

ผลของความแก่อ่อนและสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสชนิดไฮโดรคอลลอยด์และแป้งต่อ
คุณสมบัติลักษณะที่มองเห็น

EFFECT OF RIPENING STAGE, HYDROCOLLOID AND STARCHES ON
PROPERTIES OF MANGO LEATHER

นิรชรา รุกoon
NIRACHARA RUKOON

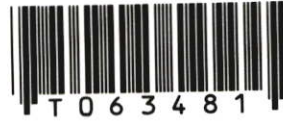
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2584-2

ผลของความแก่อ่อนและสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสชนิดไฮโดรคอลลอยด์และแป้งต่อ
คุณสมบัติผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น

EFFECT OF RIPENING STAGE, HYDROCOLLOID AND STARCHS ON
PROPERTIES OF MANGO LEATHER



นิรชรา รู้คุณ

NIRACHARA RUKOON

เลขหมู่..... 63481
เลขทะเบียน..... 29 ส.ค. 2549
วัน,เดือน,ปี.....

b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2549

ISBN 974 - 15 - 2584 - 2

**EFFECT OF RIPENING STAGE, HYDROCOLLOID AND STARCHES ON
PROPERTIES OF MANGO LEATHER**

NIRACHARA RUKOON

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SCIENCE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2006

ISBN 974 – 15 - 2584 - 2

COPYRIGHT 2006




SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT' S INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKABANG

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

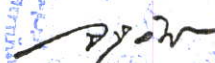
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของความแก่อ่อนและสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสชนิดไฮโดรคอลลอยด์และแป้ง
ต่อคุณสมบัติผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น
EFFECT OF RIPENING STAGE, HYDROCOLLOID AND STARCHS
ON PROPERTIES OF MANGO LEATHER

ชื่อนักศึกษา นางสาวนิรชรา ฐักุณ
รหัสประจำตัว 46066601
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การอาหาร
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ	
ผศ.ดร.รุจิรา ตาปราบ	
ผศ.ดร.พอใจ ถามากร	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 25 พฤษภาคม 2549 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป
สถานที่สอบ ณ ห้องสัมมนา D213/2 อาคารเจ้าคุณทหาร

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


(ผศ.ดร.จรรูวัตร เจริญสุข)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของความแก่อ่อนและสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส

ชนิดไฮโดรคอลลอยด์และแป้งต่อคุณสมบัติ

ผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น

นักศึกษา

นางสาวนิรชรา ฐ์คุณ

รหัสประจำตัว

46066601

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์การอาหาร

พ.ศ.

2549

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ

บทคัดย่อ

มะม่วงแผ่นเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้รับคามนิยมทั่วไปในรูปของขนมขบเคี้ยวแต่รูปแบบ
ไม่มีการพัฒนา งานวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนามะม่วงแผ่นให้มีลักษณะไม่เหนียวติดมือ ด้วย
การศึกษาถึงชนิดและปริมาณสารที่ใช้ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัส ที่เหมาะสม โดยเลือกใช้มะม่วงพันธุ์
แก้ว ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการผลิตมะม่วงแผ่น มะม่วงที่มีระดับการสุก 70% หรือระยะสุกพร้อมกิน
จะให้คุณภาพที่ดีกว่ามะม่วงดิบ ห่าม สุกเต็มที่และสุกงอม เมื่อนำมาพัฒนาร่วมกับการใช้สารปรับปรุง
เนื้อสัมผัสที่เหมาะสมคือ ผงวุ้น (Agar) ในรูปของสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 2% ใช้ผสมด้วย
อัตราส่วน เนื้อมะม่วง : สารละลาย 10: 3 สามารถลดความเหนียว โดยมีค่า hardness และ tensile
strength เป็น 5.30 N และ 2.254 N/mm² มะม่วงแผ่นที่เป็นตัวอย่างควบคุมมีค่า hardness และ tensile
strength เป็น 10.30 N และ 4.216 N/mm² และสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการและ
รูปแบบที่น่าสนใจด้วยการเพิ่มเติมส่วนผสมของเมล็ดธัญพืชพบว่า มะม่วงแผ่นที่ได้ไม่เหนียวติดมือ
โดยมีค่า hardness และ tensile strength ลดลง เป็น 4.3N และ 2.012N/mm² ค่าความสว่าง (L*)
54.47±2.14 ค่าสีแดง (a*) 9.341±2.73 และค่าสีเหลือง (b*) 42.25±2.14 และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการ
ยอมรับต่อผู้บริโภค และเมื่อนำไปศึกษาสภาวะการเก็บรักษามะม่วงแผ่นที่ผ่านการพัฒนาแล้วทั้ง 2
ชนิด การเก็บรักษามะม่วงแผ่นในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์สามารถช่วยชะลอการเสื่อมเสียและ
รักษาเนื้อสัมผัสให้คงสภาพเดิมได้ดีกว่าที่เก็บในซองพลาสติกใสที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่จำเป็นต้อง
เก็บในสภาวะสุญญากาศ

Thesis Title	Effect of ripening stage, hydrocolloid and starches on properties of mango leather.
Student	Miss Nirachara Rukoon
Student ID	46066601
Degree	Master of Science
Programme	Food Science
Year	2006
Thesis Advisor	Assoc. Professor. Dr. Ratiporn Harraunkit

ABSTRACT

Mango leathers are a snack product which is generally popular but their appearance has not modernized. The objective of this research is to develop dried mango slice which can be leather but do not stick to our hands. This research is studying suitable types and quantities of substances for modifying the meat, and has selected “Kaew” mango to be the material used in dried mango slice production. According to the research on dried mango slice production, mango slices which are made using mango which has 70% of maturation rate, or ready to eat, are better than mango leathers which are made using raw mango, half - ripe mango, or mature mango. When developing with suitable substances to modify the meat, Agar, is used in solution concentration of 2% by mixing the mango and Agar solution proportionately; 10:3. This can reduce the stickiness while hardness and tensile strength value are 5.30 N and 2.254 N/mm². In mango leathers which are control examples, hardness and tensile strength value are 10.30 N and 4.216 N/mm², and we can produce a nutritious product with interesting features by adding cereal. The mango leathers produced during this research do not stick to our hands. Hardness and tensile strength value of mango leathers which are mix with agar solution and cereal are reduced to 4.3 N and 2.012 N/mm², light value (L*) is 54.47±2.141, red value (a*) 9.341± 2.73 and yellow value (b*) 42.25±2.14. Moreover, this product is accepted by consumers. After studying about the packing of developed mango leathers, at room temperature, aluminum laminated foil packing (no vacuum) can reduce the spoilage and maintain the texture better than it is kept in a plastic pack

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนระดับปริญญาโทของสาขา
วิทยาศาสตร์ทางอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร ผู้จัดทำ
ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ระติพร หาเรือนกิจ ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อมูลต่างๆระหว่างการทำวิจัยให้
สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค และเจ้าหน้าที่ของภาควิชา
อุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ช่วยเหลืองานวิจัยในครั้งนี้

นางสาวนิรชรา รั้วคุณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ.....	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 มะม่วง.....	3
2.2 ผลไม้แผ่น (Fruit leather).....	7
2.3 ภาชนะบรรจุและอายุการเก็บรักษา.....	18
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	21
3.1 วัสดุดิบและสารเคมีที่สำคัญ.....	21
3.2 อุปกรณ์ในการผลิต.....	22
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ.....	22
3.4 วิธีการทดลอง.....	23
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	29
4.1 ผลการศึกษาลักษณะคุณภาพของมะม่วงแก้วที่มีความสุกต่างกัน.....	29
4.2 ผลการศึกษาคุณภาพของมะม่วงแผ่นที่ผลิตจากมะม่วงแก้ว.....	32
ความสุกต่างกัน	

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลการศึกษาชนิดและอัตราส่วนของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่เหมาะสม กับมะม่วงแผ่น	38
4.4 การเพิ่มรูปแบบของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น	45
4.5 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น	46
4.6 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่สภาวะเร่ง(45 °C และ 55 °C)	62
4.7 การศึกษาปริมาณไขมันและปริมาณเส้นใย (dietary fiber) ที่มีในมะม่วงแผ่น	71
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	74
ข้อเสนอแนะ	76
บรรณานุกรม	77
ภาคผนวก	83
ก การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	83
ข การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	85
ค แบบทดสอบการให้คะแนนความชอบ	93
ง รูปร่างตัวอย่างในการทดสอบ	95
จ รูปการศึกษาอายุการเก็บของมะม่วงแผ่น	100
ฉ แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของมะม่วงแผ่น	103
ประวัติผู้เขียน	124

