

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 วิธีแช่เย็นลำไยทั้งเปลือกที่ผ่านการรมควันกัมมะถัน 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 พบว่าความเข้มของสี 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 โดยลำไยเชื่อมย้อมสีมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำกว่าและมีปริมาณทอร์สสูงกว่า

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

กิตติขรรคมประกาศ

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 : ศึกษาวิธีการเก็บรักษาลำไสดเพื่อยืดอายุการเก็บลำไสดให้ได้อย่างน้อย 30 วันเพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นเนื้อมะม่วงอบแห้ง	15
1.1 วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไสดที่อุณหภูมิห้อง(25 – 30 °ซ)	15
1.2 วิธีการยืดอายุการเก็บลำไสดที่อุณหภูมิตู้เย็น(2 – 5°ซ)	16
1.3 การวิเคราะห์	17
1.4 การอบลำไย	17
ตอนที่ 2 : เปรียบเทียบคุณภาพระหว่างเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ทำจากลำไยที่เก็บรักษาแต่ละวิธี กับเนื้อมะม่วงอบแห้งที่ทำจากลำไสด	18
2.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี	18
2.2 การประเมินค่าทางประสาทสัมผัส	18
ตอนที่ 3 : คัดเลือกวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไสดที่เหมาะสมเพื่อการแปรรูปเป็นเนื้อมะม่วงอบแห้งในเชิงพาณิชย์	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 แซ่ส้มอบแห้ง.....	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 สารละลายบรรจุไห 45 วัน ที่อุณหภูมิห้อง.....	61

ตารางที่ 4.23	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักในระหว่างการอบของลำไยย้อมสีแฉล้มอบแห้ง 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 Aw 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 Aw ของลำไยอบแกะเนื้อระหว่างการเก็บรักษา.....	84
ตารางที่ 4.40	แสดงผลการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสของลำไยอบแกะเนื้อ หลังเก็บไว้ 12 เดือน.....	85

ตารางที่ 4.41	แสดงผลการประเมินค่าทางกายภาพของลำไยอบแกะเนื้อ หลังเก็บไว้ 12 เดือน.....	85
ตารางที่ 4.42	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้งระหว่างการเก็บรักษา....	89
ตารางที่ 4.43	การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้งระหว่างการเก็บรักษา....	89
ตารางที่ 4.44	การเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้งระหว่างการเก็บรักษา....	90
ตารางที่ 4.45	การเปลี่ยนแปลงค่า Aw ของลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้งระหว่างการเก็บรักษา....	90
ตารางที่ 4.46	การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นของลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้ง ระหว่างการเก็บรักษา.....	91
ตารางที่ 4.47	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้ง เมื่อเก็บครบ 12 เดือน.....	92
ตารางที่ 4.48	ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของลำไยย้อมสีแซฟฟรอนแห้ง 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 ประเทศจีนซึ่งไม่เคยส่งนำเข้ามาก่อน 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 Aw 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 ในสารละลายโดยลำไยส่วนใหญ่ยังมียีสขึ้นได้ 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 มาแปรรูปเป็นลำไยเชื่อมอบแห้ง พบว่า ผู้บริโภคพอใจลำไยเชื่อมอบแห้งที่ทำจากวิธีการเก็บในสารละลายน้ำเกลือมากกว่าที่เก็บในสารละลายแคลเซียมออกไซด์ และมีความพอใจลำไยเชื่อมอบแห้งที่ทำจากลำไยที่เก็บไว้ในสารละลายน้ำเกลือเป็นเวลา 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 ระยะเวลาที่ใช้ในการอบสำหรับพันธุ์เบ๊ยาวเขียวแห้ง แดง ดอ คือ 52 47 46 และ 40 ชั่วโมงตามลำดับ สำหรับการอบเนื้อลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 0.5% 30 นาที อุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 65 °ซ ระยะเวลาที่ใช้ในการอบสำหรับพันธุ์เบ๊ยาวเขียว 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) ได้ทดลองอบลำไยที่ผ่านการแช่โซเดียมไบซัลไฟต์ 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) ได้ทดลองอบเนื้อลำไยที่ผ่านการแช่สารละลายโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 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 องศาบริกซ์ ก่อนนำมาอบให้แห้ง ควรนำผลไม้มาจุ่มในน้ำเดือดเพื่อชะล้างน้ำเชื่อมที่ผิว (23) มรกตและรัตนนา (7) ศึกษาการแปรรูปลำไยแช่อิ่มอบแห้ง ที่ทำจากลำไยสดที่ผ่านการเก็บรักษาในสารละลายเกลือ และในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ด้วยการนำลำไยขึ้นจากสารละลายล้างน้ำ นำมาคว้านเอาแต่เนื้อและแช่ในน้ำปูนใส 0.5% 30 นาที นำมาแช่อิ่มในน้ำเชื่อม 35 องศาบริกซ์ ที่เดือดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง รุ่งขึ้นปรับความหวานของน้ำเชื่อมเพิ่มขึ้น 10 องศาบริกซ์ เติมกรดซิตริกลงไป 0.1% น้ำเชื่อม แช่ลำไยไว้ 24 ชั่วโมง วันรุ่งขึ้นทำซ้ำจนมีความเข้มข้นของน้ำเชื่อมวัดได้ 65 องศาบริกซ์ 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 เติมน้ำผสมอาหารลงไป 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.
- กรดอะซีติก (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

