเมื่อเก็บครบ 12 เดือน

เนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บรักษาในลักษณะการเก็บทั้ง 7 วิธี ถูกคัดเลือกเฉพาะที่มีค่าสีเปลี่ยนแปลงน้อยทั้ง 2 อุณหภูมิ ที่เก็บครบ 12 เดือนมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยการให้ผู้ชิมชิมและให้คะแนนโดยการให้สเกล 1-7 คะแนน โดยใช้ผู้ชิมทั้งหมด 22 คน ได้ผลดังตารางที่ 4.33 ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้ชิมมีความพอใจสี และลักษณะโดยรวมของเนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บที่อุณหภูมิ 2-5°C มากกว่าที่อุณหภูมิ 25-30°C อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากที่อุณหภูมิ 2-5°C เนื้อลำไยคงมีสีน้ำตาลทองเข้มกว่าเดิมเล็กน้อย สำหรับเนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บในถุงร้อนที่ อุณหภูมิ 2-5°C ได้รับความพอใจในด้านสี รสชาติ ลักษณะโดยรวม มากที่สุด

ขณะที่เนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บในถุงร้อนที่ อุณหภูมิ 25-30°C ได้รับความพอใจในรสชาติ และลักษณะโดยรวมน้อยที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับการ

เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 25-30°C ทุงเย็นหนาจะได้รับความพอใจในเรื่องรสชาติมากกว่าทุงร้อนและ
ทุงเย็นในกล่องกระดาษอย่างมีนัยสำคัญ เช่นกัน ทั้งนี้เพราะทุงเย็นหนามีอัตราการซึมผ่านของ
ออกซิเจนน้อยกว่าทุงร้อนและทุงเย็นบาง

3. ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของเนื้อลำไยอบแห้งเมื่อเก็บ 12 เดือน

เนื้อลำไยอบแห้งที่มีผลการวิเคราะห์ใน 6 เดือน มีสีเปลี่ยนแปลงน้อยทั้ง 2 อุณหภูมิถูกนำ
มาวิเคราะห์ทางกายภาพ โดยวัดค่าสี L a b Aw และปริมาณความชื้น เมื่อเก็บครบ 12 เดือน
ได้ผลดังตาราง 4.34 จะเห็นได้ว่า ค่า Aw และปริมาณความชื้นจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิที่
ใช้ในการเก็บโดยที่อุณหภูมิห้องจะมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าที่อุณหภูมิตู้เย็น และทุกลักษณะ
การเก็บมีค่า Aw และความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและปลอดภัยจากการเน่าเสีย สำหรับ ค่าสี
L a b จะเห็นได้ว่า เนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิ 2-5°C จะมีค่าสี L a b สูงกว่า ที่เก็บที่
อุณหภูมิ 25-30°C และทุงเย็นหนาที่อุณหภูมิ 25-30°C จะมีสีน้ำตาลเข้ม ส่วนสีที่ อุณหภูมิ 2-5°C
จะมีสีน้ำตาลทอง

ตารางที่ 4.33 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้งเมื่อเก็บครบ 12 เดือน

ลักษณะการเก็บ	คะแนนของเนื้อลำไยอบแห้ง			
	สี	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ลักษณะโดยรวม
ทุงร้อนอุณหภูมิ 25-30°C	3.5000 b	4.3636 c	4.5000	4.0455 c
ทุงเย็นบางในกล่อง	3.6364 b	4.5909 bc	4.6818	4.4545 bc
กระดาษอุณหภูมิ 25-30°C				
ทุงเย็นหนา 25-30°C	3.5238 b	4.8571 ab	4.5714	4.3810 bc
ทุงแก้ว อุณหภูมิ 2-5°C	5.7727 a	4.7727 abc	4.4091	4.8182 ab
ทุงร้อน อุณหภูมิ 2-5°C	6.0000 a	5.4091 a	4.8182	5.4091 a
ทุงเย็นหนา อุณหภูมิ 2-5°C	5.8636 a	5.0909 ab	4.5000	5.2727 a

ตารางที่ 4.34 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของเนื้อลำไยอบแห้งเมื่อเก็บครบ 12 เดือน

ลักษณะการเก็บ	ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของเนื้อลำไยอบแห้ง				
	L	a	b	Aw	moisture
ถุงแก้วอุณหภูมิ 25-30°ซ	22.18 b	8.60 c	5.48 b	0.4980 b	18.7950 a
ถุงร้อนอุณหภูมิ 25-30°ซ	23.00 b	9.50 bc	6.70 b	0.5100 a	19.0400 a
ถุงเย็นบางในกล่อง	23.40 b	10.80 b	5.80 b	0.5100 a	19.000 a
กระดาษอุณหภูมิ 25-30°ซ					
ถุงเย็นหนา 25-30°ซ	23.40 b	9.00 c	6.70 c	0.5100 a	19.0650 a
ถุงแก้ว อุณหภูมิ 2-5°ซ	39.52 a	14.60 a	27.76 a	0.3850 d	16.7100 c
ถุงร้อน อุณหภูมิ 2-5°ซ	40.50 a	15.00 a	28.50 a	0.3010 e	18.4350 ab
ถุงเย็นหนา อุณหภูมิ 2-5°ซ	38.38 a	15.58 a	27.40 a	0.4000 c	17.0750 bc

หมายเหตุ : - ค่าของข้อมูลที่แสดงในแต่ละเดือนเป็นค่าเฉลี่ย

- ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยทั้งในแนวตั้งแนวเดียวกันและแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

5.2 ผลการศึกษาวิธีการเก็บรักษาลำไยอบแห้ง

จากการทดลองเก็บรักษาลำไยที่ได้จากการแกะลำไยอบแห้งทั้งเปลือก และนำเนื้อลำไยมาอบต่อจนแห้ง เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิดที่มีการเติมสารดูดออกซิเจน (wonder keep) 1 กรัม/100 กรัมลำไย/ซอง เป็นเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 25-30° ซ โดยแต่ละเดือนทำการสุ่มเพื่อตรวจคุณภาพ ได้ผลการตรวจสอบรายละเอียดดังตารางที่ 4.35 – 4.39 ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของลำไยอบแห้งระหว่างกัเก็บรักษา 6 เดือน

จากตารางที่ 4.35 พิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของลำไยอบแห้งในลักษณะการเก็บแต่ละวิธี ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน สามารถจำแนกค่าสี L ออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ ถุงสุญญากาศ กลุ่มสอง ได้แก่ ถุงเคลือบ และถุงร้อน แต่ละกลุ่มมีค่าสี L ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยค่าสี L เฉลี่ยของของลำไยอบแห้งในถุงสุญญากาศจะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ จากเดิม 22.64 เพิ่มขึ้นเป็น 23.23 ขณะที่ค่าสี L เฉลี่ยในถุงเคลือบและถุงร้อนมีค่าลดลงเล็กน้อยคือ จากเดิม 22.64 ลดลงเป็น 22.44 และ 22.20 ตามลำดับ การที่เนื้อลำไยมีค่าสี L ลดลงแสดงว่ามีความสว่างลดลงอันเป็นผลจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล Burda et al (1990)

ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของลำไยอบแห้งในลักษณะการเก็บทั้ง 3 วิธี ในแต่ละเดือนของการเก็บรักษา สามารถจำแนกค่าสี L ออกได้เป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มแรก ได้แก่ อายุ

การเก็บ 6 เดือน กลุ่มสองได้แก่ อายุการเก็บ 5 เดือน กลุ่มสามได้แก่ อายุการเก็บ 0 และ 2 เดือน กลุ่มสี่ได้แก่ อายุการเก็บ 2-3 และ 7 เดือน แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยค่าสี L ของลำไยอบแกะเนื้อที่มีอายุการเก็บตั้งแต่ 5 เดือนขึ้นไปจะมีค่าสี L เพิ่มขึ้นจากเดิมคือ เดิมค่าสี L เท่ากับ 22.64 เพิ่มขึ้นเป็น 23.71 ในเดือนที่ 5 และ เป็น 24.85 ในเดือนที่ 6 ตามลำดับ ขณะที่ค่าสี L จะลดลงจากเดิมในเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 4 และการเพิ่มค่าสี L ในเดือนที่ 5 และที่หก จะพบทั้งในถุงร้อน ถุงเคลือบ และถุงสุญญากาศ

จากตารางที่ 4.36 จากการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของลำไยอบแกะเนื้อในลักษณะการเก็บแต่ละวิธีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน สามารถจำแนกค่าสี a ออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ ถุงสุญญากาศ และถุงเคลือบ กลุ่มสองได้แก่ ถุงร้อน แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยค่าสี a ของลำไยอบแกะเนื้อในลักษณะการเก็บทั้ง 3 วิธีมีค่าลดลงคือจากเดิม 4.560 ลดลงเหลือ 3.894 3.886 และ 3.363 ตามลำดับ (ถุงสุญญากาศ ถุงเคลือบ ถุงร้อน) การที่มีค่าสี a ลดลงแสดงว่าสีของลำไยอบแกะเนื้อ มีสีคล้ำ (ดำ) มากขึ้น Ames et al (1994)

จากการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของลำไยอบแกะเนื้อในลักษณะการเก็บทั้ง 3 วิธี ในแต่ละเดือน สามารถจำแนกค่าสี a ออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มแรก ได้แก่ อายุการเก็บ 0 1 2 และ 3 เดือน กลุ่มสองได้แก่ อายุการเก็บ 4 และ 5 เดือน กลุ่มสาม ได้แก่ อายุการเก็บ 5 และ 6 เดือน แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยค่าสี a มีค่าลดลงอย่างชัดเจนและผลิตภัณฑ์มีสีดำขึ้นอย่างชัดเจนตั้งแต่เดือนที่ 4 เป็นต้นไป คือ ค่าสีลดลงจากเดิม 4.560 เหลือเป็น 3.193 2.887 และ 2.360 ตามลำดับ (เดือน 4 5 และ 6)

จากตารางที่ 4.37 พิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของลำไยอบแกะเนื้อในลักษณะการเก็บแต่ละวิธีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน สามารถจำแนกค่าสี b ออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรก ได้แก่ ถุงสุญญากาศ และถุงเคลือบ กลุ่มสองได้แก่ ถุงร้อน แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยมีค่าสี b ลดลงจากเดิมคือ จาก 3.500 เหลือเป็น 2.069 2.029 และ 1.577 ตามลำดับ การที่ค่าสี b (สีเหลือง) ลดลง แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองน้อยลง มีสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น

จากพิจารณาค่าสี L a และ b ของลำไยอบแกะเนื้อที่เก็บรักษาในลักษณะการเก็บทั้ง 3 วิธี ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน จะเห็นได้ว่าระหว่างการเก็บรักษา ค่าสี L a และ b มีค่าเปลี่ยนแปลงในทุกลักษณะการเก็บถึงแม้จะมีการเดิมสารดูดออกซิเจนด้วยแล้วก็ตาม เพียงแต่อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าสี L a และ b แตกต่างกันในแต่ละลักษณะการเก็บโดยค่าสี L a และ b ของลำไยอบแกะเนื้อในถุงสุญญากาศที่มีการเดิมสารดูดออกซิเจนจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ชัดถึงความแตกต่างของสีของลำไยอบแกะเนื้อที่บรรจุใน