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ลักษณะทางสัณฐานของมะม่วงแก้ว	4
2.2 องค์ประกอบมะม่วงแก้วที่แก่จัดและมะม่วงแก้วผลสุก	5
2.3 คุณลักษณะของผลไม้ที่ใช้ทำผลไม้แผ่น	8
2.4 ดัชนีที่ใช้ในการศึกษาเวลาการเก็บรักษาผลไม้แผ่น	18
3.1 ตัวอย่างมะม่วงแผ่นที่ใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัสในสัดส่วนที่ต่างกัน	27
4.1 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผลมะม่วง	29
4.2 คุณภาพของพิวเร่มะม่วงแก้วที่มีความสุกต่างกันที่ใช้ในการผลิตมะม่วงแผ่น	29
4.3 คุณภาพทางเคมีของมะม่วงแผ่นที่ผลิตจากมะม่วงที่มีความสุกต่างกัน	32
4.4 คุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่นที่ผลิตจากมะม่วงที่มีความสุกต่างกัน	33
4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมีของมะม่วงแก้ว และคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่มีความสุกต่างกัน	35
4.6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของมะม่วงแผ่นที่มีความสุกต่างกัน	36
4.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น	36
4.8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและ ค่าคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่น	37
4.9 แสดงผลของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่มีต่อค่า a_w ของมะม่วงแผ่น	39
4.10 ผลของการใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส 5 ชนิดที่มีต่อลักษณะ ทางประสาทสัมผัสของมะม่วงแผ่น	44
4.11 แสดงคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่นผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืช	45
4.12 แสดงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะม่วงแผ่นผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืช	46
4.13 ค่าคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้องในแต่ละสภาวะการเก็บเป็นเวลา 12 สัปดาห์	56
4.14 ค่าคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในแต่ละสภาวะการเก็บเป็นเวลา 12 สัปดาห์	57
4.15 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้น ในแต่ละสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเก็บในระยะเวลา 12 สัปดาห์	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.16 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช ในแต่ละสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเก็บในระยะเวลา 12 สัปดาห์	61
4.17 ค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นที่เก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C	63
4.18 ค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C	64
4.19 ค่าคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นที่เก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C	66
4.20 ค่าคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C	66
4.21 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นใน แต่ละสภาวะการเก็บที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C	68
4.22 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช ในแต่ละสภาวะการเก็บที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C	69
4.23 อายุการเก็บของมะม่วงแผ่นที่เก็บรักษาในสภาวะการเก็บบรรจุต่างกัน	70
4.24 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไขมันที่มีในผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น	72
4.25 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณใยอาหาร (dietary fiber) ที่มีในผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น	73
ฉ1 ผลของการสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส 5 ชนิดที่มีลักษณะทางกายภาพของมะม่วงแผ่น	104
ฉ2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส 5 ชนิด ที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพที่มีต่อมะม่วงแผ่น	105
ฉ3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส 5 ชนิดที่มี ต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีต่อมะม่วงแผ่น	106
ฉ4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบค่าคุณภาพทางกายภาพ ของมะม่วงแผ่นผสมผงวุ้นในแต่ละสภาวะการเก็บ	107
ฉ5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบค่าคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่น ที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชในแต่ละสภาวะการเก็บ	108
ฉ6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบค่าคุณภาพทางเคมีของมะม่วงแผ่น ผสมผงวุ้นในแต่ละสภาวะการเก็บ	109

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบค่าคุณภาพทางเคมีของมะม่วงแผ่น ที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชในแต่ละสถานะการเก็บ	110
ฉ8 ค่าคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่นผสมผงวุ้นที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง 12 สัปดาห์	111
ฉ9 ค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชที่อุณหภูมิห้อง	112
ฉ10 ค่าคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่นผสมผงวุ้นที่อุณหภูมิ 45°C 2 สัปดาห์	114
ฉ11 ค่าคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชที่อุณหภูมิ 45°C 2 สัปดาห์	116
ฉ12 ค่าคุณภาพทางเคมีของมะม่วงแผ่นผสมผงวุ้นที่อุณหภูมิ 45 °C 2 สัปดาห์	118
ฉ13 ค่าคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชที่ อุณหภูมิ 45 °C 2 สัปดาห์	119
ฉ14 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นผสมผงวุ้นที่อุณหภูมิ 45°C 2 สัปดาห์	120
ฉ15 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชที่อุณหภูมิ 45 °C 2 สัปดาห์	122

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1	กรรมวิธีการผลิตมะม่วงแผ่น..... 25
4.1	ร้อยละของผลผลิตของพิวรีจากมะม่วงแก้วที่มีรสต่างกัน..... 31
4.2	ผลของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่มีต่อค่า $L^*(A)$, $a^*(B)$ และ $b^*(C)$ 40 ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น
4.3	ผลของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่มีต่อค่า Hardness(A)และTensile strength(B)..... 42 ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น
4.4	ค่า $L^*(A)$, $a^*(B)$ และ $b^*(C)$ ของมะม่วงแผ่นผสมผงวุ้น ในแต่ละสภาวะการเก็บที่..... 48 เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลา 12 สัปดาห์
4.5	ค่า $L^*(A)$, $a^*(B)$ และ $b^*(C)$ ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช..... 49 ในแต่ละสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเก็บในระยะเวลา 12 สัปดาห์
4.6	การเปลี่ยนแปลงค่าเนื้อสัมผัสทั้งค่า hardness (A) และ tensile strength (B) ของ..... 52 ผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นในแต่ละสภาวะการเก็บในระยะเวลา 12 สัปดาห์
4.7	การเปลี่ยนแปลงค่าเนื้อสัมผัสทั้งค่า Hardness(a) และ tensile strength (b) ของ..... 53 ผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชในแต่ละสภาวะการเก็บในระยะเวลา
4.8	การเปลี่ยนแปลงค่า water activity ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้น..... 54 ในแต่ละสภาวะการเก็บในระยะเวลา 12 สัปดาห์
4.9	การเปลี่ยนแปลงค่า water activity ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้น..... 55 และธัญพืชในแต่ละสภาวะการเก็บในระยะเวลา 12 สัปดาห์
จ1	ตัวอย่างมะม่วงแก้วที่ใช้ในการทำมะม่วงแผ่นที่มีระดับความสุกต่างกัน..... 96
จ2	ตัวอย่างมะม่วงแผ่นในการทดสอบจากมะม่วงแก้วที่มีระดับความสุกต่างกัน..... 96
จ3	การให้ความร้อนกับส่วนผสม..... 97
จ4	ส่วนผสมของมะม่วงแผ่นก่อนการอบ..... 97
จ5	ส่วนผสมของมะม่วงแผ่นหลังการอบ..... 98
จ6	มะม่วงแผ่นที่เพิ่มธัญพืชลงไปเป็นส่วนผสม..... 98
จ7	มะม่วงแผ่นที่ใช้สารไฮโดรคอลลอยด์และสตาร์ชในอัตราส่วนต่างๆ..... 99 ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์
จ1	ซองพลาสติกใสและซองอลูมิเนียมลามิเนทพอลีที่ใช้ในการบรรจุมะม่วงแผ่น..... 101

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ2 มะม่วงแผ่นที่บรรจุในซองพลาสติกใสและซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์ ในสภาวะบรรจุสุญญากาศและบรรยากาศ	101
จ3 มะม่วงแผ่นที่เก็บบรรจุในซองพลาสติกใสและซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์ ในสภาวะบรรจุสุญญากาศและบรรยากาศที่อุณหภูมิห้อง (30-35 °C)	102
จ4 มะม่วงแผ่นผสมธัญพืชที่เก็บบรรจุในซองพลาสติกใสและซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์ ในสภาวะบรรจุสุญญากาศและบรรยากาศที่อุณหภูมิห้อง (30-35 °C)	103