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ทำการทดลองเก็บรักษาลำไยสดทั้งในลักษณะเปลือกเปลือก และทั้งเปลือก ที่อุณหภูมิห้อง $25 - 30^{\circ}\text{C}$ และอุณหภูมิตู้เย็น $2 - 5^{\circ}\text{C}$ วิธีการเก็บรักษาทุกวิธี 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 โดยนำลำไยทั้งเปลือกที่มีก้านติดหัวเล็กน้อย 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 °ซ)

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 ปลอยให้สะเด็ดน้ำ บรรจุถุงพลาสติกรัดปากถุงให้แน่น 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 ก่อนบรรจุถุงพลาสติก รัดปากถุงให้แน่นเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 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 คว้านเอาเมล็ดออกด้วยตุ้ตู่ และแกะเปลือก นำเนื้อลำไยมาล้างน้ำให้สะอาดนำเข้าอบในตู้อบลมร้อน ขนาด 1.05 X 0.7 X 0.55 เมตร ที่อุณหภูมิ 70°ซ ความเร็วลม 1.56 กิโลเมตร / ชม.

สำหรับลำไยสด นำมาล้างน้ำ 2 น้ำ คว้านเอาเมล็ดออกด้วยตุ้ตู่ 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 จากลำไยสดที่ผ่านการคั่วในสารละลาย 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

ลำไยสดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยการคั่วในสารละลายที่มีแคลเซียมคลอไรด์ 1.5% กรดซิตริก 0.25% โปแตสเซียมซอร์เบต 0.1% และโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 0.15% เป็นเวลาอย่างน้อย 30 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ถูกนำมาล้างน้ำ 2 น้ำ คั่วานเอาเมล็ดออกด้วยตุ้ตทุหรือมีด ปอกเปลือกออก ล้างน้ำ 1 ครั้ง นำมาแช่ในน้ำสะอาด $\frac{1}{2}$ ชั่วโมง โดยใช้อัตราส่วน น้ำ : เนื้อ 2 : 1 เพื่อชะล้างสารในน้ำคั่วออกจากเนื้อ 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°C 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°C 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°C 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°C 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 ถูกนำมาจุ่มในน้ำเดือด เพื่อชะล้างน้ำเชื่อมที่ติดผิวด้านนอกของเนื้อลำไยออก 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. ช้อนขึ้น 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 ช้อนลำไยขึ้น 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 ช้อนลำไยขึ้น 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 ช้อนลำไยขึ้น 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% โพแทสเซียมซอร์เบท 0.1% และโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 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 นำน้ำเชื่อมที่ใช้แช่อิ่มมาต้มเดือด เติมน้ำตาลให้ได้ 60 องศาบริกส์ เติมกรดซิตริก 0.1% และโซเดียมเบนโซเอต 0.1% ลงไป กรองด้วยผ้าขาวบาง

การบรรจุขวด นำขวดมาล้างและต้มในน้ำเดือดอย่างน้อย 5 นาที นำมาบรรจุเนื้อลำไยเชื่อมย้อมสีจนเต็มขวด เทน้ำเชื่อมลงไปจนเต็ม ปิดฝาขวดให้แน่น ได้ลำไยเชื่อมย้อมสี