ถุงสุญญากาศมีสีน้ำตาลอ่อนกว่าถุงเคลือบและถุงร้อน โดยมีสีใกล้เคียงกับลำไยอบแกะเนื้อที่เก็บรักษาในตู้เย็น การเติมสารดูดออกซิเจนเพื่อขจัดปริมาณออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์สามารถลดอัตราการเกิดสีน้ำตาล Bolin and Steele (1987) พบว่า การเติมสารดูดออกซิเจนในถุง Polyethylene-saran-polyester laminate ที่บรรจุแอปเปิ้ลแห้ง สามารถลดอัตราการเกิดสีน้ำตาลของแอปเปิ้ลแห้งที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5-17 ที่ 32° ซ ให้เหลือเพียง 30-40% ของการเกิดสีน้ำตาลของแอปเปิ้ลแห้งที่บรรจุถุงที่ไม่เติมสารดูดออกซิเจน นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีที่สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพคือการใช้ซิลิโคนฟอยล์ควบคู่กับการเติมสารดูดออกซิเจน

ตารางที่ 4.35 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของลำไยอบแกะเนื้อระหว่างการเก็บรักษา 6 เดือน

ลักษณะการเก็บ (วิธี)	ค่าสี L ของลำไยอบแกะเนื้อ							ค่าสี L เฉลี่ยของแต่ละลักษณะการเก็บ
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน	
1	22.64	22.26	21.58	20.18	20.94	23.06	24.72	22.20 b
2	22.64	22.24	22.10	22.08	21.02	22.88	24.12	22.44 b
3	22.64	22.40	22.30	22.10	22.32	25.18	25.70	23.23 a
ค่าเฉลี่ยของแต่ละเดือน	22.64c	22.30c	21.99cd	21.45d	21.43d	23.71b	24.85a	
ค่าวิกฤตสำหรับเปรียบเทียบ (เดือน)				0.5343				
ค่าวิกฤตสำหรับเปรียบเทียบ (ลักษณะการเก็บ)				0.8161				

ตารางที่ 4.36 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของลำไยอบแกะเนื้อระหว่างการเก็บรักษา 6 เดือน

ลักษณะการเก็บ (วิธี)	ค่าสี a ของลำไยอบแกะเนื้อ							ค่าสี a เฉลี่ยของแต่ละลักษณะการเก็บ
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน	
1	4.560	3.980	3.900	3.880	2.700	2.540	1.980	3.363b
2	4.560	4.480	4.300	4.340	2.940	3.340	3.240	3.886a
3	4.560	4.480	4.980	4.660	3.940	2.780	1.860	3.894a
ค่าเฉลี่ยของแต่ละเดือน	4.560a	4.313a	4.393a	4.293a	3.193b	2.887bc	2.360c	
ค่าวิกฤตสำหรับเปรียบเทียบ (เดือน)				0.69019				
ค่าวิกฤตสำหรับเปรียบเทียบ (ลักษณะการเก็บ)				0.4518				

ตารางที่ 4.37 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของลำไยอบแกะเนื้อระหว่างการเก็บรักษา 6 เดือน

ลักษณะการเก็บ (วิธี)	ค่าสี b ของลำไยอบแกะเนื้อ							ค่าสี b เฉลี่ยของแต่ละลักษณะการเก็บ
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน	
1	3.500	2.340	2.200	2.300	1.660	-0.3200	-0.6400	1.577b
2	3.500	2.920	2.800	3.000	1.680	0.4800	-0.1800	2.029a
3	3.500	3.160	3.100	2.740	2.560	0.4000	-0.980	2.069a
ค่าเฉลี่ยของแต่ละเดือน	3.500a	2.807b	2.700b	2.680b	1.967c	0.1867d	-0.6000e	
ค่าวิกฤตสำหรับเปรียบเทียบ (เดือน)				0.63758				
ค่าวิกฤตสำหรับเปรียบเทียบ (ลักษณะการเก็บ)				0.4174				

- หมายเหตุ :
- ค่าของข้อมูลแสดงในค่าเฉลี่ย
 - ตัวอักษรกำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันและแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันแสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
 - ลักษณะการเก็บ 1 = ถุงร้อน (PP) + สารดูดออกซิเจนที่อุณหภูมิ 25-30° ซ
 - ลักษณะการเก็บ 2 = ถุงเคลือบ + สารดูดออกซิเจนที่อุณหภูมิ 25-30° ซ
 - ลักษณะการเก็บ 3 = ถุงสุญญากาศ (Nylon/PE) + สารดูดออกซิเจนที่อุณหภูมิ 25-30° ซ

นอกจากวัดการเปลี่ยนแปลงของสีของลำไยอบแกะเนื้อในระหว่างการเก็บรักษา ได้ทำการวัดค่าความชื้น และ A_w ของลำไยอบแกะเนื้อที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่มีสารดูดออกซิเจนบรรจุอยู่ด้วย ได้ผลการวัดค่าความชื้นและ A_w ในแต่ละเดือน ผลดังตารางที่ 4.38 - 4.39 รายละเอียดดังนี้

จากตารางที่ 4.38 ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นเฉลี่ยของลำไยอบแกะเนื้อในลักษณะการเก็บแต่ละวิธี ในระยะเวลาเก็บ 6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง 25-30° ซ สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ ถุงร้อนและถุงเคลือบ กลุ่มสอง ได้แก่ ถุงสุญญากาศ โดยความชื้นของลำไยอบแกะเนื้อในถุงทั้ง 3 ชนิดต่างมีค่าลดลงจากเดิม และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นของลำไยอบแกะเนื้อในถุงสุญญากาศมีค่าลดลงมากที่สุด คือ จากเดิม 24.91 เหลือเป็น 24.13 รองลงมาคือ ถุงร้อน และถุงเคลือบ มีค่าความชื้นจากเดิม 24.91 เหลือเป็น 24.54 และ 24.59 ตามลำดับ

ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นเฉลี่ยของลำไยอบแกะเนื้อในลักษณะการเก็บทั้ง 3 วิธี ในแต่ละเดือนที่อุณหภูมิห้อง 25-30° ซ สามารถจำแนกออกได้เป็น 5 กลุ่มคือ กลุ่มแรกได้แก่

อายุการเก็บ 1 เดือน กลุ่มสองได้แก่ อายุการเก็บ 0 เดือน กลุ่มสามได้แก่ อายุการเก็บ 2 4 และ 5 เดือน กลุ่มสี่ได้แก่อายุการเก็บ 6 เดือน กลุ่มห้าได้แก่อายุการเก็บ 3 เดือน แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

จากตารางที่ 4.39 ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า Aw เฉลี่ยของลำไยอบแกะเนื้อในลักษณะการเก็บแต่ละวิธี ในระยะเวลาเก็บ 6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง 25-30° ซ สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มแรกได้แก่ รุงร้อน กลุ่มสองได้แก่ รุงเคลือบ และกลุ่มสามได้แก่ รุงสุญญากาศ แต่ละกลุ่มมีค่า Aw เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเดิมและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยรุงร้อนมีค่า Aw เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเดิมมากที่สุด รองลงมาคือ รุงเคลือบและรุงสุญญากาศ คือ จากเดิม 0.5825 เพิ่มขึ้นเป็น 0.5984 0.5972 และ 0.5904 ตามลำดับ

ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า Aw เฉลี่ยของลำไยอบแกะเนื้อในลักษณะการเก็บทั้ง 3 วิธี ในระยะเวลาเก็บแต่ละเดือนที่อุณหภูมิห้อง 25-30° ซ สามารถจำแนกออกได้เป็น 7 กลุ่มคือ กลุ่มแรกได้แก่ อายุการเก็บ 0 เดือน กลุ่มสองได้แก่ อายุการเก็บ 1 เดือน กลุ่มสามได้แก่ อายุการเก็บ 2 เดือน กลุ่มสี่ได้แก่อายุการเก็บ 4 เดือน กลุ่มห้าได้แก่อายุการเก็บ 3 เดือน กลุ่มหกได้แก่ อายุการเก็บ 5 เดือน กลุ่มเจ็ดได้แก่อายุการเก็บ 6 เดือน แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าลำไยอบแกะเนื้อที่บรรจุถุงสุญญากาศที่มีการเติมสารดูดความชื้นสามารถรักษาระดับความชื้นและค่า Aw ไว้ได้มากที่สุดมากกว่ารุงเคลือบและรุงร้อน

ตารางที่ 4.38 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นของลำไยอบแกะเนื้อระหว่างการเก็บรักษา

ลักษณะการเก็บ (วิธี)	ค่าความชื้นของลำไยอบแกะเนื้อ							ค่าความชื้นเฉลี่ยของแต่ละลักษณะการเก็บ
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน	
1	24.91	25.73	24.54	23.91	23.55	24.52	24.59	24.54a
2	24.91	25.24	24.19	23.71	24.81	24.82	24.44	24.59a
3	24.91	24.89	24.12	23.64	24.38	23.62	23.31	24.13b
ค่าเฉลี่ยของแต่ละเดือน	24.91b	25.29a	24.28c	23.75e	24.24c	24.32c	24.11d	
ค่าวิกฤตสำหรับเปรียบเทียบ (เดือน)				0.12125				
ค่าวิกฤตสำหรับเปรียบเทียบ (ลักษณะการเก็บ)				0.07937				

ตารางที่ 4.39 การเปลี่ยนแปลงค่า Aw ของลำไยอบแกะเนื้อระหว่างการเก็บรักษา

ลักษณะการเก็บ (วิธี)	ค่า Aw ของลำไยอบแกะเนื้อ							ค่า Aw เฉลี่ย
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน	ของแต่ละลักษณะการเก็บ
1	0.5825	0.5906	0.5915	0.5930	0.5930	0.6185	0.6195	0.5984a
2	0.5825	0.5850	0.5895	0.5955	0.6005	0.6140	0.6135	0.5972b
3	0.5825	0.5815	0.5880	0.5990	0.5870	0.5910	0.6035	0.5904c
ค่าเฉลี่ยของแต่ละเดือน	0.5825 a	0.5857b	0.5897c	0.5958e	0.5935d	0.6078f	0.6122g	
ค่าวิกฤตสำหรับเปรียบเทียบ (เดือน)				0.000797				
ค่าวิกฤตสำหรับเปรียบเทียบ (ลักษณะการเก็บ)				0.000522				

- หมายเหตุ :
- ค่าของข้อมูลแสดงในค่าเฉลี่ย
 - ตัวอักษรกำกับกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันและแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกันแสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
 - ลักษณะการเก็บ 1 = ถุงร้อน (PP) + สารดูดออกซิเจนที่อุณหภูมิ 25-30° ซ
 - ลักษณะการเก็บ 2 = ถุงเคลือบ (Al/PE) + สารดูดออกซิเจนที่อุณหภูมิ 25-30° ซ
 - ลักษณะการเก็บ 3 = ถุงสุญญากาศ (Nylon/PE) + สารดูดออกซิเจนที่อุณหภูมิ 25-30° ซ

2. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส และการวิเคราะห์ทางกายภาพ ของลำไยอบแกะเนื้อ เมื่อเก็บครบ 12 เดือน

ลำไยอบแกะเนื้อที่เก็บรักษาทั้ง 3 ลักษณะการเก็บ ถูกนำมาให้ผู้ชิมทำการทดสอบชิมเพื่อประเมินความพอใจที่มีต่อลำไยอบแกะเนื้อทั้ง 3 ตัวอย่าง ในด้านสี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และลักษณะโดยรวม โดยให้ผู้ชิมจำนวน 22 คน ทำการชิมตัวอย่างและให้คะแนนตามความพอใจ สเกล 1-7 โดย 1=ไม่ชอบเลย 7=ชอบมากที่สุด ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.40 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ผู้ชิมมีความพอใจรสชาติ และลักษณะโดยรวมของลำไยอบแกะเนื้อที่บรรจุในถุงฟรอยด์มากกว่าถุงร้อนและถุงสุญญากาศ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความพอใจของผู้ชิมที่มีต่อลำไยอบแกะเนื้อทั้ง 3 ลักษณะการเก็บ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เพียงแต่ถุงฟรอยด์จะได้คะแนนสูงกว่าตัวอย่างอื่น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าสี L a b ที่วัดได้นั้น ลำไยอบแกะเนื้อที่บรรจุในถุงฟรอยด์ มีค่าสี L a b สูงกว่าถุงอื่น โดยมีสีน้ำตาลแดง ขณะที่ถุงร้อนมีสีน้ำตาล