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเราจะพบว่ามะม่วงเป็นไม้ผลเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย เป็นผลไม้ที่มีฤดูกาลและมีอายุค่อนข้างสั้น เน้นเสี้ง่ายเป็นปัญหามากในการเก็บผลสด จึงทำให้การแปรรูปเข้ามามีบทบาทมากในการลดการสูญเสียและเพิ่มปริมาณการใช้ประโยชน์ให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งมะม่วงแผ่นเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้รับคามนิยมทั่วไปในรูปของขนมขบเคี้ยว (มณฑาทิพย์ ชุ่นฉลาดและคณะ. 2543) แต่รูปแบบไม่มีการพัฒนาในขณะที่ผลไม้แผ่นชนิดอื่นๆ เช่น พุทราแผ่นของประเทศไทย ที่ส่งเข้ามาขายในประเทศไทยกลับได้รับความนิยมมาก (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2544) อีกทั้งคุณภาพแผ่นในท้องตลาดมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอเนื่องจากการผลิตระดับครัวเรือนที่ยังขาดเครื่องจักรอันทันสมัยมีวัตถุดิบและสูตรในการผลิตที่แตกต่างกัน จึงทำให้คุณภาพของมะม่วงแผ่นที่ได้นั้นแตกต่างกัน (พรศักดิ์ ประสิทธิ์แพทย์. 2545)

การค้นคว้าและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลไม้แผ่นนั้นนอกเหนือเพื่อชื้ออายุการเก็บรักษา ก็คือเพิ่มคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้สารเพื่อช่วยให้เนื้อสัมผัสดีขึ้น (Huang and Hsieh. 2002 ; Gujral and Brar. 2003) เสริมคุณภาพทางโภชนาการโดยใช้สารอาหารประเภทโปรตีน (Gujral and Khanna. 2002) ศึกษาถึงความแตกต่างระหว่างการอบแห้งโดยใช้แสงแดดและเตาอบลมร้อน (Maskan et al. 2002) และการพัฒนาเครื่องมือที่จะช่วยในการผลิตผลไม้แผ่นได้ในระดับอุตสาหกรรม (Kaya and Maskan. 2002)

สำหรับในประเทศไทยผลไม้ที่สามารถนำมาผลิตเป็นผลไม้แผ่นได้เช่น มะม่วง ก้อยทุเรียน สับปะรด มะละกอ เป็นต้น (อนุวัฒน์ แจงชัด และ พิศาล จันทรศร. 2546) แต่ผลไม้ที่นิยมใช้ในการผลิตเป็นผลไม้แผ่นมีเพียงมะม่วงพันธุ์แก้วเพราะหาง่ายและมีราคาถูกเป็นมะม่วงพื้นเมืองซึ่งเมื่อสุกจะยังมีรสเปรี้ยว มีขนาดเล็ก และไม่เป็นที่นิยมของตลาด (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2544) สูตรหรือส่วนผสมที่ใช้จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ผู้ผลิต ดังนั้นความหนาและขนาดของมะม่วงแผ่นจึงไม่สม่ำเสมอ (พรศักดิ์ ประสิทธิ์แพทย์. 2545) แต่ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความเหนียวมาก เพราะผู้ผลิตมักใช้มะม่วงที่สุกมากและใกล้จะเสื่อมเสีย ความแน่นเนื้อและปริมาณของเพคตินที่เป็นองค์ประกอบมีปริมาณลดลง จึงทำให้ต้องใช้น้ำตาลเป็นส่วนผสมในปริมาณมาก เพื่อให้เนื้อมะม่วงในขณะกวนถึงจุดเข้มข้นที่ต้องการเร็วขึ้น ปริมาณที่จะได้เพิ่มขึ้น และการใช้เวลาในการกวนระหว่างน้ำตาลกับเนื้อมะม่วงนาน ทำให้มะม่วงแผ่นที่ได้มีรสชาติแรง และสีคล้ำ

จากปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพมะม่วงแผ่นเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอโดยพิจารณาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ระยะเวลาแก่อ่อนและส่วนประกอบที่ใช้ อย่างไรก็ตามการแปรรูปมะม่วงเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆยังมีการศึกษากันน้อยอยู่ โดยเฉพาะการศึกษาระยะการสุกของมะม่วงที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาสุกที่ต่างกัน จึงนำศึกษาหาระยะการสุกที่เหมาะสมต่อการผลิตมะม่วงแผ่น เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นต่อไป

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1 ศึกษาคุณภาพของมะม่วงแก้วที่ใช้ในการผลิตมะม่วงแผ่น
- 1.2.2 พัฒนาสูตรในการผลิตมะม่วงแผ่นจากมะม่วงแก้วที่มีความสุกต่างกัน
- 1.2.3 พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการและมีรูปแบบที่น่าสนใจ
- 1.2.4 ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตงานวิจัยนี้เป็นการศึกษา พัฒนาและเพิ่มรูปแบบของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคุณภาพที่ต้องการและคุณค่าทางโภชนาการและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ

- 1.4.1 เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่ายเป็นสินค้าให้แก่ผู้บริโภค
- 1.4.2 สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นจากการผลิตแบบดั้งเดิมที่มีลักษณะเหนียวมากมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ไม่เหนียวมากแต่ยังมีลักษณะเป็นแผ่นที่ดี
- 1.4.3 สามารถผลิตผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ

สูงขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะม่วง

2.1.1 พันธุ์มะม่วง

จากรายงานของมณฑลทวาย ชุ่ยฉลาดและคณะ (2543), สุกัญญา พัวพันธ์ (2545) และ ธวัชชัย รัตนเลิศ (2546) พันธุ์มะม่วงที่ใช้ทำมะม่วงแผ่นในประเทศไทยนิยมใช้มะม่วงพันธุ์แก้ว เป็นวัตถุดิบเพราะเป็นมะม่วงที่มีพื้นที่ปลูกมะม่วงรวมทุกพันธุ์กว่า 2.2 ล้านไร่ให้ผลผลิตใกล้เคียง 1.5 ล้านตันต่อปี (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2544) เป็นพันธุ์ที่มีปริมาณผลผลิตออกสู่ตลาดมากที่สุดใกล้เคียง 0.5 ล้านตันต่อปี (กรมส่งเสริมการส่งออก. 2544) เป็นพันธุ์มะม่วงทั่วไปชนิดหนึ่งที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง มีความสำคัญในฐานะเป็นผลไม้บริโภคสดที่มากด้วยคุณค่าทางโภชนาการ ผลดิบใช้ปรุงอาหารมาตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน เป็นพันธุ์มะม่วงที่มีความสำคัญสูงสุดสำหรับการแปรรูป เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการแปรรูปเป็นมะม่วงกระป๋อง (สุกัญญา พัวพันธ์. 2545) มะม่วงดอง(ธวัชชัย รัตนเลิศ และศิริพร ธรรมดิ. 2542) สำหรับกลุ่มมะม่วงที่ใช้แปรรูปในเชิงอุตสาหกรรม มะม่วงแก้วนับเป็นวัตถุดิบที่มีบทบาทมากที่สุด แต่ในทางปฏิบัติก็ถูกนำมาใช้เพียงไม่เกินร้อยละ 2 ของทั้งหมดที่ผลิตได้หรือราว 5.5 พันตันเท่านั้น (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2544)

มะม่วงแก้วอาจมีความแตกต่างกันบ้างในส่วนของลักษณะภายนอกของผลทำให้มีการเรียกมะม่วงแก้วแตกต่างกันไปเช่น ส่วนที่ใกล้ขั้วผลด้านบนสูงขึ้นมาเรียกว่าแก้วหัวจุก หรือแก้วจุก (เป็นลักษณะที่ตลาดต้องการแต่ถ้าต้นสูงอายุลักษณะจุกของผลมักหายไป) ถ้าไม่มีจุกเลยเรียกว่าแก้วหัวป้านนอกจากการที่ผิวผลมีการแตกต่างกันเมื่อแก่ยังไม่สุกจึงผู้เรียกมะม่วงแก้วแยกตามสีผิว เป็นแก้วเขียว (สีผิวเขียวเข้ม) แก้วขาว (สีผิวเขียวซีด) และแก้วดำ (สีผิวเขียวคล้ำ) ซึ่งแก้วเขียวจะเป็นลักษณะที่ภาคเหนือตอนบนนิยมมากกว่าแก้วขาว ส่วนแก้วดำพบเป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดน่านซึ่งไม่กว้างขวางเหมือนสองจังหวัดแรก (ธวัชชัย รัตนเลิศ และคณะ. 2542)

จากรายงานการวิเคราะห์ผลของ ธวัชชัย รัตนเลิศและคณะ (2544) ได้ผลว่ามะม่วงแก้วผลหนึ่งจะมีส่วนต่างๆดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ลักษณะทางสัณฐานของมะม่วงแก้ว