ถ้าต้องการทำเป็นลำไยเชื่อมย้อมสีกึ่งแห้ง ให้นำมาจุ่มในน้ำเดือดและอบที่ 60°C ประมาณ 4-5 ชั่วโมง

2. การวิเคราะห์

เนื้อลำไยเชื่อมย้อมสี นำมาวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพเช่นเดียวกับเนื้อลำไยย้อมสีแช่อิ่มอบแห้ง 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 แผลงัดเจาะออก 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

ให้ขังน้ำหนักลำไยในระหว่างการอบ 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 เช่นเดียวกับเนื้อลำไยย้อมสีและเชื่อมอบแห้ง

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. เนื้อลำไยย้อมสีและเชื่อมอบแห้ง ที่ทำจากลำไยที่ผ่านการเก็บรักษาในสารละลายสูตร 021 เป็นเวลา 1 เดือน

3. ลำไยแกะเนื้ออบแห้งที่ทำจากลำไยอบแห้งเปลือก 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 แผนการเก็บรักษาสลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง

ชนิดของผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิที่เก็บรักษา 25-30°C					อุณหภูมิที่เก็บรักษา 2-5°C			
	ชนิดของบรรจุภัณฑ์					ชนิดของบรรจุภัณฑ์			
เนื้อลำไยอบแห้ง (ควบคุม)	OPP	PP	LDPEใน กล่อง กระดาษ	HDPE		OPP	PP	HDPE	
ลำไยย้อมสีแช่อบแห้ง	OPP	PP	LDPEใน กล่อง กระดาษ	HDPE	Al/PE	OPP	PP	HDPE	
ลำไยแกะเนื้ออบแห้ง	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 : ผลการศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บลำไยสดให้ได้อย่างน้อย 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 ผลการยีสต์อายุการเก็บลำไยสดที่อุณหภูมิห้อง (25 - 30°ซ)

วิธีการเก็บรักษา (รหัสหมายเลข)	ระยะเวลาที่ เก็บได้ (วัน)	ลักษณะทั่วไป หลังการเก็บ	ลักษณะผลลำไย หลังการเก็บ	ลักษณะ สารละลายหลังการเก็บ
101	30	ปกติ	เปลือกสีเหลืองน้ำตาลเนื้อนุ่มยุ่ย สี เนื้อเหลืองคล้ำ ปนสีเทาๆบ้าง	สีเหลืองน้ำตาลใส
201	20	มีการ ferment และ เชื้อราขึ้นในบางถุง	เปลือกสีน้ำตาลคล้ำเนื้อคล้ำมาก ออกดำๆ ลักษณะเนื้อนุ่มและ	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 กรอบแต่นุ่มกว่า 011	สีเหลืองอ่อน ขุ่น
061	30	ปกติ น้ำหนักหายไป 2.5% - 10%	เปลือกสีน้ำตาลส้ม เนื้อสีเหลืองน้ำตาล อมเทา เนื้อปกติค่อนข้างนุ่ม แน่นออกเหนียว	สีน้ำตาลส้ม ใส
081	30	ปกติ น้ำหนักหายไป 9.5% - 15%	เปลือกสีน้ำตาลส้มแต่สีสว่างกว่า 061 เนื้อสีเหลืองน้ำตาลอมเทา อ่อนกว่า 061 เนื้อปกติค่อนข้างนุ่ม แน่น ออกเหนียวมากกว่า 061	สีน้ำตาลส้มขุ่น
083	30	ปกติ น้ำหนักหายไป 10% - 15%	เปลือกมีสีเหลืองน้ำตาลและมีสีส้ม น้ำตาลกระจายเป็นแห่งๆ สีเปลือก สวยมาก เนื้อมีสีเหลืองน้ำตาลอม เทา ลักษณะเนื้อปกติ ค่อนข้างนุ่ม แน่นออกเหนียวใกล้เคียง 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
0.085 ± 0.0000	012	0.0900 ± 0.0000	0.0950 ± 0.0070	0.1300 ± 0.0141
0.085 ± 0.0000	022	0.0800 ± 0.0141	0.0950 ± 0.0070	0.1000 ± 0.0282
0.090 ± 0.0000	031	0.0850 ± 0.0070	0.0800 ± 0.0141	0.0700 ± 0.0000
0.090 ± 0.0000	032	0.0800 ± 0.0000	0.0800 ± 0.0000	0.0700 ± 0.0000
0.080 ± 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°C และอุณหภูมิ 2 – 5°C (ในถุงพลาสติก)