เข้มนมาก สำหรับค่า A_w จะเห็นได้ว่า ลำไยอบแกะเนื้อในถุงสุญญากาศมีค่าต่ำที่สุด และมีความแตกต่างจากถุงอีก 2 ชนิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ขณะที่ลำไยอบแกะเนื้อทั้ง 3 ลักษณะการเก็บ มีปริมาณความชื้นเหลืออยู่ใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.40 แสดงผลการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสของลำไยอบแกะเนื้อ หลังเก็บไว้ 12 เดือน

ลักษณะการเก็บ	คะแนนของลำไยอบแกะเนื้อครบ 12 เดือน			
	สี	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ลักษณะโดยรวม
ถุงร้อน ที่อุณหภูมิ 25-30°C	3.3636	4.000 b	5.2727	3.9545 ab
ถุงสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 25-30°C	3.4545	3.9545 b	4.6364	3.8182 b
ถุงฟรอยด์ ที่อุณหภูมิ 25-30°C	3.9545	4.8636 a	5.1818	4.6364 a

ตารางที่ 4.41 แสดงผลการประเมินค่าทางกายภาพของลำไยอบแกะเนื้อ หลังเก็บไว้ 12 เดือน

ลักษณะการเก็บ	ผลการวิเคราะห์ของลำไยอบแกะเนื้อครบ 12 เดือน				
	L	a	b	A_w	moisture
ถุงร้อน ที่อุณหภูมิ 25-30°C	23.4000 ab	2.6600 b	2.7400 b	0.6000 a	24.7550
ถุงสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 25-30°C	24.3200 a	2.7200 b	2.2000 b	0.5850 b	22.9500
ถุงฟรอยด์ ที่อุณหภูมิ 25-30°C	22.9800 b	4.4000 a	4.2200 a	0.6050 a	25.1950

หมายเหตุ : - ค่าของข้อมูลที่แสดงในแต่ละเดือนเป็นค่าเฉลี่ย
 - ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยทั้งในแนวตั้งแนวนอนเดียวกันและแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

5.3 ผลการศึกษาวิธีการเก็บรักษาลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้ง

1.ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้งระหว่างการเก็บรักษา 6 เดือน

จากการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้งในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ในลักษณะการเก็บ 8 วิธี โดยวัดการเปลี่ยนแปลงของสีด้วยเครื่องวัดสี (Minolta) ได้ผลตามตารางที่ 4.42-4.44 วัดค่าการเปลี่ยนแปลงของ A_w ด้วยเครื่องวัด (Novasima) และวัดค่าความชื้น (%) ด้วยวิธี AOAC ได้ผลตามตารางที่ 4.45-4.46 ตามลำดับ ผลการวัดทั้งค่าสี A_w และความชื้น จะถูกนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม Statistic Version 3.5 ด้วย

วิธี ANOVA และ LSD ทำให้ทราบความแตกต่างทางสถิติของค่าสี L a b Aw และความชื้นของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้งในลักษณะการเก็บ 8 วิธี ในระยะเวลา 6 เดือน ดังนี้

จากตารางที่ 4.42 ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี L เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บ 6 เดือนของลักษณะการเก็บแต่ละวิธี สามารถจำแนกค่าสี L (ความสว่าง) ของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกมีค่าสี L เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ได้แก่ ทุกวิธีที่เก็บที่ 25-30°ซ คือ ถุง PP ถุง OPP ถุง PE ในกล่องกระดาษ ถุง HDPE และถุง AI/PE กลุ่มที่สองมีค่าสี L เปลี่ยนแปลงน้อยมากตลอดระยะเวลาการเก็บ ได้แก่ทุกวิธีที่เก็บที่ 2-5°ซ คือ ถุง HDPE ถุง OPP และถุง PP ทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี L เฉลี่ยของลักษณะการเก็บทั้ง 8 วิธีในแต่ละเดือน สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ เริ่มต้น (0) เดือน 1 เดือน 2 เดือน 3 เดือน 4 เดือน 5 เดือน กลุ่มที่สอง ได้แก่ 1 เดือน 2 เดือน 3 เดือน 4 เดือน 5 เดือน และ 6 เดือน ซึ่งจะเห็นได้ว่าเฉพาะระยะเดือนที่ 6 ที่ค่าสี L ของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้ง มีความแตกต่างจากเริ่มต้น (0 เดือน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

จากตารางที่ 4.43 ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี a เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บ 6 เดือน ของลักษณะการเก็บแต่ละวิธี สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ ถุง PE ในกล่องกระดาษ ถุง HDPE และ PP ที่อุณหภูมิ 25-30°ซ และถุง OPP ที่อุณหภูมิ 2-5°ซ กลุ่มสอง ได้แก่ ถุง AI/PE ถุง PP ที่อุณหภูมิ 25-30°ซ และถุง OPP ที่อุณหภูมิ 2-5°ซ กลุ่มสาม ได้แก่ ถุง OPP ที่อุณหภูมิ 25-30°ซ ถุง PP และ HDPE ที่อุณหภูมิ 2-5°ซ แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ และเฉพาะ OPP ที่ 25-30°ซ กับ PP ที่ 2-5°ซ เท่านั้นที่พบว่าค่าสี a ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ขณะที่ลักษณะการเก็บอื่นมีค่าสี a เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บ

ถ้าหากพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี a เฉลี่ยของลักษณะการเก็บทั้ง 8 วิธีในแต่ละเดือน สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ 2-6 เดือน กลุ่มสอง ได้แก่ 1-2 เดือน กลุ่มสาม ได้แก่ 0-1 เดือน แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยค่าสี a จะมีความแตกต่างตั้งแต่ระยะเวลาเก็บ 3 เดือนขึ้นไป

จากตาราง 4.44 ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี a เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บ 6 เดือน ของลักษณะการเก็บแต่ละวิธี สามารถจำแนกค่าสี b (สีเหลือง) ของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้งได้เป็น 6 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ ถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 25-30°ซ กลุ่มที่สอง ได้แก่ ถุง PE ในกล่องกระดาษที่อุณหภูมิ 25-30°ซ ถุง PP ที่อุณหภูมิ 25-30°ซ และถุง AI/PE ที่อุณหภูมิ 25-30°ซ กลุ่มสาม ได้แก่ ถุง AI/PE ที่อุณหภูมิ 25-30°ซ ถุง OPP ที่อุณหภูมิ 2-5°ซ กลุ่มที่สี่

ได้แก่ ถุง OPP ที่อุณหภูมิ 2-5°C ถุง OPP ที่อุณหภูมิ 25-30°C กลุ่มที่ห้า ได้แก่ ถุง OPP ที่อุณหภูมิ 25-30°C และถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 2-5°C กลุ่มที่หก ได้แก่ ถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 2-5°C และถุง PP ที่อุณหภูมิ 2-5°C แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยค่า b จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บในทุกลักษณะการเก็บยกเว้นที่เก็บในถุง AI/PE ที่อุณหภูมิ 25-30°C ที่มีค่า b ลดลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บ และพบว่าลำไยย้อมสีแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 25-30°C มีการเปลี่ยนแปลงค่า b โดยมีค่าเพิ่มขึ้นมากที่สุด

ถ้าหากพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า b เฉลี่ยของลักษณะการเก็บทั้ง 8 วิธีในแต่ละเดือน สามารถจำแนก ค่า b (สีเหลือง) ของลำไยย้อมสีแช่อิ่มอบแห้งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ 1 2 3 4 5 และ 6 กลุ่มที่สอง ได้แก่ 0 1 และ 2 เดือน แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยค่า b จะมีความแตกต่างจากเริ่มต้นอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไป

จากตารางที่ 4.45 ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า Aw เฉลี่ยของลำไยย้อมสีแช่อิ่มอบแห้งตลอดระยะเวลาการเก็บ 6 เดือนของลักษณะการเก็บแต่ละวิธี จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงค่า Aw เฉลี่ย จะมีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง สำหรับลักษณะการเก็บที่มีค่า Aw เฉลี่ยลดลงหลังเก็บไว้ 6 เดือน ได้แก่ ที่เก็บในถุง OPP ถุง PP ถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 2-5°C และ ถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 25-30°C สำหรับลักษณะการเก็บที่มีค่า Aw เฉลี่ยเพิ่มขึ้นหลังเก็บไว้ 6 เดือน ได้แก่ ที่เก็บในถุง AI/PE ถุง PP ถุง OPP และถุง PE ในกล่องกระดาษ ที่อุณหภูมิ 25-30°C

ถ้าพิจารณาความแตกต่างของค่า Aw เฉลี่ยของลักษณะการเก็บแต่ละวิธี สามารถจำแนกออกได้เป็น 6 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ ถุง AI/PE ที่อุณหภูมิ 25-30°C มีค่า Aw สูงสุด กลุ่มที่สอง ได้แก่ ถุง PP และถุง PE ในกล่องกระดาษที่อุณหภูมิ 25-30°C กลุ่มสาม ได้แก่ OPP ที่อุณหภูมิ 25-30°C กลุ่มที่สี่ ได้แก่ ถุง PP ที่อุณหภูมิ 2-5°C และถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 25-30°C กลุ่มที่ห้า ได้แก่ ถุง OPP ที่อุณหภูมิ 2-5°C และกลุ่มที่หก ได้แก่ ถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 2-5°C แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า Aw เฉลี่ยของลักษณะการเก็บทั้ง 8 วิธีในแต่ละเดือน สามารถจำแนก ค่า Aw ออกได้เป็น 6 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ 1 เดือน กลุ่มที่สอง ได้แก่ 2 และ 3 เดือน กลุ่มสาม ได้แก่ 4 เดือน กลุ่มที่สี่ ได้แก่ 0 เดือน กลุ่มที่ห้า ได้แก่ 5 เดือน กลุ่มที่หก ได้แก่ 6 เดือน แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

จากตารางที่ 4.46 ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นเฉลี่ยของลำไยย้อมสีแช่อิ่มอบแห้งตลอดระยะเวลาการเก็บ 6 เดือนของลักษณะการเก็บแต่ละวิธีสามารถจำแนก ค่า

ความชื้นออกได้เป็น 6 กลุ่มจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด คือ กลุ่มแรก ได้แก่ ถุง OPP ที่ อุณหภูมิ 2-5°C กลุ่มที่สอง ได้แก่ ถุง PE ในกล่องกระดาษที่อุณหภูมิ 25-30°C ถุง AI/PE ที่อุณหภูมิ 25-30°C และถุง PP ที่อุณหภูมิ 25-30°C กลุ่มสาม ได้แก่ ถุง PP ที่อุณหภูมิ 25-30°C และ ถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 25-30°C กลุ่มที่สี่ ได้แก่ ถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 25-30°C และ ถุง PP ที่อุณหภูมิ 2-5°C กลุ่มที่ห้า ได้แก่ ถุง PP ที่ อุณหภูมิ 2-5°C และ ถุง OPP ที่ อุณหภูมิ 2-5°C กลุ่มที่หก ได้แก่ ถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 2-5°C แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยมีเพียง 2 ลักษณะการเก็บเท่านั้นที่มีค่าปริมาณความชื้นลดลง คือ ที่เก็บในถุง OPP และ HDPE ที่อุณหภูมิ 2-5°C ซึ่งสอดคล้องกับผลวิเคราะห์ค่า Aw ที่ลดลงเช่นกัน