ลักษณะของมะม่วงแก้ว	ปริมาณ
น้ำหนักผล (กรัม)	204.1
ความยาวของผล (เซนติเมตร)	9.7
ความกว้างของผล (เซนติเมตร)	6.7
ความหนาของเปลือก (มิลลิเมตร)	0.8
ความหนาของเนื้อ (เซนติเมตร)	4.2
ความหนาของผล (เซนติเมตร)	6.2
ขนาดเมล็ดรวมผนังชั้นใน (เซนติเมตร)	
- ความยาว	8.3
- ความกว้าง	3.7
- ความหนา	2.0
- เนื้อ (%)	71.3
เมล็ดรวมผนังผลชั้นใน (เซนติเมตร)	13.7

ที่มา : คัดแปลงจากธวัชชัย รัตน์ชเลศ และคณะ (2544)

2.1.2 ความแก่-อ่อนของผลมะม่วง

การเก็บเกี่ยวผลมะม่วงในระยะเวลา หรือความแก่ที่เหมาะสมเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้ผลมะม่วงสุกมีคุณภาพดี (ดวงตรา กสานติกุล. 2526 ; Krishnamurth and Subramanyam. 2001) ดัชนีที่บอกระยะเวลาความแก่-อ่อนผลมะม่วงมีหลายวิธี แต่ยังไม่ดัชนีการเก็บเกี่ยวอันใดอันหนึ่งที่ใช้ตรวจสอบความแก่-อ่อนของผลมะม่วงได้อย่างแน่นอน (Salunkhe and Kadam. 1995 ; Krishnamurth and Subramanyam. 2001) เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่มองเห็นได้จากภายนอกและสีผิว การนับอายุการเก็บเกี่ยว การวัดความถ่วงจำเพาะ(กาญจนา เหลืองสุวาลัย. 2537) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้(total soluble solid, TSS) และกรด(total-titratable acidity,TA) ในช่วงการแก่ของผลไม้จะมีปริมาณกรดลดลงขณะเดียวกันมีการเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่การใช้ TSS และ TA เพื่อบอกระยะที่สามารถเก็บผลได้นั้นยังไม่สามารถระบุ TSS ค่าสูงสุดหรือค่า TA สูงสุดสำหรับมะม่วงทั่วไปได้การใช้ TSS/TA เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวจึงมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตผลดีกว่าการใช้อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว (Caicedo et al. 2004) จากรายงานการวิเคราะห์มะม่วงผลแก่จัดและผลสุกของ ธวัชชัย รัตน์ชเลศและคณะ (2544) ได้ผลว่ามะม่วงแก้วที่แก่จัดและสุกผลหนึ่งแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบมะม่วงแก้วที่แก่จัดและมะม่วงแก้วผลสุก

ลักษณะของมะม่วงแก้ว	ปริมาณ
ความสม่ำเสมอของสีผิวผลแก่จัด (%)	77.8
ความสม่ำเสมอสีผิวผลสุก (%)	46.3
ความแน่นเนื้อผลแก่จัด (กก.ตร.ชม.)	3.8
ความแน่นเนื้อผลสุก (กก.ตร.ชม.)	0.16
TSS ผลแก่จัด (องศาบริกซ์)	8.9
TSS ผลสุก (องศาบริกซ์)	18.3
pH ผลแก่จัด	3.3
pH ผลสุก	4.4
กรด ผลแก่จัด (%)	1.5
กรด ผลสุก(%)	0.26

ที่มา : คัดแปลงจากรัชชัย รัตนกุล และคณะ (2544)

การสุกของผลมะม่วงคือการเปลี่ยนแปลงที่จะเข้าสู่ระยะ Senescence มะม่วงซึ่งเป็นผลไม้ประเภท Climacteric fruit ลักษณะเด่นที่สำคัญของผลไม้ในกลุ่มนี้คือมีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้นขณะที่ผลมะม่วงเริ่มสุกพบว่ามิลักษณะการเพิ่มขึ้นของการหายใจก่อนที่จะมีการสุก (Aina,J. 2003 ; ShaeafF et.al. 2003) การจำแนกรูปแบบการหายใจของผลมะม่วงออกเป็น 4ระยะคือระยะPreclimacteric ระยะนี้ผิวยังคงมีสีเขียวอัตราการผลิตCO₂ ยังต่ำระยะที่สองคือ Climacteric rise ระยะนี้อัตราการผลิต CO₂ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วผิวยังคงเขียวและเนื้อยังคงแน่นเช่นกัน ระยะที่สามคือ Climacteric peak เป็นระยะที่อัตราการผลิต CO₂ เพิ่มสูงสุดโดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาณ6-10วันหลังจากเก็บเกี่ยว ผิวผลเริ่มเปลี่ยนสี เนื้อผลเริ่มนิ่มและเริ่มมีกลิ่นสุก ระยะสุดท้าย คือ Postclimacteric การผลิต CO₂ ในระยะนี้จะลดลง สีผิว และ กลิ่นพัฒนาเหมาะต่อการรับประทาน

กรมวิชาการเกษตร(2544) รายงานว่าระยะการสุกของมะม่วง (state of ripeness) สามารถออกเป็น5 ระยะตามสีเนื้อมะม่วง (pulp color) ที่เปลี่ยนแปลงไปขบวนการทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการสุกของผลมะม่วงที่ทำให้เนื้อมะม่วงมีลักษณะของกลิ่นหอม (aroma) และ กลิ่นรส (flavor) แตกต่างกัน (Maneenpunand and Yunchalad. 1992 ; Salunkhe and Kadam. 1995 ; Lalel et.al. 2003) ได้แก่

ระยะดิบ(Raw) ระยะนี้เนื้อของมะม่วงจะมีสีขาว(greenish white) และส่วนใหญ่จะมีรสชาติเปรี้ยว

ระยะห่าม (Half ripe) เนื้อมะม่วงจะมีสีเหลืองนวล (dull yellow) และมีความเปรี้ยวที่ลดลง

ระยะสุกพร้อมกิน (Table ripe) เนื้อมะม่วงมีสีเหลือง (Yellow) และมีความหวานและกลิ่นหอมมากขึ้น

ระยะสุกเต็มที่ (Fully ripe) ระยะนี้เนื้อมะม่วงมีสีเหลือง-ส้ม (Yellow-orange) มีกลิ่นและความหวานที่สูงกว่าระยะสุกพร้อมกิน

ระยะสุกอม (Over ripe) ระยะนี้เนื้อมะม่วงมีสีส้ม (Orange) ซึ่งเป็นระยะที่มีความหวานมากที่สุดและเป็นระยะที่มะม่วงใกล้เสื่อมเสีย

จากการวิเคราะห์ของ กาญจนา เหลืองสุวาลัย (2537) รายงานว่าผลมะม่วงแก้วที่แก่จัดเมื่อวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง สีเนื้อของผลมะม่วงแก้วจะแตกต่างกันตามระยะเวลาในการสุก โดยจะเปลี่ยนสีเนื้อของมะม่วงดิบจากสีขาว (YG149D) เปลี่ยนเป็นสีเหลืองนวล (YG150C) แล้วจึงเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อมีการสุกมากขึ้น (YO 23B) และเมื่อมะม่วงแก้วมีระยะการสุกที่เต็มที่สีเนื้อของผลมะม่วงแก้วจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง-ส้มที่มีสีอยู่ในช่วง YO 23A และจากนั้นผลมะม่วงแก้วที่สุกมากขึ้นหรือที่เกิดการเปลี่ยนแปลงที่จะเข้าสู่ระยะ Senescence ช่วงนี้สีเนื้อมะม่วงแก้วจะมีสีเป็นสีส้ม (YO 45D) โดยระยะเวลาการสุกของมะม่วงแก้วจากมะม่วงดิบ ห่าม สุกพร้อมกิน สุกเต็มที่ และสุกอมจะใช้เวลา 2 วัน, 3 วัน, 3 วัน และ 2 วัน ตามลำดับ

จากการที่มะม่วงเป็นผลไม้ประเภทหนึ่งที่มีการหายใจสูงสุดช่วงผลสุกซึ่งเป็นผลมาจากการกระตุ้นของก๊าซเอทิลีนซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ควบคุมการสุกของผลไม้ที่มีการสร้างขึ้นภายในผล ในช่วงนี้ ปริมาณก๊าซที่สูงจะเร่งการสุกเกิดขึ้นโดยสมบูรณ์ (Lederman et.al. 1997 ; Ketsa et.al. 1999) โดยในเนื้อมะม่วงจะประกอบไปด้วยน้ำ น้ำตาล สตาร์ช เซลลูโลสและที่สำคัญคือสารประกอบเพคตินที่ทำให้เนื้อมะม่วงมีความหนืดสูง (Muda et.al. 2000 ; Brinton et.al. 2001.) ทำให้มีพลังงานจำนวนมาก ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและทางเคมีหลายอย่างดังนี้