ค่า pH ของเนื้อลำไยสด	รหัส ทดลอง	ค่า pH ของเนื้อลำไยสดในระหว่างเก็บ ที่อุณหภูมิ 25 – 30°C		
		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°C		
	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

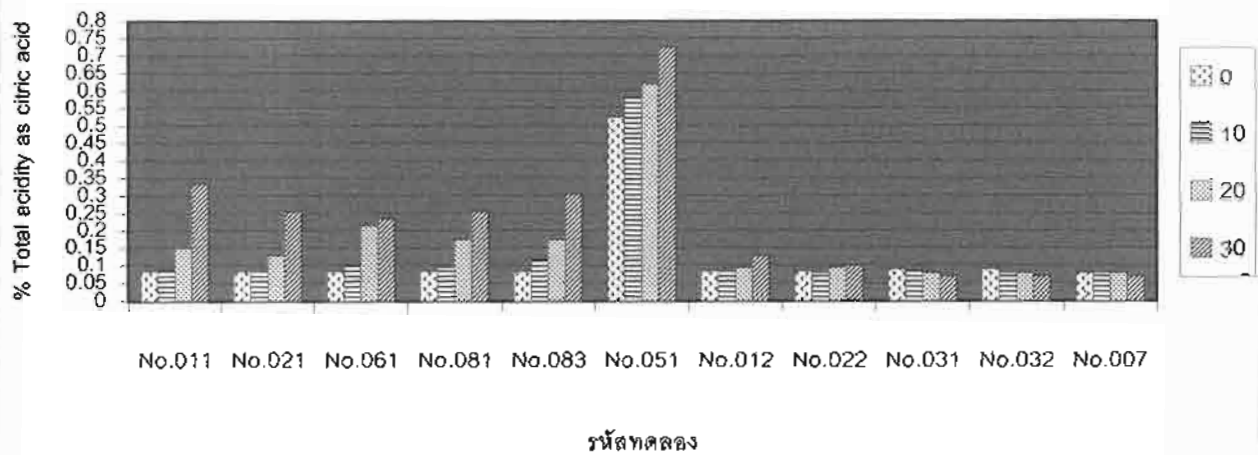
เปรียบเทียบระหว่าง 031 กับ 032 จะเห็นได้ชัดว่าการแช่สารละลายโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์นานขึ้น จะช่วยให้กลิ่นของลำไยที่เก็บดีกว่า

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)

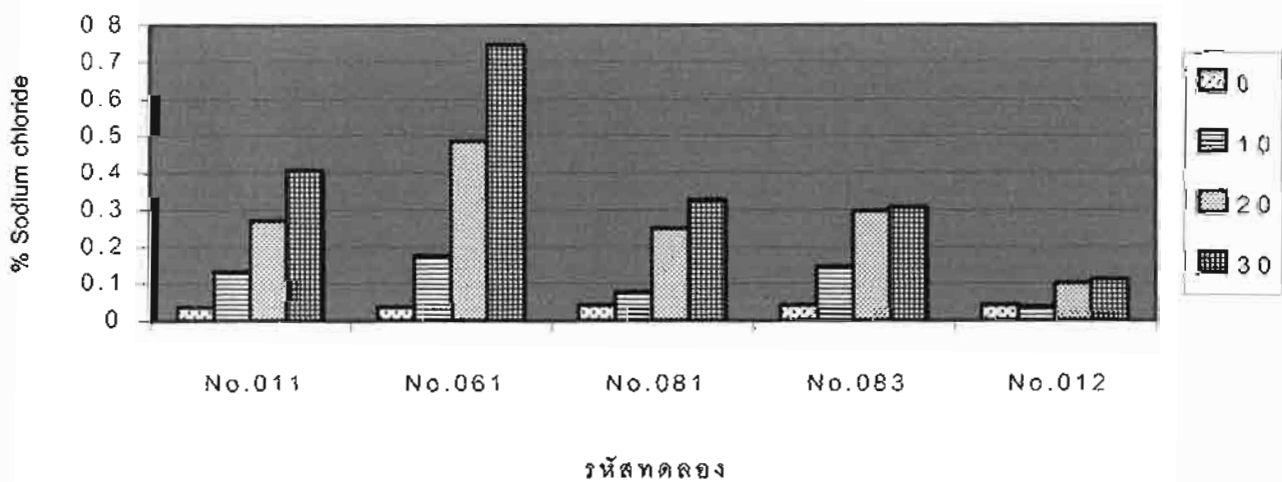
วิธีการเก็บรักษา (รหัสหมายเลข)	ระยะเวลา ที่เก็บได้ (วัน)	ลักษณะทั่วไป หลังการเก็บ	ลักษณะผลลำไยหลังการเก็บ	ลักษณะสาร ละลายหลังการ เก็บ	สีเนื้อ ลำไย
031	30	ปกติ	เปลือกสีน้ำตาลเข้ม เนื้อลำไยขาวไปจน เหลืองอ่อน ลักษณะเนื้อคล้ายลำไยสด กลืนไม่ค่อยหอม	ไม่มี	5y 8.5/4
032	30	ปกติ	เปลือกสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ เนื้อสีขาว 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