ถ้าพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นเฉลี่ยของ ลักษณะการเก็บทั้ง 8 วิธีในแต่ละเดือน สามารถจำแนก ออกได้เป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้แก่ 3 เดือน กลุ่มที่สอง ได้แก่ 2 เดือน กลุ่มสาม ได้แก่ 1 และ 4 เดือน กลุ่มที่สี่ ได้แก่ 0 และ 5 เดือน กลุ่มที่ห้า ได้แก่ 6 เดือน แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ถ้านำค่า L a b ของลำไยย้อมสีเชอ้อมอบแห้งที่เก็บในลักษณะการเก็บทั้ง 8 วิธี มาหาค่าความแตกต่างของค่าสี L a b เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บ ที่แตกต่างจากค่าสี L a b เริ่มต้น จะเห็นได้ว่า ค่าสี L ที่เก็บที่อุณหภูมิ 25-30°C จะมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่า ที่อุณหภูมิ 2-5°C ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะผลิตภัณฑ์ คือ ลำไยย้อมสีเชอ้อมอบแห้งที่เก็บ ที่อุณหภูมิ 2-5°C จะมีลักษณะแห้งและขุ่น ขณะที่ลำไยย้อมสีเชอ้อมอบแห้งที่เก็บที่อุณหภูมิ 25-30°C มีลักษณะใสกว่า

สำหรับค่าความแตกต่างของค่าสี a พบว่า ลักษณะที่เก็บในถุง PP ที่อุณหภูมิ 2-5°C ถุง OPP ที่อุณหภูมิ 25-30°C ถุง AI/PE ที่อุณหภูมิ 25-30°C และถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 2-5°C มีความแตกต่างไปจากเดิมน้อยที่สุด คือ มีค่าความแตกต่าง -0.04 -0.21 +0.99 และ +1.09 ตามลำดับ ขณะที่ ถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 25-30°C มีความแตกต่างไปจากเดิมสูงสุด คือ +1.85

สำหรับค่าความแตกต่างของค่าสี b พบว่า ลักษณะที่เก็บในถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 2-5°C ถุง AI/PE ที่อุณหภูมิ 25-30°C ถุง OPP ที่อุณหภูมิ 25-30°C ถุง OPP ที่อุณหภูมิ 2-5°C และถุง PP ที่อุณหภูมิ 2-5°C มีความแตกต่างไปจากเดิมน้อยที่สุด คือ +0.04 +0.41 +0.43 +0.48 และ +0.51 ตามลำดับ ขณะที่ ถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 25-30°C มีความแตกต่างไปจากเดิมสูงสุด คือ +3.95

ถ้าพิจารณาค่าความแตกต่างไปจากเดิม ของค่า Aw และปริมาณความชื้นของลำไยย้อมสีเชอ้อมอบแห้ง ควบคู่กับ ค่าความแตกต่างของค่าสี a และค่าสี b จะเห็นได้ว่าลักษณะการเก็บที่อุณหภูมิ 25-30°C ถุง AI/PE และถุง OPP จะเหมาะสมกว่าลักษณะการเก็บแบบอื่นๆ เช่นเดียวกับที่อุณหภูมิ 2-5°C ถุง HDPE และ ถุง PP จะเหมาะสมกว่า

ตารางที่ 4.46 การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้งระหว่างการเก็บรักษา

ระยะการเก็บ	ค่าความชื้นของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้ง (%)							ค่าความชื้นเฉลี่ย ของแต่ละลักษณะ การเก็บ
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน	
1	13.32	15.59	15.75	15.67	13.85	13.30	9.76	13.89a
2	13.32	12.94	13.13	13.05	13.42	13.21	13.48	13.22e
3	13.32	13.54	13.80	14.18	13.98	13.22	13.03	13.58bc
4	13.32	13.04	12.99	13.43	13.48	13.56	13.63	13.35de
5	13.37	13.82	14.41	14.79	14.26	13.43	11.72	13.69b
6	13.32	14.50	14.50	14.80	14.19	13.27	9.765	13.48cd
7	13.32	13.02	13.54	14.12	12.79	12.75	11.75	13.04f
8	13.32	13.74	13.80	13.91	13.89	13.34	13.61	13.66b
เฉลี่ยแต่ละเดือน (%)	13.33d	13.77c	13.99b	14.24a	13.73c	13.26d	12.09e	
วิกฤตสำหรับการเปรียบเทียบ(เดือน)				0.12481				
วิกฤตสำหรับการเปรียบเทียบ(ลักษณะการเก็บ)				0.13343				

- หมายเหตุ : - ค่าของข้อมูลที่แสดงในแต่ละเดือนเป็นค่าเฉลี่ย
- ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยทั้งในแนวดิ่งแนวนอนเดียวกันและแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
- บรรจุภัณฑ์ที่ 1 = OPP ที่ 25-30°ซ 2 = OPP ที่ 2-5°ซ 3 = ถุง PP ที่ 25-30°ซ 4 = ถุง PP ที่ 2-5°ซ 5 = LDPE ในกล่องกระดาษ 25-30°ซ 6 = HDPE ที่ 25-30°ซ 7 = HDPE ที่ 2-5°ซ 8 = ถุง AI/PE ที่ 25-30°ซ

2. ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและผลการทดสอบประสาทสัมผัสของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้งเมื่อเก็บครบ 12 เดือน

ลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้งที่ยังคงรักษาสีหรือมีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อย จะถูกนำมาทดลองทางประสาทสัมผัส เพื่อทราบความพอใจของผู้ชิมที่มีต่อลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้งในด้าน สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และ ลักษณะโดยรวม ด้วยการให้คะแนนสเกล 1-7 1=ไม่ชอบที่สุด 7=ชอบมากที่สุด จำนวนผู้ชิมทั้งหมด 22 คน ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.47 พบว่าผู้ชิมพอใจสี และลักษณะโดยรวมของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบแห้งที่เก็บที่อุณหภูมิ 2-5°ซ มากกว่าที่อุณหภูมิ 25-30°ซ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับรสชาติผู้ชิมมีความพอใจรสชาติของลำไยย้อมสีแซ่ส้มอบ

แห้งที่เก็บในถุงเย็นหนาที่อุณหภูมิ 2-5°C มากกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ถ้าพิจารณาค่าสี L จะเห็นได้ว่า ถุงแก้วกับ ถุง foil ที่อุณหภูมิ 25- 30°C และถุงทั้ง 3 ชนิดที่อุณหภูมิ 2-5 °C จะมีค่าสีอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ทำให้เนื้อลำไยย้อมสีแฉล้มอบแห้งมีลักษณะเนื้อใสแต่เนื้อลำไยในถุง foil จะขุ่นเล็กน้อย ขณะที่ถุงร้อนและถุงเย็นหนาในกล่องกระดาษเนื้อลำไยมีลักษณะขุ่นมากสำหรับค่าสี a เนื้อลำไยย้อมสีแฉล้มอบแห้งในถุงร้อนและถุงเย็นหนาที่อุณหภูมิ 2-5 °C มีค่าต่ำ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีส้มสด ขณะที่ถุงแก้วมีค่าสี a มากกว่า ทำให้สีของเนื้อลำไยเป็นสีส้มคล้ำ และถุง foil มีค่าสี a สูงสุด ทำให้สีของเนื้อลำไยเป็นสีส้มแดง ค่า Aw และความชื้นเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

ตารางที่ 4.47 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลำไยย้อมสีแฉล้มอบแห้งเมื่อเก็บครบ 12 เดือน

ลักษณะการเก็บ	คะแนนของเนื้อลำไยย้อมสีแฉล้มอบแห้งครบ 12 เดือน			
	สี	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ลักษณะโดยรวม
ถุงแก้ว ที่อุณหภูมิ 25-30°C	3.8182 b	3.7727 bc	4.000	3.5455 b
ถุงAI/PE ที่อุณหภูมิ 25-30°C	3.6364 b	3.5000 c	4.0909	3.5455 b
ถุงร้อน ที่อุณหภูมิ 2-5°C	5.1364 a	4.6818 ab	4.3182	4.7273 a
ถุงเย็นหนา ที่อุณหภูมิ 2-5°C	5.0455 a	4.5909 a	4.5455	4.5455 a

ตารางที่ 4.48 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของลำไยย้อมสีแฉล้มอบแห้งเมื่อเก็บครบ 12 เดือน

ลักษณะการเก็บ	ผลการวิเคราะห์ของลำไยย้อมสีแฉล้มอบแห้ง 12 เดือน				
	L	a	b	Aw	Moisture
ถุงแก้ว ที่อุณหภูมิ 25-30°C	35.0600 bc	14.2000 bc	20.5200	0.5830 bc	13.3300 e
ถุงร้อน ที่อุณหภูมิ 25-30°C	41.0400 a	15.5400 b	23.3800	0.5730 e	13.8000 bc
ถุงเย็นบางในกล่องกระดาษ ที่อุณหภูมิ 25-30°C	40.1600 a	14.6800 bc	22.9200	0.5735 de	13.8200 bc
ถุงเย็นหนา ที่อุณหภูมิ 25-30°C	30.5800 c	14.6000 bc	21.5000	0.5940 a	14.4200 a
ถุงฟรอยด์ ที่อุณหภูมิ 25-30°C	38.0400 bc	16.5600 a	23.7600	0.5775 cde	13.5400 de
ถุงแก้ว ที่อุณหภูมิ 2-5°C	35.7000 bc	14.8600 bc	20.5600	0.5740 de	13.4900 de
ถุงร้อน ที่อุณหภูมิ 2-5°C	35.5400 bc	12.8200 c	19.0800	0.5820 bcd	13.6300 cd
ถุงเย็นหนา ที่อุณหภูมิ 2-5°C	35.8000 bc	13.0000 c	20.1400	0.5900 ab	13.9150 b

หมายเหตุ : - ค่าของข้อมูลที่แสดงในแต่ละเดือนเป็นค่าเฉลี่ย
 - ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยทั้งในแนวดิ่งและแนวนอนเดียวกันและแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. จากการศึกษาทดลองหาวิธียืดอายุการเก็บลำไยสดให้ได้อย่างน้อย 30 วัน เพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นเนื้อลำไยอบแห้งทั้งหมด 15 วิธี คือที่อุณหภูมิ 25 – 30°C ทั้งหมด 9 วิธี และที่อุณหภูมิ 2 – 5°C ทั้งหมด 6 วิธี พบว่า วิธีที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 25 – 30°C ได้ 30 วัน มีทั้งหมด 6 วิธีคือ 011 021 051 061 081 และ 083 วิธีที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสดที่อุณหภูมิ 2 – 5°C มีทั้งหมด 5 วิธีคือ 012 022 031 032 และ 007
2. จากการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี พบว่า วิธีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 – 30 °C จะมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณเกลือ ปริมาณกรด และปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท มากกว่าที่อุณหภูมิ 2 – 5°C ส่วนปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตรวจไม่พบในเนื้อลำไยทั้งที่อุณหภูมิ 25 – 30°C และที่อุณหภูมิ 2 – 5°C
3. จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลำไยอบแห้งที่ผ่านวิธีการเก็บในแต่ละวิธี โดยให้คะแนน 7 point hedonic พบว่า เนื้อลำไยอบแห้งที่ผ่านวิธีการเก็บที่อุณหภูมิ 2 – 5°C ได้รับความพอใจจากผู้บริโภคมากกว่าที่อุณหภูมิ 25 – 30°C โดย 022 ได้รับความพอใจมากที่สุด รองลงมาคือ 007 012 032 และ 031 ตามลำดับ ส่วนเนื้อลำไยอบแห้งที่ผ่านวิธีการเก็บที่อุณหภูมิ 25 – 30°C 051 ได้รับความพอใจมากที่สุด รองลงมาคือ 021 083 081 011 และ 061 ตามลำดับ
4. ในการคัดเลือกวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสด โดยพิจารณาจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาโดยคิดต่อลำไย 1 กิโลกรัม รวมทั้งขั้นตอนการทำที่มีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ จึงได้ทำการคัดเลือกวิธีการเก็บรักษาลำไยสด 3 วิธีคือ
 - การดองในสารละลาย(021) ซึ่งประกอบด้วยแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 1.5 โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.1 โปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 1500 ppm และกรดซิตริกร้อยละ 0.25 อัตราส่วนสารละลายต่อลำไย 1.3 : 1
 - การนำผลลำไยมาล้างและรมควันกัมมะถัน 30 นาที (ผงกัมมะถัน 1 กรัมต่อลำไย 1 กิโลกรัม)บรรจุถุงพลาสติกเก็บในตู้เย็น 2 – 5°C (007)
 - การนำผลลำไยมาล้าง คัดเอาผลเน่าและแตกออก นำมาอบในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 80°C 12 ชั่วโมง และ 70°C 12 ชั่วโมงติดต่อกัน บรรจุถุงพลาสติกที่มีซิลิกาเจล 10 กรัม/ถุง อัตราส่วนลำไยแห้งต่อซิลิกาเจล 100 : 1 (051)