2.1.2.1 สี จริ่งแท้ สิริพานิช (2541) รายงานว่ามะม่วงแก้วมีการเปลี่ยนแปลงสีผิวจากสีเขียว เมื่อหลังเก็บเกี่ยวเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น คือมีสีเหลืองมากกว่าร้อยละ 75 ของผลและสีเนื้อจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มจนถึง เหลืองอมส้ม กาญจนา เหลืองสุวาลัย (2537) พบว่ามะม่วงแก้วสุกมีสีเนื้อระดับ 10YR8/10 (moderate orange yellow) มีปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นเป็น 4.8 มิลลิกรัม/น้ำหนักสด 100 กรัม และ เบต้า-แคโรทีน 3498-3788 ไมโครกรัม/น้ำหนักสด 100 กรัม การเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลไม้ส่วนใหญ่เกิดจากการสูญเสียสีเขียว เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาการแตกตัวของคลอโรฟิลล์ไปเป็นสารไม่มีสี เป็นผลให้แคโรทีนอยด์ที่มีอยู่เดิม และจากส่วนที่ปรากฏขึ้น ให้เห็นเป็นสีเหลืองชัดเจนขึ้น แคโรทีนอยด์ในผลมะม่วงสุกเป็นเบต้าแคโรทีน

2.1.2.2 การอ่อนตัว เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบของผนังเซลล์ที่ประกอบด้วยสารโพลีแซคคาไรด์หลายชนิดที่สำคัญคือสารประกอบเพคติน เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสจากเอนไซม์ต่างๆ ที่พัฒนาในช่วงสุก โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของเพคติน เนื่องมาจากการทำงานของเอนไซม์ 2 ชนิดคือ polygalacturonase หรือ PG และ pectinase หรือ PG ที่มีความสำคัญต่อการทำให้เนื้อของมะม่วงมีการอ่อนตัว (Salunkhe and Kadam, 1995 ; Valente et.al. 2003 ; Mohd et.al. 2004)

2.1.2.3 การสูญเสียน้ำหนัก เกิดมากในช่วงสุกเพราะมีการคายน้ำมาก เนื่องจากช่วงนี้มวล (จริงแท้ สิริพานิช, 2541) หรือไซที่อยู่ผิวผลที่ช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำต้องเสื่อมสลายไปตามธรรมชาติ พบว่ามะม่วงพันธุ์แก้วสูญเสียน้ำหนักเพิ่มจากร้อยละ 8.02 เป็น 14.06 เมื่อเริ่มนับได้ 1 และ 8 วันตามลำดับ (กาญจนา เหลืองสุวาลัย, 2537)

2.1.2.4 ความเป็นกรด-ด่าง วัดเป็นค่า pH และปริมาณกรด กรดอินทรีย์ที่พบในมะม่วงหลายชนิด เช่น มีกรดซิตริก กรดมาลิก กรดซัคซิกและกรดยูโรนิก (Aina, J. 2003 ; Zoghbi, 2003) มะม่วงสุกปริมาณกรดลดลงมากเพราะกรดอินทรีย์บางส่วนจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลทำให้ความเปรี้ยวลดลง (Krishnamurthy et.al. 2001 ; Castrillo et.al. 2003 ; Ghai and Modi, 2004) มะม่วงพันธุ์แก้วมีปริมาณกรดลดลงจากร้อยละ 2.49 เป็น 1.57 เมื่อผลเริ่มนับได้ 1 และ 8 วันตามลำดับ และค่า pH เพิ่มจาก 5.08 เป็นร้อยละ 6.18 (กาญจนา เหลืองสุวาลัย, 2537)

2.1.2.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ในช่วงเวลาที่มะม่วงสุกเต็มที่สะสมไว้สลายตัวด้วยกระบวนการไฮโดรไลซิสได้น้ำตาลทำให้ TSS สูงขึ้นน้ำตาลในมะม่วงสุกส่วนใหญ่ร้อยละ 75 เป็นน้ำตาลซูโครส (Castrillo et.al. 2003 ; Fuchs et.al. 2003) ผลสุกจึงมีน้ำตาลมากกว่าผลดิบมากทำให้มะม่วงสุกมีรสหวาน กาญจนา เหลืองสุวาลัย (2537) รายงานว่ามะม่วงแก้วเมื่อดิบมีค่า TSS 9.50 °Brix เมื่อสุกจะเพิ่มเป็น 17.23 °Brix และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น

2.1.2.6 อัตราส่วน TSS กับ TA ในมะม่วงสุกมีค่าเพิ่มขึ้นมากในช่วง 1-4 วัน หลังจากผลนับในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้แก้ว แรด หนึ่งกลางวัน หลังจากนั้นค่าจะลดลง ทั้งนี้เพราะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และการลดลงของปริมาณกรดซึ่งการเปลี่ยนแปลงทั้งสองค่านี้ มีความสำคัญต่อการประเมินคุณภาพด้านรสชาติและการยอมรับสูงขึ้นกล่าวคือ อัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น ทำให้มะม่วงมีรสหวาน ทำให้คะแนนด้านรสชาติและการยอมรับนี้สูงขึ้นด้วย

จากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและทางเคมีของมะม่วงในขณะที่สุกจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้คุณภาพผลิตภัณฑ์มะม่วงแตกต่างกันไปตามส่วนประกอบพื้นฐานของวัตถุดิบมะม่วงสำหรับการแปรรูป

2.2 ผลไม้แผ่น (Fruit leather)

2.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตผลไม้แผ่น

จากรายงานของ Raab and Oehle (2001) ผลไม้แผ่น (Fruit leather) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อผลไม้ตีปั่นแล้วทำให้เป็นแผ่นบางก่อนนำไปผ่านกระบวนการทำแห้งผลไม้ นำไปอบจนกระทั่งแห้งและสามารถลอกเป็นแผ่นได้ สามารถผลิตได้จากผลไม้ได้หลายชนิด เช่น มะม่วง กกล้วย มะละกอ ขนุน มันเทศ และทุเรียน เป็นต้น โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลไม้แผ่นประกอบด้วยปัจจัยต่างๆดังนี้

2.2.1.1 ผลไม้ที่ใช้ในการผลิตผลไม้แผ่น

ผลไม้ที่ใช้ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นสามารถใช้ได้ทั้งผลไม้ตามฤดูกาล ผลไม้กระป๋องและผลไม้แช่แข็ง แต่ควรเป็นผลไม้ผลไม้ที่สุกหรือค่อนข้างสุกงอม มีเนื้อผลไม้นุ่มไม่แข็ง เหมาะที่จะใช้เป็นส่วนประกอบหลักในการทำผลไม้แผ่น และอาจเติมส่วนผสมต่างๆเช่น น้ำตาลหรือน้ำผึ้ง สำหรับน้ำผึ้งนอกจากจะช่วยเพิ่มความหวานแล้วยังสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นเหนียวขึ้น (Nada.2001) ส่วนผลไม้ที่มีขนาดเล็ก, มีเนื้อแข็ง, มีมีความเป็นกรดสูงและมีรสขม เหมาะกับใช้เป็นส่วนผสมเพิ่มมากกว่า (Reynolds. 2002) ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณลักษณะของผลไม้ที่ใช้ทำผลไม้แผ่น

ผลไม้	คุณภาพของผลไม้แผ่นที่ได้
แอปเปิ้ล	ดีมาก
แอปปริคอต	ดีมาก
อะโวคาโดร์	ไม่เหมาะสม
กล้วย	เกือบดี
บลูเบอร์รี่	เหมาะสำหรับใช้เป็นส่วนผสมเพิ่มเติม
เชอร์รี่	ดีมาก
เบอร์รี่ที่มีเมล็ด	ดีมาก
ผลไม้ตระกูลส้ม	เหมาะสำหรับใช้เป็นส่วนผสมเพิ่มเติม
เปลือกผลไม้ตระกูลส้ม	เหมาะสำหรับใช้เป็นส่วนผสมเพิ่มเติม
แอปเปิ้ล	เหมาะสำหรับใช้เป็นส่วนผสมเพิ่มเติม
องุ่น	เกือบดี
ฝรั่ง	เหมาะสำหรับใช้เป็นส่วนผสมเพิ่มเติม
เมลอน	ไม่เหมาะสม
เนคทาริน	ดีมาก