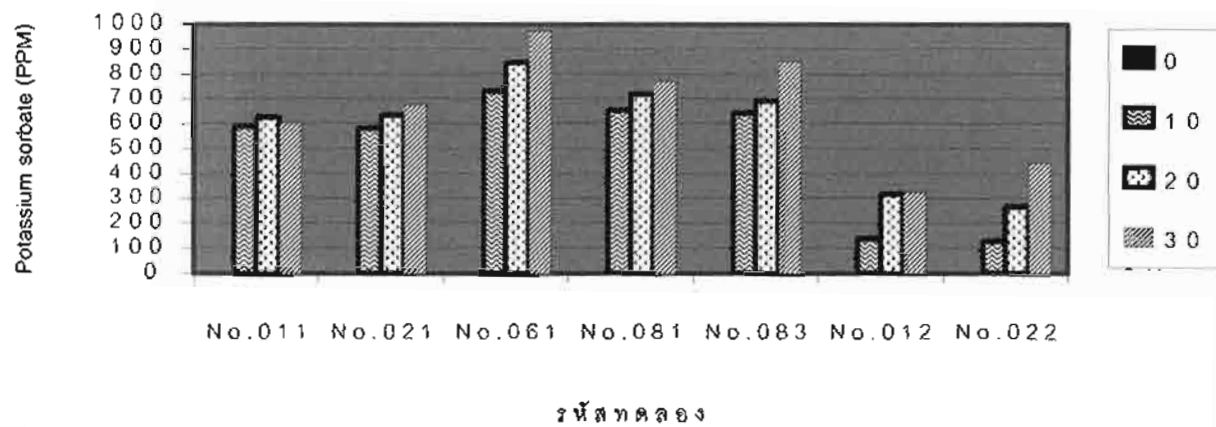
รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งที่ อุณหภูมิห้อง (25-30°C) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°C)

% Sodium chloride



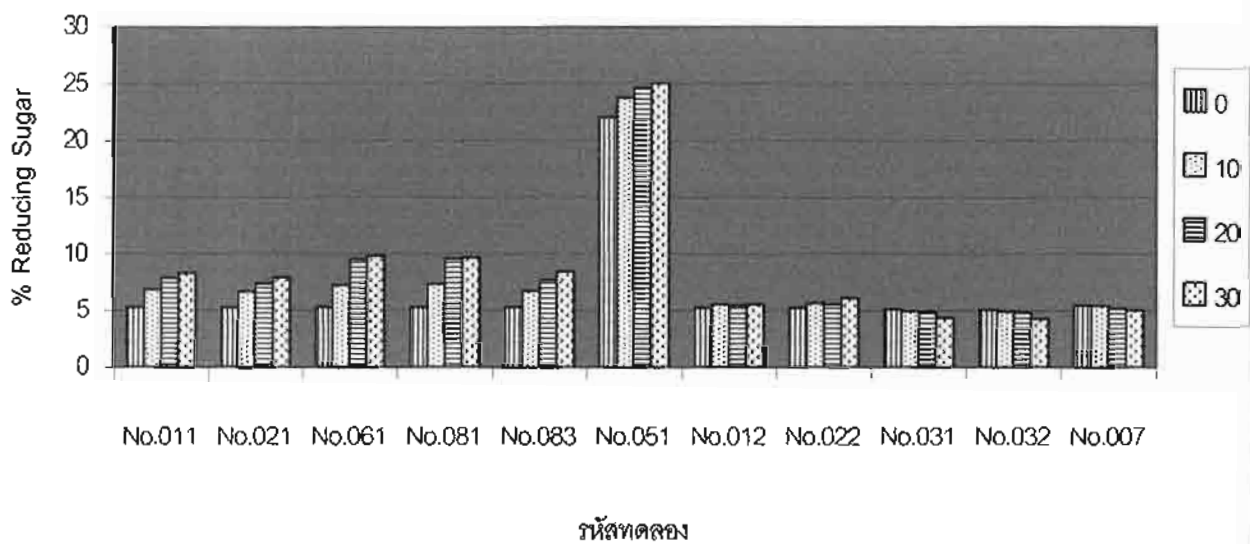
รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งที่ อุณหภูมิห้อง (25-30°C) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°C)