5. จากการพัฒนาวิธีการแปรรูปลำไยอบน้ำผึ้ง พบว่า การนำเนื้อลำไยที่ผ่านวิธีการเก็บในตู้เย็น (007) มาแชในสารละลายน้ำผึ้ง 5% เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง จะทำให้ลำไยอบน้ำผึ้งที่ได้มีรสหวานน้อยลงโดยมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และน้ำตาลรีดิวซ์น้อยกว่าลำไยอบน้ำผึ้งที่แชในน้ำผึ้ง 5% 5 นาทีผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า การแชในน้ำผึ้ง 5 นาที หรือ 1.5 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในด้านกลิ่น รสชาติ และลักษณะโดยรวม แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในด้านสี และลักษณะเนื้อสัมผัสโดยพอใจลำไยที่แช 1.5 ชั่วโมงมากกว่า นั่นคือ ระยะเวลาที่ใช้ในการแชน้ำผึ้งควรอยู่ในช่วงเวลา 5 – 90 นาที ผลิตรภัณฑ์ลำไยอบน้ำผึ้งจะยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

จากการศึกษาระยะเวลาการอบ พบว่า ระยะเวลาการอบเพียง 10 ชั่วโมงที่ 60% ความเร็วลม 1.56 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะให้ลำไยอบน้ำผึ้งที่มีความชื้น 27.315% Aw 0.585

6. ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการแช่และ การย้อมสี พบว่า ในการย้อมสีเพื่อให้สีติดดี และไม่เข้มมากจนเกินไป ควรใช้อัตราส่วนของน้ำสี : ลำไย 2 : 1 ระยะเวลาแช่น้ำสี 2 ชั่วโมง ก่อนนำไปต้มเพื่อตรึงสี ที่อุณหภูมิ 70 °ซ เป็นเวลา 5 – 10 นาที สามารถไล่อากาศออกจากเนื้อลำไยได้โดยไม่ทำให้เนื้อลำไยนิ่ม และพบว่าผู้บริโภคมีความพอใจสีที่เข้มมากกว่าสีอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนวิธีการแช่ พบว่าอัตราส่วนของน้ำแช่ที่แช : ลำไย ไม่ว่าจะเป็น 2 : 1 หรือ 1 : 1 ไม่ส่งผลต่อความพอใจของผู้บริโภค และระยะเวลาที่ใช้ในการแช่แบบช้า สามารถขยายเวลาในการแช่ออกไปจากเดิม 24 ชั่วโมงเป็น 48 ชั่วโมง ถึงทำการปรับความหวานให้เพิ่มขึ้นได้โดยไม่เน่าเสีย

7. จากการพัฒนาวิธีการแปรรูปเนื้อลำไยย้อมสีแช่อบแห้ง ได้ทดลองหาวิธีการย้อมสีที่เหมาะสม พบว่า วิธีการย้อมสีวิธีที่ 3 ซึ่งใช้ความเข้มข้นของสี 75 ppm กรด 0.15% อัตราส่วนลำไย : น้ำสี 1 : 2 แชไว้ 1 ชั่วโมง นำมาต้มจนวัดได้ 70 °ซ เป็นเวลา 10 นาที แชต่อที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง นำไปล้างน้ำเพื่อชะล้างสีที่เกินออก เป็นวิธีการย้อมสีที่ให้สีเป็นที่พอใจของผู้ชิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับวิธีแช่ พบว่า วิธีที่ให้มีการเติมกรดลงไป ในน้ำแช่ร้อยละ 0.3 ลงไปในน้ำแช่ที่มีความหวาน 40 องศาบริกส์ในอัตราส่วน ลำไย : น้ำแช่ 1 : 1 ต้มเดือดเป็นเวลา 7 นาที แชไว้ 48 ชั่วโมง ช้อนลำไยขึ้น ปรับน้ำแช่ให้ได้ 40 องศาบริกส์ ต้มเดือด เอาลำไยลงแช่ไว้อีก 48 ชั่วโมง ช้อนขึ้นต้มน้ำแช่ให้เดือด ปรับน้ำแช่ให้ได้ 45 องศาบริกส์ เอาลำไยแช่ 24 ชั่วโมง ช้อนขึ้นนำไปอบต่อไป เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับ
- วิธีการอบ ได้ทดลองหาระยะเวลาของการอบโดยใช้ความเร็วลมต่างกัน

พบว่า ที่ความเร็วลม 11 กิโลเมตร/ชั่วโมง ที่ 60 °ซ ใช้เวลาอบ 6-9 ชั่วโมง

ที่ความเร็วลม 1.56 กิโลเมตร/ชั่วโมง ที่ 60 °ซ ใช้เวลาอบ 13 ชั่วโมง

จะได้ลำไยย้อมสีแช่อบแห้งที่มีความชื้น 18-20%

8. จากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสของลำไยเชื่อมย้อมสี 2 สูตร และผลเซนรีเชื่อมย้อมสี ด้วยวิธี descriptive analysis with scaling พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างลำไยเชื่อมย้อมสีทั้ง 2 สูตร กับผลเซนรีเชื่อมย้อมสี ในด้านสี ความน่าทาน รสหวาน รสเปรี้ยว รสฝาด และลักษณะเนื้อสัมผัส เฉพาะความเลื่อมมันเท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่า ลำไยเชื่อมย้อมสีมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำกว่า แต่มีปริมาณซูโครสสูงกว่าผลเซนรีย้อมสี
9. ผลการศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้อบลำไยทั้งเปลือก เพื่อลดความชื้นให้เหลือ 30-35% พบว่า ที่ความเร็วลม 11 กิโลเมตร/ชั่วโมง ถ้าใช้อุณหภูมิที่ใช้ออบ 80°C 12 ชั่วโมง และ 70°C 11 ชั่วโมง จะให้ลำไยอบแห้งที่มีความชื้นเหลืออยู่ 26.50% จึงควรลดระยะเวลาการอบลง เพื่อให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นตามต้องการ และที่ความเร็วลม 1.56 กิโลเมตร/ชั่วโมง ถ้าใช้ อุณหภูมิ 70°C 6 ชั่วโมง 80°C 12 ชั่วโมง และ 70°C 6 ชั่วโมงติดต่อกัน จะให้ลำไยอบแห้ง ที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเหลืออยู่ 33±685% ตามต้องการ
10. จากการทดลองนำลำไยอบเปลือกที่เก็บรักษาไว้โดยเติมซิลิกาเจล มาแกะเนื้อและอบต่อให้แห้ง ในรูปลำไยอบแกะเนื้อ โดยใช้อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง พบว่า เนื้อลำไยแกะ เนื้ออบแห้งมีปริมาณความชื้นเหลืออยู่ 23.74% ซึ่งสูงเกินกว่ามาตรฐาน จึงควรเพิ่มเวลาในการอบให้นานขึ้น เป็น 6-8 ชั่วโมงติดต่อกัน สำหรับลำไยที่ต้องการอบทั้งเปลือกจนแห้งนั้น ให้นำมาอบที่ 70°C 12 ชั่วโมง จะได้ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่มีความชื้น 18.64%
11. จากผลการศึกษาวิธีการเก็บรักษามลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง ในลักษณะการเก็บต่างๆ เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า ไม่ว่าจะเก็บลักษณะการเก็บวิธีใดสีของมลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งจะเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิที่เก็บ โดยที่อุณหภูมิต่ำ 2-5°C อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าสี L a b จะเป็นไปอย่างช้าๆ เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลง ค่า Aw และความชื้นทำให้สีใกล้เคียงกับของสด ขณะที่อุณหภูมิ 25-30°C การเปลี่ยนแปลงค่าสี L a b Aw และความชื้นจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ลำไยอบแห้งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เพียงแต่ความเข้มของสีจะแตกต่างไปตามลักษณะการเก็บเท่านั้น

จากผลการเก็บรักษาลำไยอบแห้ง 7 ลักษณะการเก็บ พบว่าที่อุณหภูมิ 25 – 30 °C ในช่วง 6 เดือน ถุงร้อนจะสามารถรักษาสีได้ดีกว่าถุงเย็นบางในกล่องกระดาษและถุงเย็นหนาตามลำดับ แต่เมื่อเก็บครบ 12 เดือนปรากฏว่าถุงเย็นบางในกล่องกระดาษให้ค่าสี a มากกว่าถุงร้อนและถุงเย็นหนา ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ชิม 22 คน พบว่า ผู้ชิมมีความพอใจเนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บที่อุณหภูมิ 2-5°C ในด้านสีและลักษณะโดยรวม และเนื้อลำไยที่เก็บในถุงร้อนที่อุณหภูมิ 2-5°C ได้รับความพอใจมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และที่อุณหภูมิ 25-30°C

ถุงเย็นหนาได้รับความพอใจในเรื่องรสชาติมากกว่าถุงร้อนและถุงเย็นบางในกล่องกระดาษ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

จากผลการเก็บรักษาน้ำผลไม้แช่เยือกแข็งเนื้อใน 3 ลักษณะการเก็บที่อุณหภูมิ 25-30°C โดยทุกวิธีจะมีสารดูดออกซิเจนอยู่ด้วย พบว่าหลังการเก็บ 6 เดือน ค่าสี L ของน้ำผลไม้แช่เยือกแข็งเนื้อในถุงสุญญากาศที่มีการเติมสารดูดออกซิเจน จะมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด เช่นเดียวกับ ค่า Aw และความชื้น ส่วนค่าสี a และ b ถุงฟรอยด์และถุงสุญญากาศไม่มีความแตกต่าง แต่มีค่ามากกว่าถุงร้อนอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเก็บครบ 12 เดือน ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ชิมมีความพอใจรสชาติและลักษณะโดยรวมของน้ำผลไม้แช่เยือกแข็งเนื้อในถุงฟรอยด์ มากกว่าถุงร้อน และถุงสุญญากาศ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับค่าสี L a b ที่มีค่า L น้อยกว่า และค่า a b มากกว่าถุงสุญญากาศ และถุงร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดลองการเก็บรักษาน้ำผลไม้แช่เยือกแข็งเนื้อใน 8 ลักษณะการเก็บ หลังการเก็บ 6 เดือน พบว่า ถุง AI/PE และถุง OPP เหมาะสมที่จะรักษาสีผลิตภัณฑ์ให้คงอยู่มากกว่าลักษณะการเก็บแบบอื่นๆ ที่อุณหภูมิ 25-30°C สำหรับที่อุณหภูมิ 2-5°C ถุง HDPE และ PP เหมาะสมกว่า เมื่อเก็บครบ 12 เดือน ผลการทดสอบ พบว่า ผู้ชิมพอใจสีและลักษณะโดยรวมของน้ำผลไม้แช่เยือกแข็งเนื้อในถุงอุณหภูมิ 2-5°C มากกว่าที่อุณหภูมิ 25-30°C และพอใจรสชาติที่เก็บในถุงเย็นหนาที่ 2-5°C มากกว่าตัวอย่างอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับค่า L b และ a ซึ่งมีค่าน้อย ทำให้มีลักษณะสีสดและใส