ที่มา : ดัดแปลงจาก Henneman, A. and Malone, N (1993)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ผลไม้	คุณภาพของผลไม้แผ่นที่ได้
แพร์	ดีมาก
สับปะรด	ดีมาก
ลูกพรัม	ดี
สตรอเบอร์รี่	ดีมาก
พีท	ดีมาก

ที่มา : คัดแปลงจาก Henneman,A. and Malone,N (1993)

จากตารางที่ 2.3 จะพบว่าผลไม้ที่ใช้ทำเป็นผลไม้แผ่นส่วนใหญ่จะเป็นผลไม้ที่อยู่ในเขตอบอุ่น (Temperate fruits) เช่น แอปเปิ้ล แอปปริคอต เบอร์รี่ที่มีเมล็ด เนคทาริน สตรอเบอร์รี่ แพร์ คุณลักษณะของผลไม้แผ่นที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก

Esam และ Bakri (1992) ทำการผลิตแพร์แผ่นจากการเตรียมวัตถุดิบ โดยทำการคัดเลือกลูกแพร์ตามที่ต้องการนำมาทำความสะอาด ปอกเปลือก และนำเมล็ดออกป็นให้ละเอียด นำเนื้อลูกแพร์ป็นออกมาเมื่อต้องการใช้ โดยนำเนื้อลูกแพร์ออกมาป็นผสมกับส่วนผสมต่างๆจนละเอียดเป็นเวลา 2-3 นาที ส่วนผสมต่างๆมีดังนี้ เนื้อลูกแพร์ป็น 1400 กรัม น้ำตาลทราย 140 กรัม น้ำมันมะกอก 7 กรัม (เพื่อช่วยให้ลักษณะของเนื้อสัมผัสมีความคงตัวและมีประกายมากขึ้น) กรดซิตริก 15.4 กรัม และ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 2.1 กรัม เมื่อส่วนผสมเข้ากันดีแล้วนำส่วนผสมทั้งหมดลงในถาดสแตนเลส ผิวหน้าให้เรียบแล้วนำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 40-48 ชั่วโมง ลักษณะของแพร์แผ่นที่ได้จะมีความยืดหยุ่น มีความนุ่ม ไม่เหนียว เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ภายหลังการเก็บรักษาพบว่าผลิตภัณฑ์แพร์แผ่นที่ได้มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.5 (ทั้งก่อนและหลังการเก็บรักษา)

Hughes and Willeberg (2001) ทำการผลิตแอปเปิ้ลแผ่น (Apple leather) เตรียมได้โดยนำแอปเปิ้ลมาทำความสะอาด ปอกเปลือก และนำใส่ในออก หั่นเป็นแผ่นบางๆหนาประมาณ 1/8 นิ้ว แช่ในสารละลายซัลไฟต์ (โซเดียมไบซัลไฟต์ 1/2 - 2 ช้อนชา ต่อ น้ำ 1 ควอร์ต) นำไปลวกโดยใช้ไอน้ำ นาน 3-5 นาที และนำมาเข้าสู่อบเป็นเวลา 6-12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 140 องศาฟาเรนไฮด์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะนุ่มยืดหยุ่น และไม่ขึ้นบริเวณกลางแผ่นเมื่อตัดเป็นแผ่น)

Hughes and Willeberg (2001) ทำการผลิตเบอร์รี่แผ่น (Berries leather) เตรียมได้โดยล้างทำความสะอาดเบอร์รี่ (บลูเบอร์รี่, แครนเบอร์รี่ ฯลฯ) เพื่อล้างไขที่เคลือบอยู่ที่ผิวให้ออก ลวกในน้ำเดือดนาน 15-30 นาที ทำให้เย็นโดยใส่ลงในน้ำเย็นจัด นำขึ้นมาพักไว้ให้แห้ง ป็นให้ละเอียดและนำเข้าตู้อบเป็นเวลา 24-36 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 140 องศาฟาเรนไฮด์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะแห้งและเป็นแผ่น

นอกจากผลไม้ที่อยู่ในเขตอบอุ่นที่สามารถใช้ในการทำผลไม้แผ่นให้มีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับแก่ผู้บริโภคแล้ว ผลไม้ที่อยู่ในกลุ่มของผลไม้เขตร้อน (Tropical fruit) ได้แก่ ขนุน มะม่วง ทูเรียน มะละกอ และสับปะรด ก็สามารถจัดทำเป็นผลไม้แผ่นที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ เช่น มะม่วงแผ่น (Mango leather) ทำได้โดยการนำมะม่วงสุกมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก นำเนื้อมะม่วงที่ได้แช่ลงในสารละลายที่มีสารซัลไฟด์ เก็บที่อุณหภูมิ 20, 30 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลรีดิวซ์ซิง, น้ำตาลทั้งหมด, แครโทีนอยด์, กรดแอสคอร์บิก และการเกิดสีน้ำตาล ผลของการศึกษาอายุการเก็บพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ซิงจะเพิ่มขึ้น สำหรับที่อุณหภูมิในการเก็บรักษา 30 และ 40 องศาเซลเซียส พบว่า แครโทีนอยด์ยังคงอยู่มีแต่กรดแอสคอร์บิกสูญเสียไปเมื่อผ่านการให้ความร้อน และการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สำหรับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 และ 40 °C มีคุณภาพดีกว่าที่อุณหภูมิ 20°C (Satyaprakash and Roy.1985)

Irwandi et al. (1998) ได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาของทุเรียนแผ่นในภาชนะบรรจุ 4 ชนิด ได้แก่ Laminated Aluminum Foil (LAF), High-density polypropylene (PP) และ อุณหภูมิห้องพบว่า มีการเกิดสีน้ำตาลขึ้นในทุเรียนแผ่นที่บรรจุทั้ง 4 ชนิด เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยมีการเกิดสีน้ำตาลมากที่สุดที่ในทุเรียนแผ่นที่บรรจุใน LDPE และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ทุเรียนแผ่นจะเกิดการสูญเสียความชื้น ทำให้มีความแข็ง (hardness) เพิ่มขึ้น ซึ่งการบรรจุทุเรียนแผ่นมีค่าลดลง อาจมีสาเหตุมาจากความชื้นที่เพิ่มขึ้นและการเกิดสีน้ำตาล การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ 7- point hedonic scale พบว่าทุเรียนแผ่นที่เก็บในภาชนะบรรจุทั้ง 4 ชนิด ได้รับการยอมรับ (มีคะแนนความชอบมากกว่า 4) จากผู้ทดสอบตลอดเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์

2.2.1.2 กรรมวิธีการผลิต

วิธีการทำแห้งผลไม้แผ่นสามารถแบ่งออกได้ 2 วิธี คือการอบแห้งโดยตู้อบ (Oven drying) และการทำให้แห้งโดยแสงอาทิตย์ (Sun drying) โดยนำไปวางกลางแจ้ง เมื่อไม่มีแดดแล้วให้นำถาดกลับเข้ามาและนำถาดกลับไปวางอีกครั้งเมื่อมีแดด เวลาที่ใช้ในการทำแห้งด้วยวิธีนี้จะใช้เวลานานกว่าตัวอย่างจะแห้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม ความแรงของแดด ความชื้นของบรรยากาศซึ่งมาสามารถกำหนดเวลาที่แน่นอนได้ผลไม้แผ่นที่ได้มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอในทุกครั้งและยากต่อการควบคุมคุณภาพ (Raab and Oehler. 2001)

สำหรับการทำแห้งโดยแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ทั่วไปในการทำมะม่วงแผ่น เริ่มจากการทำความสะอาด ก่อนนำมาปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้น แล้วปั่น ด้วยเครื่องปั่นผสม นำลงกวนในกระทะจนมีลักษณะข้นและมีความหนืดมาก จากนั้นนำมาเติมน้ำตาล แล้วนำมาเกลี่ยเป็นแผ่นกลม

บางบนพลาสติก นำออกผึ่งแดด โดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาณ 2 วัน ขึ้นอยู่กับแดดในแต่ละวันและจะต้องมีการกลับหน้าขอมะม่วงแผ่นเพื่อให้แห้งอย่างทั่วถึง เมื่อแห้งแล้วนำมาซ้อน หรือม้วนเป็นทรงกระบอก ก่อนที่จะนำไปจำหน่าย โดยมีราคาขายส่งอยู่ในช่วง 25-50 บาทต่อกิโลกรัม (สุกัญญา พัวพันธ์. 2545)