Potassium sorbate (PPM)

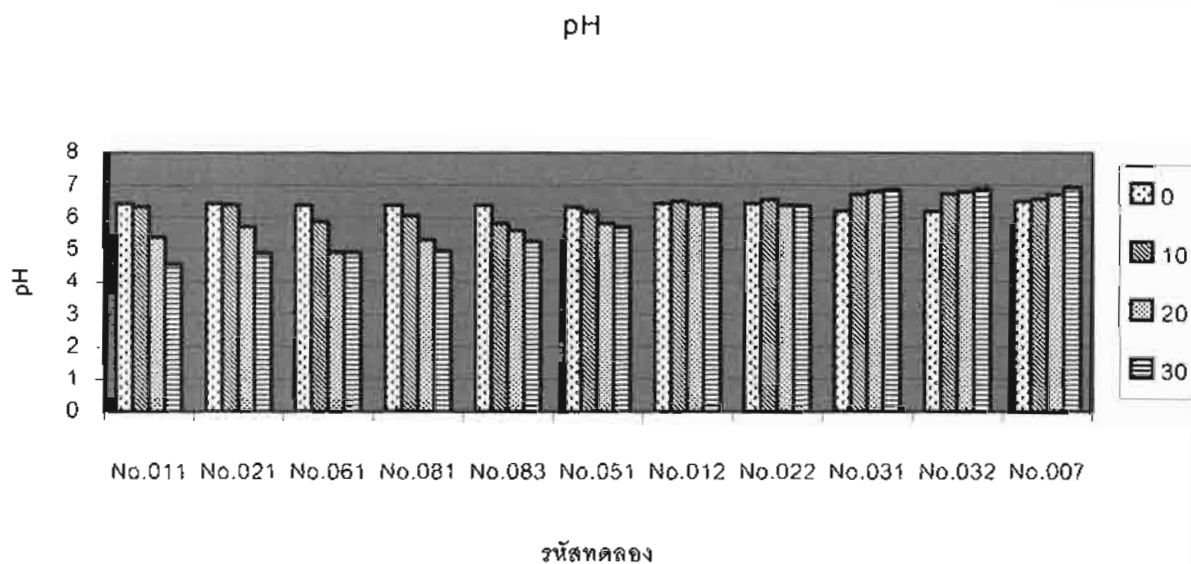


รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบต ของเนื้อลำไยสดระหว่างการเก็บรักษา ทุก 10 วัน ทั้งที่ อุณหภูมิห้อง (25-30°ซ) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (2-5°ซ)