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้แช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ 25 – 30°C ควรใช้ถุง foil ที่มีการเติมสารดูดออกซิเจน จะช่วยรักษาสีและรูปร่างของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าถุงสุญญากาศ
2. ถ้าต้องการให้น้ำผลไม้แช่เยือกแข็งมีความมันวาว และมีรสหวานน้อยลง อาจใช้ glucose syrup แทนน้ำตาลทราย
3. ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมโดยใช้สารดูดความชื้นควบคู่กับสารดูดออกซิเจนในถุงร้อนและถุงเย็นหนา หรือการใช้สารดูดความชื้นร่วมกับการอัดแก๊สไนโตรเจน

บรรณานุกรม

1. กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์(2521) การแปรรูปลำไย หนังสือที่ระลึก " วันลำไย " 5 – 7 สิงหาคม จังหวัดลำพูน
2. ชัยโย ชัยชาญทิพยุทธ(2535) หมอชาวบ้าน มีนาคม หน้า 24 – 25
3. ชิงชิง ทองดี (2535) การรวมควั่นซัลเฟอร์ไดออกไซด์หลังการเก็บเกี่ยวลำไยและลั่นจี่เพื่อการส่งออก เอกสารการฝึกอบรมการรวมควั่นซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับลำไยสด ณ โรงแรม รามาร์เด็นส์ 18 มีนาคม
4. ดนัย บุญเกียรติ (2535) การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวลำไยในเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออก เอกสารประกอบการฝึกอบรม โดยกรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ร่วมกับ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 26 มิถุนายน หน้า 47
5. บริษัทพีทีเอเซียแปซิฟิกจำกัด (2540) เครื่องอบลำไยพีที 9710 เอกสารเผยแพร่แผ่นพับ
6. ปุ่น และ สมพร คงเจริญเกียรติ (2541) บรรจุภัณฑ์อาหาร บริษัทแพคเกจจิ้ง จำกัด หน้า 62 และ 115 – 122
7. มรกต สาพันธ์ และ รัตนา อัดตปัญญา (2536) การเก็บลำไยสดโดยการแช่ในสารละลายที่อุณหภูมิห้อง ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
8. เรณู ปิ่นทอง และ จันทรหอม สมสงวน (2537) ลำไยประดับอาหาร วารสารวิทยาศาสตร์ 28 : 283 – 297
9. รัตนันท์ พรรณารุณทิว และ รัตนา อัดตปัญญา (2534) การแปรรูปลำไยเชื่อมย้อมสีจากลำไยสดที่เก็บรักษาไว้ในสารละลายเกลือแคลเซียมคลอไรด์ ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
10. รัตนา อัดตปัญญา ลักษณะ มิน่าม และ สุนทร วงศ์สวัสดิ์ (2520) การศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาวิธีการทำลำไยแห้งที่เหมาะสมกับลำไยแต่ละพันธุ์ รายงานวิจัยเสนอต่อองค์การบริหารส่วนจังหวัดเชียงใหม่
11. รัตนา อัดตปัญญา (2533) การทำลำไยอบแห้ง เอกสารเผยแพร่ประกอบภาพ จัดพิมพ์โดย กระทรวงพาณิชย์

12. รัตนา อัดตปัญญา (2540) การแปรรูปผลผลิตลำไยและลิ้นจี่ เอกสารการฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยียุคใหม่ในการผลิตลิ้นจี่และลำไย ณ โรงแรมเชียงใหม่ฮอติล จัดโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
13. รัตนา อัดตปัญญา กมล งามสมสุข อนุสนธิ์ อัดตปัญญา ศรัณย์ อารยะสฤษฎ์ และ เยาวเรศ เขาวนพูนผล (2541) อุตสาหกรรมการแปรรูปลำไย รายงานวิจัยเสนอต่อ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
14. สุธีรา ไชยเทพ และ รัตนา อัดตปัญญา (2540) ลำไยอบแห้ง ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
15. Alzamora, S.M ; L.N. Gerschenson ; P. Cerruti and A.M. Rojas (1989) Shelf – stable pineapples for long – term non refrigerated storage. Lebensm. – Wiss. U. Technol. 22 : 233 – 236.
16. Ames, J.M. ; L. Bates and D.B. Macdougall(1994) Colour development in an intermediate moisture maillard model system. In Maillard reaction chemistry, food and health. Edited by T.P. Labuza ; G.A. Reineccius ; V.M. Monnier ; J.O'Brien and J.W. Baynes. Hardnolls Ltd. pp. 120 – 125.
17. AOAC (1990) Association of official analytical chemists. Arlington, VA. Official method of analytical 15th edition.
18. Barbosa – Canovas, Gustavo V ; Usha R. Pothakamury ; Enrique Palou and Barry G. Swanson(1998) Nonthermal preservation of food. Marcal Dekkar INC.
19. Barbaza - Canovas, Gustavo V. and H. Vega – Mercado (1960) Dehydration of Foods. Chapman and Hall.
20. Bolin, H.R and R. J. Steel (1987) Nonenzymatic browning in dried apples during storage. J. Foods Sci. Vol. 52 No. 6
21. Burda, S.; W. Olezek and C.Y. Lee (1990) Phenolic compounds and their changes in Apple during maturation and cold storage. J. Agric. Food Chem. 38 : 945
22. Connie, K. (1994) Drying fruit with honey. J. Amer. Bee 5 : 326 – 327.
23. Cruess, W.V. (1958) Commercial fruit and vegetable products. McGraw – Hill Book Co. Ltd. 4th Edition p 476 – 485.

24. Garcia, A. ; D. Castro ; M. Feanandaz ; E. Sevilans ; I. Vicente ; V. Acosta ; C. Casals.
(1998) Proposed new technology for preservation of banana pulp by combined method.
Alimentaria, No. 289, 71 – 74.
25. Hodge, John E. (1953) Dehydrated food : chemistry of browning reactions in model systems. J. Agricultural and food chemistry. Vol. 1 No.15.
26. Kanchanapakornchai, U. and Somchai Prabhavat(1985) Dehydration of Longan. Asean – Thailand food technology research and development project. 1982 – 1985.
27. Leistner L.(1992) Food preservation by combined method. *Food research international* 25 : 151 – 158.
28. Lopez – Malo, A. and E. Palou(1994) Shelf – stable high moisture papaya minimally processed by combined methods. *Food research international* 27(6) : 545 – 553.
29. Lopez – Malo, A. ; E. Palou ; P. Corte and A. Argaiz.(1995) Storage stability of pineapple slices preserved by combined method. IFT annual meeting, book of abstracts, p 68.
30. Mclellan, M.R.; R.W. Kine; C.Y. Lee and T.M Long (1995) Effect of honey as antibrowning agents in light raisin processing. *J. Food Proc. Preserv.* 19: 1 - 8
31. Prabhavat, B. ; Udom Kanchanapakornchai ; Jantree Boonpunt, Somchit Onhem ; and Orapin Chairasop.(1985) Production of Longan candy and glace. Asean – Thailand food technology research and development project. 1982-1985.
32. Rahman, M. Shafiur and Jack Lamb* (1990) Osmotic dehydration of pineapple. *J. Fd. Sci. Technol.* Vol. 27, No3,
33. Rizzi, G.P.(1994) The maillard reaction of foods in maillard reaction in chemistry, food and health ; Edited by T.P. Labuza ; G.A. Reineccius ; V.M. Monnier ; J.O'Brun and J.W. Baynes, Hardnoll Ltd. p 11 – 19.
34. Sapper, G.M.; L. Garzarella and V. Pilizota (1990) Application of browning inhibitors cut apple and potato by vacuum and pressure infiltration. *J. Food Sci.* 55, 1049
35. Somogyi, Laszlo P. ; Diane M. Barrett and V.H. Huio(1996) Processing fruit : science and technology. Technomic publishing INC. vol2.

36. Stollman, U. ; F. Johanson and A Leufven.(1994) *Packaging and food quality in shelf life evaluation of foods*, Edited by C.M.D. Man and A.A. Jones. Blackie Academic and Professional. p. 57.
37. Woodroof, J.G. and B.S. Luh.(1975) *Commercial fruit processing*. The AVI publishing.

ภาคผนวก ก.

วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การวิเคราะห์คุณภาพ

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ (Physical Analysis)

1. การวัดปริมาณน้ำอิสระ (Aw)

นำตัวอย่างเนื้อลำไยมาตีป่นเป็นเนื้อเดียวกัน (โดยไม่ต้องเจือจางน้ำ) บรรจุลงในตลับใส่ตัวอย่าง นำไปอ่านค่า Aw ด้วยเครื่อง Thermoconstanter Novasina Model TH200 ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

2. การวัดความแน่นเนื้อ

นำตัวอย่างเนื้อลำไยทั้งเม็ด มาวัดแรงตัดด้วยเครื่อง Instron 5565 โดยตั้งอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที ขนาด Load Cell 100 นิวตัน อ่านค่าเป็นหน่วยนิวตัน (N) ทำการวัด Treatment ละ 10 เม็ด (ครั้ง)

3. การวัดค่าสี

นำตัวอย่างเนื้อลำไยทั้งเม็ดมาวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี Chroma Meter (Minolta) ทำการวัด Treatment ละ 5 เม็ด 2 ซ้ำ โดยวัดค่าเป็น

- ค่า L (Lightness) = ค่าความสว่าง
- ค่า a = สีแดง ถ้าค่าเป็น +
= สีเขียว ถ้าค่าเป็น -
- ค่า b = สีเหลือง ถ้าค่าเป็น +
= สีนํ้าเงิน ถ้าเป็นค่า -

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (Chemical Analysis)

วิธีเตรียมตัวอย่าง

1. ลำไยสด : ปั่นเนื้อลำไยให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันนาน 3 นาที
2. ลำไยอบแห้ง : ชั่งเนื้อลำไยมา 20 กรัม เติมนํ้ากลั่น 100 มิลลิกรัม ปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกันนาน 3 นาที

1. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, °Brix)

(AOAC International, 1995.)

นำตัวอย่างลำไยป่นมาวัดด้วยเครื่อง Hand refractometer (Nippon Optical work, model 507-1.) อ่านค่าที่ได้มีหน่วยเป็น °Brix ซึ่งแต่ละตัวอย่างจะทำการวัด 3 ซ้ำ และทำการ Standardized ด้วยนํ้ากลั่นทุกครั้ง

2. ปริมาณกรดทั้งหมด (Total titrable acidity, % as citric acid)

(AOAC International, 1995.)