การอบแห้งผลไม้แผ่น (oven drying) วิธีนี้ใช้ได้ทั้งเตาอบไฟฟ้าและเตาอบแก๊สที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้โดยอัตโนมัติ แต่ละชั้นต้องห่างกันอย่างน้อย 2 นิ้ว ห่างจากผนังด้านบนและผนังด้านล่างอย่างละ 3 นิ้ว ก่อนนำส่วนผสมเข้าอบต้องเปิดเตาอบและตั้งอุณหภูมิ เพื่อไล่ความชื้นที่เหลือออกจากเตาอบ

Che Man et al. (1997) ได้ศึกษาผลของชนิดเครื่องอบแห้ง และสภาวะในการอบแห้งต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่น พบว่าการอบแห้งด้วยตู้อบแบบ Cabinet dryer ใช้ระยะเวลาการอบแห้งสั้นกว่าการอบแห้งด้วยตู้อบแบบ Oven dryer ซึ่งขึ้นอยู่กับการหมุนเวียนอากาศภายในตู้อบด้วย การอบแห้งที่อุณหภูมิ 75 °C ด้วยตู้อบ Cabinet dryer นาน 7 ชั่วโมง ทำให้ทุเรียนแผ่นมีสีเหลืองไหม้ ซึ่งในกรณีของ Oven dryer ยังได้รับการยอมรับอยู่ สำหรับเครื่องอบแห้งทั้ง 2 แบบ การใช้อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานทำให้ทุเรียนแผ่นมีค่า a_w ต่ำกว่า แต่เสี่ยงต่อการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ และการสูญเสียวิตามินซี ซึ่งจากการทดลองอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับเครื่องอบแห้งทั้ง 2 ชนิดนี้ คือ อุณหภูมิ 47-55 °C และใช้ระยะเวลาในการอบนาน 10-14 ชั่วโมง

2.2.1.3 ปัจจัยในการผลิต

1 กรรมวิธีและเวลาในการปั่นเนื้อผลไม้

การเตรียมส่วนในการทำผลไม้แผ่น เลือกใช้แค่ผลไม้สุก นำมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก ตัดแต่งส่วนที่เสียหรือดำหนิต่างๆทิ้งไป นำเมล็ดและไส้ออกหั่นเป็นชิ้นเล็ก และนำไปปั่นให้ละเอียดควรทำการปั่นผสมทันทีเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดสีน้ำตาลการปั่นผสมสามารถทำได้วิธีคือ

การผ่านความร้อนก่อนการผสม (hot break method) โดยทำการหั่นผลไม้ให้เป็นชิ้นเล็กๆ นำไปผ่านความร้อนโดยการนึ่งเป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงนำผลไม้ไปปั่นวิธีนี้เหมาะสำหรับผลไม้ที่มีสีอ่อน และมีเนื้อแข็ง เพราะความร้อนจะทำให้การปั่นผสมง่ายขึ้นเนื่องจากเนื้อผลไม้มีความอ่อนตัวมากขึ้น

การไม่ผ่านความร้อนก่อนการปั่นผสม (cold break method) โดยการหั่นผลไม้ให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วปั่นให้ละเอียดนำไปผ่านความร้อนโดยการนึ่งเป็นเวลา 10 นาทีแล้วทิ้งให้เย็น

ทั้งสองวิธีจะให้ผลแตกต่างกันคือการผ่านความร้อนก่อนการปั่นผสมจะสามารถรักษากลิ่นรส และสีของผลไม้ได้ดีกว่า

การทำให้เนื้อผลไม้เข้มข้น นำเนื้อผลไม้ที่ผ่านการปั่นให้ละเอียดนำไปให้ความร้อนโดยการเคี้ยวหรือกวนที่อุณหภูมิต่ำจนกระทั่งเนื้อผลไม้เหนียว อาจเติมน้ำตาลลงไปในส่วนผสมเพื่อช่วยลดระยะเวลาในการกวน (Raab and Oehle. 2001)

ศิริลักษณ์ ปิยพรไพบูลย์ (2546) ศึกษาเวลาในการปั่นเนื้อสับประรดในการทำสับประรดแผ่น 5 ระดับ คือ 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที เทตัวอย่างลงในถาดและนำเข้าตู้อบลมร้อนจนกระทั่งแห้งแล้วนำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วมาทดสอบทางด้านกายภาพพบว่า ค่า hardness ของสับประรดแผ่นลดลงเมื่อเมื่อใช้เวลาในการปั่นเนื้อสับประรดเพิ่มขึ้น เนื่องจากเวลาในการปั่นทำให้เส้นใยของสับประรดมีขนาดเล็กลง โดยเรียงลำดับค่า hardness ได้ดังนี้ 18.89, 17.12, 16.45, 15.91 และ 15.56 นิวตัน เมื่อพิจารณา ค่า a_w , ค่าสี ของสับประรดแผ่นทั้ง 5 ชนิด พบว่า มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.453-0.462 ความสว่าง (L^*) อยู่ในช่วง 35.20-36.18, สีแดง (a^*) อยู่ในช่วง 2.25 -2.40 และสีเหลือง (b^*) อยู่ในช่วง 15.25 -16.29

2 อุณหภูมิและเวลาในการอบ

อุณหภูมิในเตาควรอยู่ที่ประมาณ 140 °F เวลาที่ใช้ในการอบขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบจำนวนตัวอย่าง ความชื้นของตัวอย่าง และชนิดของวัตถุดิบ ถ้าใช้อุณหภูมิในการอบต่ำเกินไปจะต้องใช้เวลาในการทำแห้งนานขึ้น แต่ถ้าใช้อุณหภูมิในการอบที่สูงเกินไปจะเกิดสีน้ำตาล (browning) และผิวหน้าของผลไม้แผ่นแห้งแข็ง (case hardening) แต่ภายในยังชื้นอยู่ (Henneman, A. and Malone, N. 1993) เช่น แพร์แผ่น (Esam and Bakri. 1992), เบอร์รี่แผ่น (Hughes and Willenberg. 2001), แอปเปิ้ลแผ่น (Esam and Bakri. 1992) และมะม่วงแผ่น (มณฑาทิพย์ ยูนฉลาด. 2543) ที่ใช้อุณหภูมิ 140 °F เป็นเวลา 40-48 ชั่วโมง, 24-36 ชั่วโมง, 6-12 ชั่วโมง และ 6-8 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในขณะที่อบทำได้โดยการผสมกรดแอสคอบิก หรือน้ำผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวเช่น น้ำมะนาว น้ำสับประรดลงไปในส่วนผสมของผลไม้แผ่น (Hughes and Willenberg. 2001 ; Arthey and Ashurst. 1996)

ศิริลักษณ์ ปิยพรไพบูลย์ (2546) ศึกษาเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 140 °F ในการทำสับประรดแผ่น 9 ระดับ คือ 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 และ 33 ชั่วโมง ที่มีต่อคุณภาพทางด้านกายภาพของสับประรดแผ่นพบว่า เมื่อใช้เวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นค่า a_w และความชื้นจะมีค่าลดลง โดยค่า a_w มีค่าเรียงลำดับดังนี้ 0.538, 0.524, 0.508, 0.478, 0.465, 0.457, 0.439, 0.424 และ 0.411 ในด้านความชื้น มีค่าเรียงลำดับดังนี้ 9.57%, 8.96%, 8.20%, 7.22%, 6.21%, 5.43%, 4.68%, 4.12% และ 3.80% แต่ค่า hardness จะมีค่าเพิ่มขึ้นโดยมีค่าเรียงลำดับดังนี้ 2.697, 3.866, 7.683, 11.842, 14.486, 16.755, 18.916, 21.657 และ 24.555 นิวตัน เมื่อพิจารณาค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) พบว่าตัวอย่างทั้ง 9 มีค่าใกล้เคียงกันดังนี้ ความสว่าง (L^*) มีค่าอยู่ในช่วง 35.89-37.16 ค่าสีแดง (a^*) ค่าอยู่ในช่วง 2.30-2.82 และค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าอยู่ในช่วง 15.06-16.95

3 เวลาในการกวน

ในการทำให้เนื้อผลไม้เข้มข้น โดยนำเนื้อผลไม้ที่ผ่านการปั่นให้ละเอียดนำไปให้ความร้อน โดยการเคี้ยวหรือกวนที่อุณหภูมิต่ำจนกระทั่งเนื้อผลไม้เหนียว อาจเติมน้ำตาลลงไปในส่วนผสมเพื่อช่วยลดระยะเวลาในการกวน (Raab and Oehle, 2001) โดยเวลาในการกวนจะกวนจนกระทั่งเนื้อผลไม้มีอุณหภูมิอยู่ที่ 70-85 °C เป็นเวลา 7-10 นาที เช่น สับปะรดแผ่นที่ใช้เวลาในการกวนที่อุณหภูมิ 70 °C (ศิริลักษณ์ ปิยพรไพบูลย์, 2545) เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่อยู่ในเนื้อผลไม้ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นมีสีคล้ำ (Raab and Oehle, 2001)