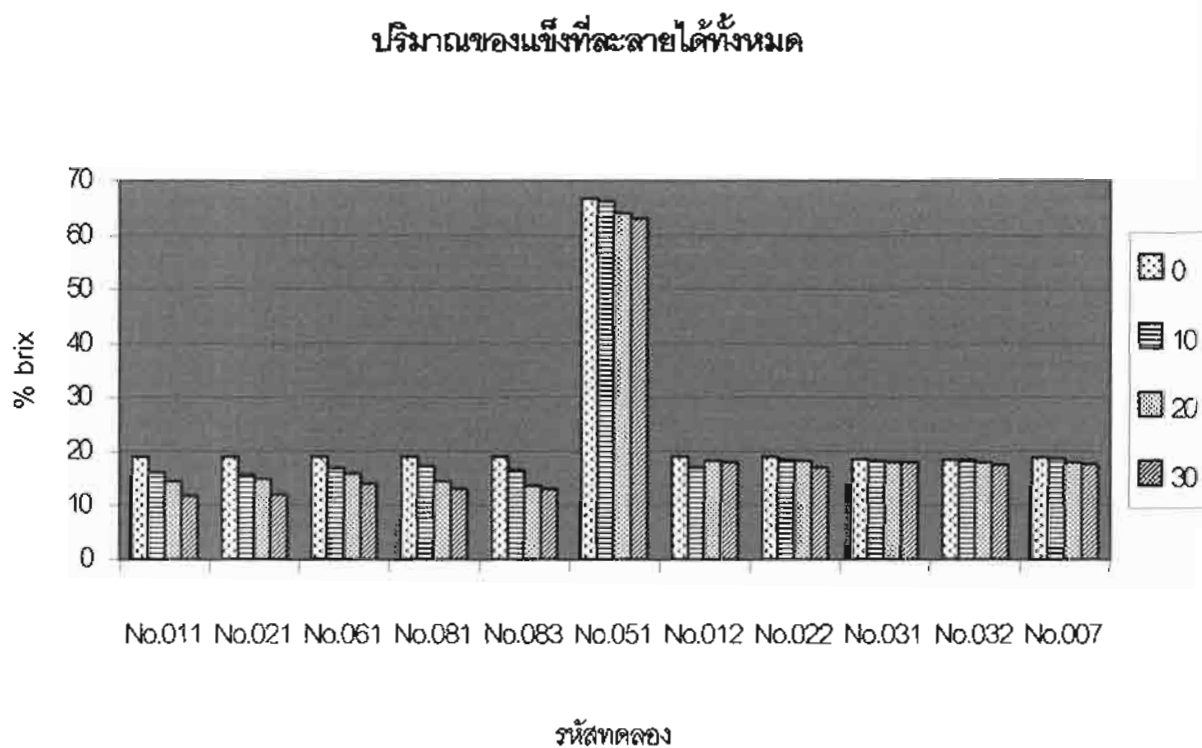
% Reducing Sugar



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 เมื่อมีการระเหยน้ำออกไปทำให้ปริมาณกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมด ที่มีอยู่ในเนื้อลำไยทุกวิธีมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของค่าเพิ่มขึ้นด้วย กล่าวคือ เนื้อลำไยอบแห้งมีลักษณะแข็งกว่าเนื้อลำไยสดที่ผ่านวิธีการเก็บ และความเข้มข้นของค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้น ถ้าความชื้นเหลืออยู่น้อย ความเข้มข้นของค่าก็จะมาก

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-Canva 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

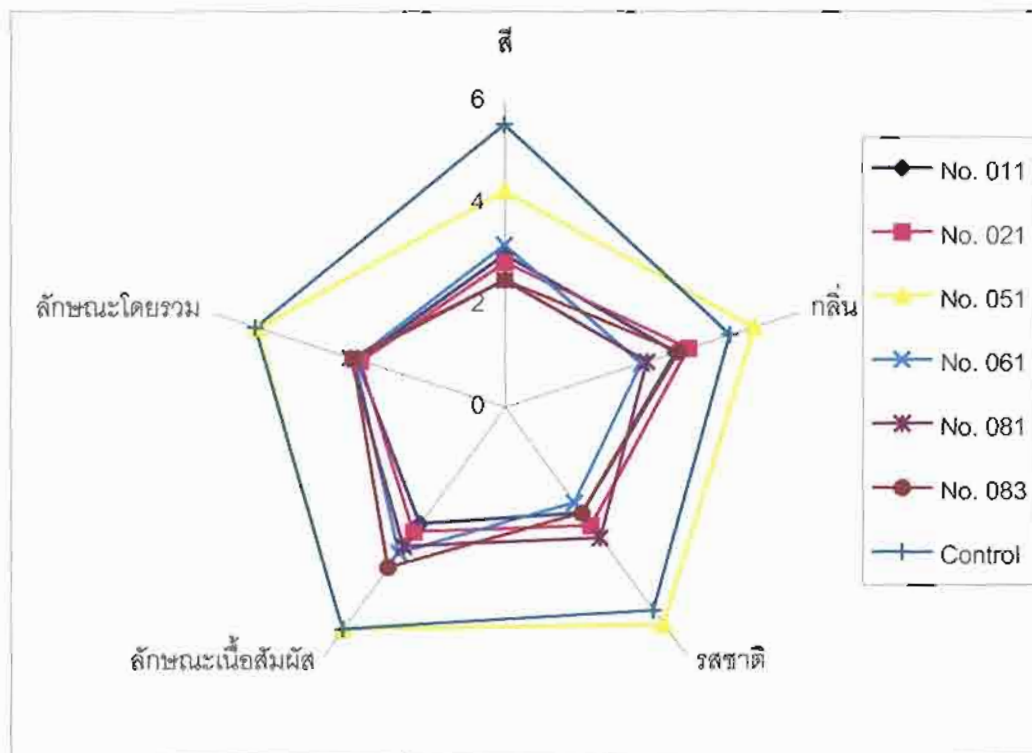
วิธีการเก็บ รักษา	คะแนนเฉลี่ยของเนื้อลำไยอบแห้งทำจากลำไยที่ผ่านวิธีเก็บ 30 วัน				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ลักษณะโดยรวม
011	3.0000 ±1.5560 c	3.5000 ±1.3955 cd	2.5500 ±1.3169 bc	2.8000 ±1.1050 c	3.0000 ±1.0761 b
021	2.8500 ±1.4965 c	3.7500 ±1.4096 bc	2.8500 ±1.3089 bc	3.0000 ±1.6543 bc	2.9500 ±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