นำตัวอย่างลำไยป่น 10 กรัม ใส่ฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน หยดสารละลายฟีนอล์ฟธาเลอินที่มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด นำมาทำการไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนถึงจุดยุติ ซึ่งจะได้อาหารละลายมีสีชมพูอ่อน ทำการไตเตรทตัวอย่างละ 2 ครั้ง นำปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทำไตเตรทมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดซิตริกจากสูตร

$$\% \text{ Citric acid} = \frac{\text{ml. NaOH} \times \text{N. NaOH} \times \text{meq. Citric acid}}{\text{sample (g)}} \times 100$$

เมื่อ ml. NaOH	=	ปริมาตรเฉลี่ยของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไตเตรท คิดเป็น มิลลิลิตร
N. NaOH	=	ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไตเตรท คิดเป็น นอร์มัล
	=	0.1 N
meq. Citric acid	=	มิลลิอควิวาเลนต์ ของกรดซิตริก
	=	0.070
sample (g)	=	ปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ไตเตรท คิดเป็น กรัม

3. ความเป็นกรดเป็นด่าง (Final pH) (AOAC International, 1995.)

ตัวอย่างลำไยป่นมาวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter (Microprocessor pH meter., Model pH 537.) ซึ่งมีการปรับค่ามาตรฐานในการวัดแต่ละตัวอย่างด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่า pH เท่ากับ 7.00 และ 4.00 ตามลำดับ ทำการวัดค่าตัวอย่างละ 2 ข้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

4. ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (AOAC 1990.)

เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

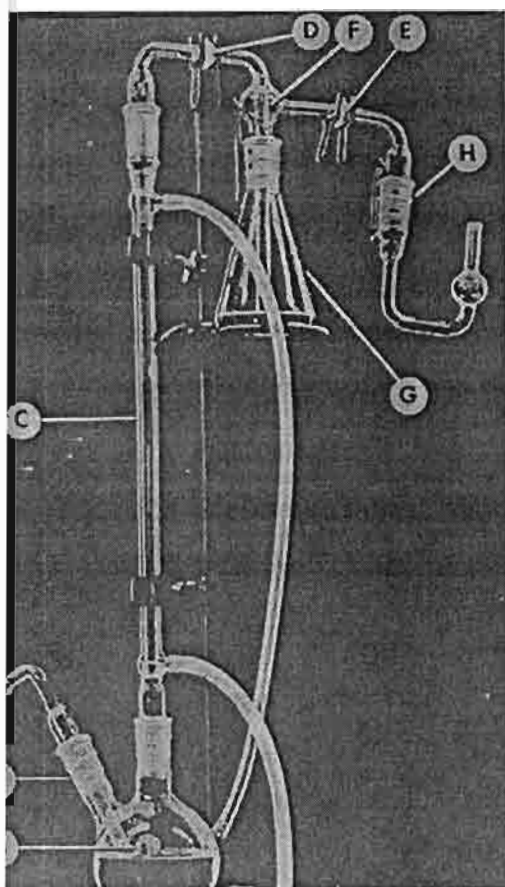
1. ชุดเครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์
2. เตาให้ความร้อน (Heating mantle) ใช้ขนาด Flask 1 ลิตร สามารถปรับความร้อนได้
3. ถังแก๊สไนโตรเจนพร้อมหัวควบคุม ที่มีไนโตรเจนบริสุทธิ์ 99.9%

สารเคมี

- | | | | |
|-------------------------|-------|--------------------|------|
| 1. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ | 3% | 2. บรอมโมฟีนอลบลู | 0.1% |
| 3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ | 0.05N | 5. กรดเกลือเข้มข้น | |

วิธีการ

1. ปลอ่ยน้ำเย็นไหลผ่านเครื่องควบแน่น (Condenser)
2. เติม 25 ml 3% H_2O_2 ลงใน Flask G และ 10 ml ลงในหลอดดักแก๊ส H
3. ชั่งตัวอย่าง 50 กรัมที่ผสมอย่างดียกลงใน ขวด B โดยผ่านทางท่อ A ที่ gas ผ่านเข้ามา แล้วล้างอาหารที่ค้างในท่อ A ด้วยน้ำ 300 ml
4. ปิด A ทันที และต้องแน่ใจว่าทุกส่วน grease แน่นดี ไม่รั่ว
5. เอาท่อ A ออกแล้วเติม 20 ml conc. HCl ลงไปช้าๆ จนหมด ใส่ท่อ A ตามเดิมให้สังเกตว่ามีฟองอากาศเข้าในขวด B หรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าท่อเชื่อมไม่สนิท
6. ปลอ่ย gas เข้าไปในท่อ A โดยให้มีอัตราการไหล 15-20 ฟอง/นาที
7. แรงไฟปลอ่ยให้เดือดภายใน 5 นาที แล้วลดไฟลงให้เดือดช้าๆประมาณ 1 ชั่วโมง
8. เมื่อครบกำหนด ปลอ่ย H_2O_2 จาก H ลงสู่ Flask G ล้าง H ด้วยน้ำ เติม 3 หยด bromophenol blue ลงไปไตเตรท ด้วย 0.05 N NaOH จนได้สีฟ้าอ่อน



การคำนวณ

$$\begin{aligned}
 1 \text{ ml } 0.1N \text{ NaOH} &= 3.2 \text{ mg } SO_2 \\
 \text{ถ้า } 50 \text{ g ตัวอย่าง} &= \frac{32 \times 1000 \times N \text{ of NaOH} \times \text{ml of NaOH}}{\text{ml of sample.}} \\
 \text{อย่างต้อง} & \\
 SO_2 \text{ ppm} &= \frac{32 \times 1000 \times 0.05 \times 4.1}{50} \\
 &= 131.2
 \end{aligned}$$

5. ปริมาณความชื้น

ซึ่งตัวอย่างเนื้อลำไยป่นที่ไม่มีการเจือน้ำมา 5 กรัม ใส่ในจานโลหะที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนัก นำไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 100-105°ซ เป็นเวลาติดต่อกันประมาณ 2 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปอบซ้ำจนได้น้ำหนักคงที่ โดยค่าที่ได้ไม่ควรจะต่างกันเกิน 0.05 กรัม คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่หายไป} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}}$$

6. ปริมาณเกลือ (Salt) (AOAC 1990.)

วิธีการ

- ชั่งตัวอย่าง 10 กรัมใส่ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไป 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน นำไปทำให้เป็นกลาง โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล โดยใช้กระดาษลิตมัสอินดิเคเตอร์
- เติมน้ำกลั่นไปแดงเขียนโครเมตความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ลงไป 2 มิลลิลิตร เป็นอินดิเคเตอร์ ไตเตรตสารละลายทั้งหมดกับสารละลายเงินไนเตรท ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์จนมีสีส้ม ทำการไตเตรทซ้ำ 3 ครั้ง คำนวณหาค่าเฉลี่ยสารละลายเงินไนเตรทที่ใช้
- คำนวณปริมาณเกลือ โดย 1 มิลลิลิตร ของสารละลายเงินไนเตรท ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับเกลือ 0.00585 กรัม

7. ปริมาณกรดซอร์บิก (Sorbic acid content) (AOAC 1990.)

การเตรียมสารเคมี

- สารละลายกรดเมตาฟอสฟอริก [Metaphosphoric acid solution] :ซึ่งกรดเมตาฟอสฟอริกปริมาณ 5 กรัม ละลายในน้ำ 250 มิลลิลิตรและเจือจางเป็น 1 ลิตรด้วยเอทานอล [Absolute ethanol]
- สารละลายปิโตรเลียมอีเธอร์ [Petroleum ether]และไดเอทิลอีเธอร์ [Diethyl ether] ความเข้มข้น 1:1(ปริมาตรต่อปริมาตร)

วิธีการ

- ชั่งตัวอย่างที่ปั่นละเอียดมา 10 กรัม ใส่ในเครื่องปั่น เติมสารละลายกรดเมตาฟอสฟอริก จำนวน 100 มิลลิลิตร ปั่นนาน 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
- ดูดสารละลายที่กรองได้ จำนวน 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในกรวยแยกขนาด 250 มิลลิลิตร และเติมสารผสมของปิโตรเลียมอีเธอร์และไดเอทิลอีเธอร์ 100 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเขย่าส่วนผสมนาน 1 นาที ตั้งทิ้งให้แยกชั้น
- เก็บสารละลายในชั้นของอีเธอร์(ชั้นบน) และ ทำให้แห้งด้วยโซเดียมซัลเฟต ประมาณ 5 กรัม รินสารละลายส่วนใสไปวัดค่า absorbance ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 250 นาโนเมตร โดยเทียบกับน้ำกลั่นเติมกรดเมตาฟอสฟอริกดังตัวอย่าง นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อคำนวณหาความเข้มข้นของโปแตสเซียมซอร์เบทของตัวอย่างในรูปกรดซอร์บิก

8. ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมด [Lane and Eynon, 1976]

การเตรียมสารเคมี

- สารละลาย Carey1: สารละลายซิงค์อะซิเตทไฮเดรต $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ จำนวน 21.9 กรัม ในน้ำกลั่นที่มีกรดอะซิติก 3 กรัม และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
- สารละลาย Carey 2: สารละลายโปแตสเซียมไซยาไนด์ $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ จำนวน 10.6 กรัม ในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
- สารละลาย Fehling 1: ละลายคอปเปอร์ซัลเฟต เพนตะไฮเดรต $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ จำนวน 34.639 กรัม ในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร
- สารละลาย Fehling 2: โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) จำนวน 50 กรัมและโซเดียมโปแตสเซียมทาร์เทต $KNaC_4O_6 \cdot 4H_2O$ จำนวน 173 กรัม ปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น
- สารละลายไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 6.34 นอร์มอล : ตวงกรดไฮโดรคลอริกจำนวน 528.33 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร

วิธีการ

- นำตัวอย่างลำไยขึ้นมา 10 กรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Carez 1 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเติม สารละลาย Carez 2 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรทั้งหมดเท่ากับ 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman เบอร์ 1) สารละลายที่ได้จะนำมาใช้เป็นสารละลายตัวอย่างในการหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์
- ปิเปตสารละลาย Fehling1 และสารละลาย Fehling2 อย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ใน ฟลากลขนาด 125 มิลลิลิตร เติมลูกแก้วลงไป 2-3 ลูก นำมาไต่เตรกับสารละลาย ตัวอย่างซึ่งบรรจุอยู่ในบิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร ที่มีปลายอในขณะไต่เตรทให้ฟลากลตั้งอยู่บน เตาบุนเซนเพื่อให้สารละลายทำปฏิกิริยากันในสภาพสารละลายเดือด หยดสารละลาย เมธิลีนบลูลงไป 1-2 หยด ไต่เตรทจนสีฟ้าจางหายไปหมดเหลือตะกอนอิฐสีแดงอยู่ก้นฟลากล ทำการไต่เตรทตัวอย่างละ 3 ครั้ง นำปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการไต่เตรทมาหาค่าเฉลี่ยแล้วนำมาคำนวณ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ต (D_1)
- การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์หลังอินเวอร์ต ใช้สารละลายน้ำตาลตัวอย่างในการหาปริมาณ น้ำตาลรีดิวซ์ ที่เหลือจากตอนแรก เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 6.34 นอร์มอล แล้วนำไปอุ่นใน water-bath ที่อุณหภูมิ 70°C นานประมาณ 10 นาที ทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็วแล้วปรับส่วนผสมทั้งหมดให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 5 โมลาร์ เมื่อได้สารละลายที่เป็นกลางแล้ว นำไปปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นไต่เตรทเช่นเดียวกับตอนแรก นำปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการไต่เตรทมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำมาคำนวณปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์หลังอินเวอร์ต (D_2)

$$\text{ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด} = D_1 + S$$

$$S \text{ คือ } \text{เปอร์เซ็นต์น้ำตาลซูโครส} = \text{เปอร์เซ็นต์ผลต่าง} (D_2 - D_1) \times 0.95$$

แบบทดสอบทางประสาททางประสาทสัมผัส (Descriptive analysis with sealing)