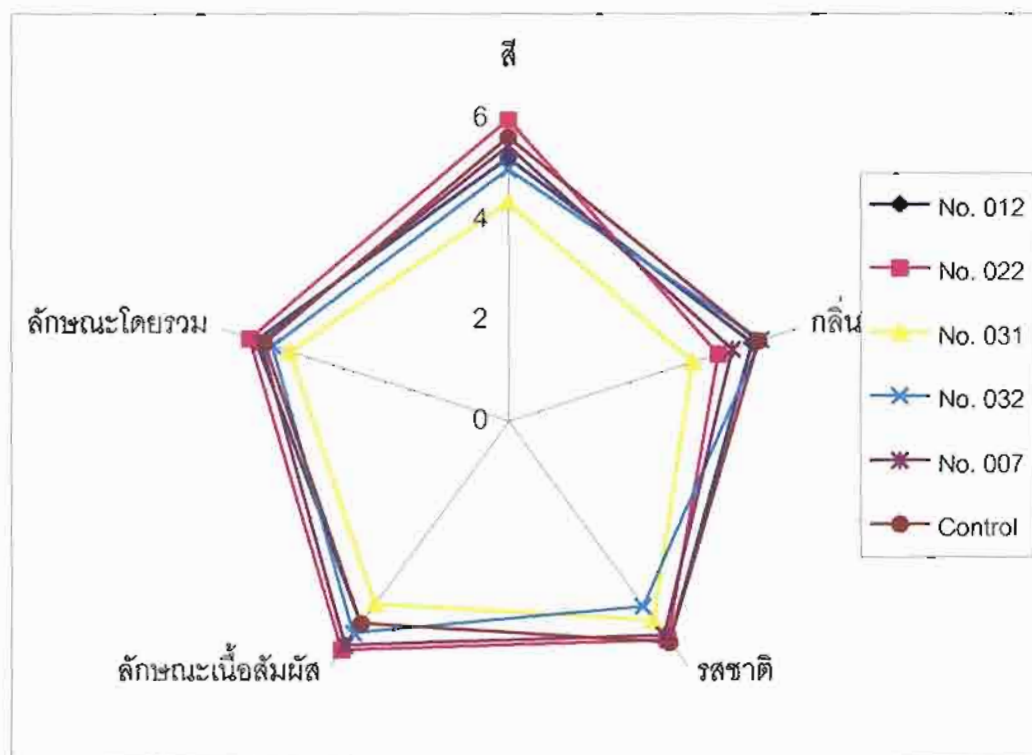
ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้งทำจากลำไยที่ผ่านวิธีการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิตู้เย็น 2 – 5 °ซ. โดยวิธี hedonic scale

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(จากสดและแช่แข็ง)	5.6471 ±1.1695 ab	5.1765 ±1.2367 a	5.4118 ±1.0037 a	4.9412 ±1.1974 ab	5.0588±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
ซีเมนต์เมตาไบซิลไฟท์	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	-
หลอดความชื้น	150บาท/กก.	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
ท่อเพลิง(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