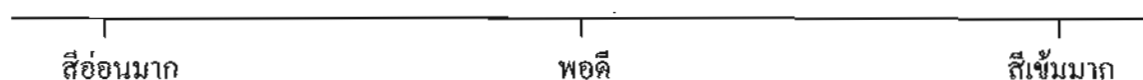
ผลิตภัณฑ์ลำไยเชื่อมย้อมสี

1. โปรดอ่านแบบทดสอบ
2. โปรดพิจารณาลักษณะที่ปรากฏให้เห็นของตัวอย่าง และให้ลากเส้นตั้งฉากตัดเส้นในแนวนอนตรงตำแหน่งที่สามารถระบุลักษณะที่ปรากฏให้เห็นของตัวอย่าง
3. โปรดชิมตัวอย่าง และให้ลากเส้นตั้งฉากตัดเส้นในแนวนอนตรงตำแหน่งที่สามารถระบุลักษณะของตัวอย่าง

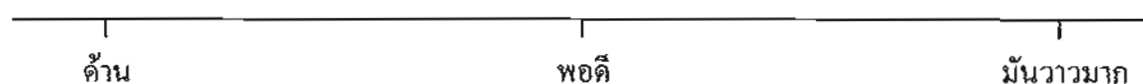
ตัวอย่างวิธีการออกแบบทดสอบ



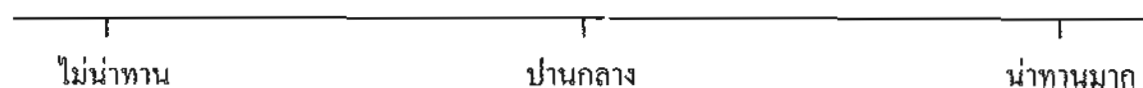
ตัวอย่างทดสอบทั้งหมด 3 ตัวอย่าง คือ หมายเลข 001 002 และ 003 ปัจจัยที่ต้องการทดลอง
สีของตัวอย่าง



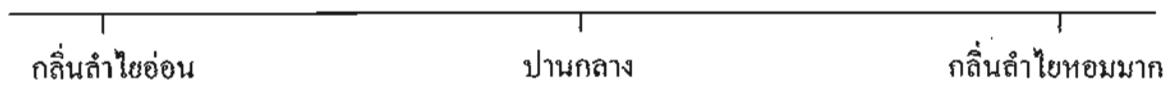
ความเลื่อมมันของตัวอย่าง



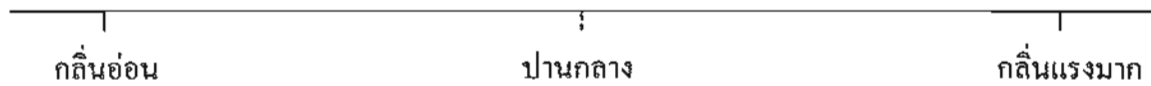
ความน่ารับประทานโดยรวม



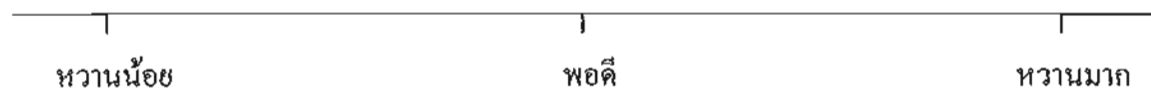
กลิ่นลำไยของตัวอย่าง



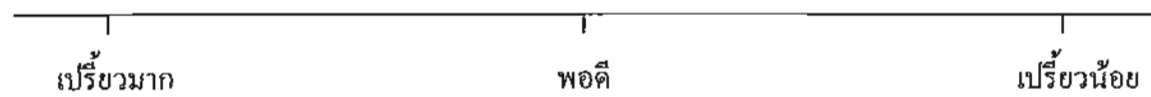
กลิ่นอื่นๆที่ไม่ใช่กลิ่นลำไย



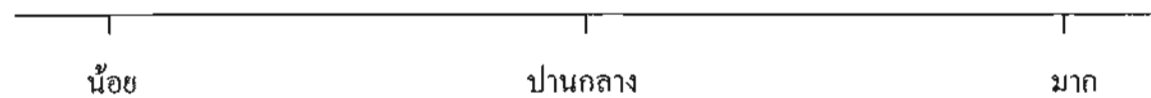
รสหวาน



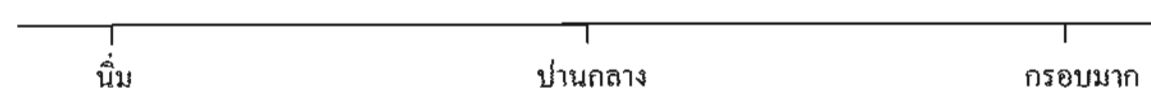
รสเปรี้ยว



รสเค็ม(ฝาด)



ลักษณะเนื้อสัมผัส



ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี
คณะวิจัย

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส (Paired Comparison)

ผลิตภัณฑ์ลำไยอบน้ำผึ้ง

เมื่อท่านได้ชิมตัวอย่างลำไยทั้ง 2 หมายเลขนี้แล้ว กรุณากรอกข้อมูลในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ท่านเห็นว่าตรงกับความรู้สึกของท่าน

	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ชอบ 071 มากกว่า 007					
ชอบ 007 มากกว่า 071					

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี
คณะผู้วิจัย

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส (Scoring)

ผลิตภัณฑ์ลำไยย้อมสีแอมม็อบแห้ง

โปรดชิมตัวอย่างลำไยย้อมสีแอมม็อบแห้ง และทำเครื่องหมายหน้าข้อความที่ตรงกับความรู้สึกของท่านที่มีต่อตัวอย่างตามคุณลักษณะต่อไปนี้

1. ความเข้มของสี

- | | | | | | |
|--------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| ตัวอย่าง 001 | ☐ เข้มมาก | ☐ เข้ม | ☐ พอดี | ☐ อ่อน | ☐ ชืด |
| ตัวอย่าง 002 | ☐ เข้มมาก | ☐ เข้ม | ☐ พอดี | ☐ อ่อน | ☐ ชืด |
| ตัวอย่าง 003 | ☐ เข้มมาก | ☐ เข้ม | ☐ พอดี | ☐ อ่อน | ☐ ชืด |

2. ความพอใจต่อสีตัวอย่าง

- ☐ ชอบสี 001 มากกว่า 002 และ 003
- ☐ ชอบสี 002 มากกว่า 001 และ 003
- ☐ ชอบสี 003 มากกว่า 001 และ 002
- ☐ ชอบสี 001 และ 002 เท่ากัน
- ☐ ชอบสี 002 และ 003 เท่ากัน
- ☐ ชอบสี 003 และ 001 เท่ากัน
- ☐ ไม่ชอบ 001
- ☐ ไม่ชอบ 002
- ☐ ไม่ชอบ 003

3. ความพอใจที่มีต่อรสชาติของตัวอย่าง

- ☐ ชอบรสชาติของ 001 มากกว่า 002 และ 003
- ☐ ชอบรสชาติของ 002 มากกว่า 001 และ 003
- ☐ ชอบรสชาติของ 003 มากกว่า 001 และ 002
- ☐ ชอบรสชาติของ 001 และ 002 เท่ากัน
- ☐ ชอบรสชาติของ 002 และ 003 เท่ากัน
- ☐ ชอบรสชาติของ 003 และ 001 เท่ากัน

4. ลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่าง

- ☐ ชอบ 001 มากกว่า 002 และ 003
- ☐ ชอบ 002 มากกว่า 001 และ 003
- ☐ ชอบ 003 มากกว่า 001 และ 002
- ☐ ชอบ 001 และ 002 เท่ากัน
- ☐ ชอบ 002 และ 003 เท่ากัน
- ☐ ชอบ 003 และ 001 เท่ากัน
- ☐ ไม่ชอบ 001
- ☐ ไม่ชอบ 002
- ☐ ไม่ชอบ 003

5. ลักษณะโดยรวมของตัวอย่าง

- ☐ ชอบ 001 มากที่สุด
- ☐ ชอบ 002 มากที่สุด
- ☐ ชอบ 003 มากที่สุด

ข้อเสนอแนะที่มีต่อตัวอย่าง.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี
คณะผู้วิจัย

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส (Ranking)

ผลิตภัณฑ์ลำไยย้อมสีแสดอิมอบแห้ง

โปรดพิจารณาตัวอย่างลำไยย้อมสีแสดอิมอบแห้งทั้ง 4 ตัวอย่างในด้านสี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และลักษณะโดยรวม ทำการชิมและให้คะแนนด้วยการเรียงลำดับความชอบที่มีต่อตัวอย่างจากมากที่สุด = อันดับหนึ่ง ไปยังน้อยที่สุด = อันดับสี่

ลักษณะที่ทดสอบ	สูตรลำไยย้อมสีแสดอิมอบแห้ง			
	010	015	020	030
สี				
รสชาติ				
ลักษณะเนื้อสัมผัส				
ลักษณะโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส (Hedonic scale)

ผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยอบแห้ง

คำชี้แจงในการทดสอบทางประสาทสัมผัส : กรุณาทดสอบชิมเพื่อประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในแต่ละคุณลักษณะ คือ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และลักษณะโดยรวม โดยแสดงเป็นระดับคะแนนความชอบตั้งแต่ 1 – 7 ดังนี้

- 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด
- 2 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมาก
- 3 คะแนน หมายถึง ไม่ค่อยชอบ
- 4 คะแนน หมายถึง เฉยๆ
- 5 คะแนน หมายถึง ชอบเล็กน้อย
- 6 คะแนน หมายถึง ชอบ
- 7 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด

กรุณากรอกระดับคะแนนความชอบตามความคิดเห็นของผู้ทดสอบชิม ในแต่ละลักษณะของผลิตภัณฑ์ ลงในตาราง

ลักษณะที่ทดสอบ	ระดับความชอบ					
	รหัสตัวอย่างของผลิตภัณฑ์					
	253	524	769	328	436	672
สี						
กลิ่น						
รสชาติ						
ลักษณะเนื้อสัมผัส						
ลักษณะโดยรวม						

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

ภาคผนวก ข.
ภาพประกอบงานวิจัย



รูป ข : 1 ลักษณะลำไยของสูตรต่างๆที่อุณหภูมิห้อง ครบ 30 วัน



รูป ข : 2 ลักษณะเนื้อลำไยของสูตรต่างๆที่อุณหภูมิห้อง ครบ 30 วัน



รูป ข : 3



รูป ข : 4

รูป ข : 3 ลักษณะลำไยดองในไห ครบ 30 วัน

รูป ข : 4 ลักษณะการเก็บลำไยในตู้เย็น

รูป ข : 5 ลักษณะเนื้อลำไยหลังเก็บในตู้เย็น 30 วัน

รูป ข : 6 ลักษณะการเก็บลำไยอบลมร้อน



รูป ข : 5



รูป ข : 6



รูป ข : 7 การแช่น้ำสีเพื่อย้อมสี



รูป ข : 8 การแช่น้ำผึ้งเพื่อทำล้าโยบบน้ำผึ้ง



รูป ๙ : 9 ผลิตภัณฑ์ตำโอบน้ำผึ้ง



รูป ๑๐ : 10 ผลิตภัณฑ์ตำโอบส้มเขียวหวาน



รูป ข : 11 ผลิตภัณฑ์ลำไยเชื่อมข้มสี



ลำไยอบแกะเนื้อ

รูป ข : 12 ผลิตภัณฑ์ลำไยอบแกะเนื้อ



รูป ข : 13 ผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งเปลือก



รูป ข : 14 ลักษณะการเก็บเนื้อลำไยอบ
แห้งที่อุณหภูมิ 2-5°C



รูป ข : 15 ลักษณะการเก็บเนื้อลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิ 25-30°C



รูป ข : 16 ลักษณะการเก็บลำไยรูปแบบต่างๆ