ในขณะที่การกวนมะม่วงแผ่นจะใช้วิธีการกวนเนื้อมะม่วงสุกไปเรื่อยๆ จนกระทั่งร้อนจัด เคี้ยวอ่อน กวนจนงวดลงมามีเล็กน้อย มีความเหนียว แล้วจึงขยกลงจากเตา (จินตนา อุบัติสฤกุล และคณะ, 2528) และจากการที่ผลไม้แผ่นส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำตาลเป็นส่วนประกอบในเนื้อค่อนข้างมากจึงไม่ควรใช้เวลาในการกวนมากเกินไปจะทำให้ผลไม้แผ่นที่ได้มีสีคล้ำและรสชาติแรง

4 ความหนาของชิ้น

ภายหลังจากทำการกวนผสมเนื้อผลไม้ ทำการเทเนื้อผลไม้ลงถาดที่เตรียมไว้โดยปกติจะทำการเทเนื้อผลไม้ให้มีความหนาประมาณ 1/8 นิ้ว-1/4 นิ้ว เมื่อผ่านการอบแห้งแล้วจะทำให้เนื้อผลไม้มีความหนาที่เหมาะสม สามารถลอกออกจากถาดได้ง่าย (Reynold, 2002) เช่นเดียวกับในการทำมะม่วงแผ่นที่จะเทเนื้อมะม่วงให้มีความหนาประมาณ 1/8 นิ้ว-1/4 นิ้ว หลังจากอบแห้งแล้วมะม่วงแผ่นจะมีความหนาประมาณ 1.86 มิลลิเมตร (Reynolds, 2002)

พรศักดิ์ ประสิทธิ์แพทย์ (2545) ศึกษาถึงความหนาที่เหมาะสมต่อการผลิตทุเรียนแผ่นจากเทส่วนผสมที่เตรียมไว้ 150 กรัม, 200 กรัม และ 250 กรัมลงในถาดอะลูมิเนียมขนาด 18.5x27 เซนติเมตร หลังจากผ่านการอบแห้งแล้ว มีความหนาเฉลี่ยตามลำดับดังนี้ 1.58, 1.18 และ 0.70 มิลลิเมตร เมื่อนำมาทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่น โดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าทุเรียนแผ่นที่มีความหนา 1.58 มีคะแนนความชอบด้านความหนาสูงสุดซึ่งมีคะแนนความชอบด้านความหนาไม่ต่างจากทุเรียนแผ่นที่มีความหนา 1.18 มิลลิเมตรอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ต่างจากทุเรียนแผ่นที่มีความหนา 0.70 มิลลิเมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ทุเรียนแผ่นที่มีความหนา 1.18 มิลลิเมตร กับ 0.70 มิลลิเมตร มีคะแนนความชอบเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ศิริลักษณ์ ปิยพรไพบูลย์ (2545) รายงานว่าความหนาของสับปะรดแผ่น มีผลต่อคะแนนความชอบที่ผู้บริโภคมีต่อสับปะรดแผ่น เนื่องจากผู้บริโภคต้องการสับปะรดแผ่นที่บางมาก แต่เมื่อรับประทานแล้วจึงพบว่าสับปะรดที่บางมากมีเนื้อสัมผัสที่ไม่ดีเท่ากับสับปะรดแผ่นที่มีความหนามากกว่า จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า สับปะรดแผ่นที่ผลิตจากเนื้อสับปะรดปั่นน้ำหนัก 300, 400, 500, 600 และ 700 กรัม เทลงถาดสแตนเลส ขนาด 21x29 เซนติเมตร หลังจากผ่านการอบแห้งแล้วพบว่า สับปะรดแผ่นมีความหนาเฉลี่ยตามลำดับดังนี้ 0.75, 1.00, 1.25, 1.50

และ 1.75 มิลลิเมตร เมื่อทำการทดสอบความชอบที่มีต่อความหนาของสับประรดแผ่นด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าคะแนนความชอบสับประรดแผ่นที่มีความหนา 1.5 และ 1.75 มิลลิเมตร มีคะแนนความชอบสูงสุดไม่ต่างกันทางสถิติ

2.2.2.4 ปัจจัยในด้านองค์ประกอบ

จากรายงานของ Satyaprakash and Roy (1985) องค์ประกอบที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับทำผลไม้แผ่น ประกอบด้วย ปริมาณของน้ำตาล ปริมาณเพคติน ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solids : TSS) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่อยู่ในผลไม้ที่มีปริมาณแตกต่างกัน ไปขึ้นอยู่กับระดับความแก่-อ่อนของผลไม้ เพราะในการทำผลไม้ให้เป็นผลไม้แผ่นเป็นการระเหยน้ำที่อยู่ในผลไม้ ซึ่งจะทำให้องค์ประกอบเหล่านี้มีความเข้มข้นสูงขึ้น

1 ปริมาณของน้ำตาล

น้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในมะม่วงคือน้ำตาลซูโครสเมื่อมะม่วงสุกจะมีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นปริมาณกรดอินทรีย์และสารประกอบ phenolic ลดลง ความเปรี้ยวและความฝาดลดลง น้ำที่ของน้ำตาลในการทำผลไม้แผ่นคือ ทำให้การเคี้ยวหรือกวนผสมเนื้อผลไม้ขณะให้ความร้อนถึงจุดเข้มข้นที่ต้องการเร็วขึ้น เพราะน้ำตาลเป็นตัวช่วยสกัดเพคตินที่อยู่ในเนื้อผลไม้ ช่วยให้เนื้อผลไม้มีความเหนียวมากขึ้น มีสีใส เป็นประกายและมีความคงตัว โดยความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสมของผลไม้แผ่นจะแตกต่างกันไปตามชนิดของผลไม้

พรศักดิ์ ประสิทธิ์แพทย์ (2545) ศึกษาถึงปริมาณน้ำตาลต่อค่าทางกายภาพของทุเรียนแผ่น เมื่อผสมน้ำตาลร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของส่วนผสมทั้งหมดพบว่าปริมาณน้ำตาลไม่มีอิทธิพลต่อค่า a_w และความชื้น โดยมีค่า a_w เท่ากับ 0.56-0.62 และความชื้นร้อยละ 6.69-8.54 แต่มีการเพิ่มน้ำตาลทำให้ค่าความเค้นและค่างานลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งกล่าวได้ว่าการเพิ่มปริมาณน้ำตาลทำให้ทุเรียนแผ่นมีความสามารถในการต้านทานการคั่ง และความเหนียวลดลง

จากรายงานของมณฑาทิพย์ ชุ่นฉลาด และคณะ (2543) การทำมะม่วงแผ่นจะใช้ น้ำตาลทรายเป็นส่วนประกอบประมาณ 2 % จากเนื้อมะม่วงทั้งหมด แต่การทำมะม่วงแผ่นจะต้องมีการอบแห้งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความเข้มข้นของน้ำตาลที่สูงขึ้น ถึงแม้ว่าการใช้น้ำตาลจะมีผลทำให้เนื้อผลไม้กวนส่วนผสมให้ถึงจุดเข้มข้นที่ต้องการได้เร็วขึ้น แต่เนื่องจากเนื้อมะม่วงสุกจะปริมาณของน้ำตาลทั้งหมดที่สูงอยู่แล้วเช่น มะม่วงแก้วสุกมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเป็น 16.01-20.25% (กาญจนา เหลืองสุวาลัย, 2534) ประกอบกับกรดโดยธรรมชาติของมะม่วงจะช่วยในการตกตะกอนเพคตินได้ จึงไม่จำเป็นต้องใช้น้ำตาลมาก เพราะถ้าปริมาณน้ำตาลที่สูงเกินไปมีผลเสียคือผลไม้แผ่นนั้นจะมีสีหวานจัดเกินไปและน้ำตาลส่วนที่เกินนั้นอาจตกผลึกทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นทรายขณะรับประทาน

2 TSS. (Total Soluble Solid)

จากรายงานของ Satyaprakash และ Roy (1985) มะม่วงแผ่นเป็นอาหารถนอมที่ทำจากการต้มเนื้อผลไม้กับน้ำตาล ตั้งไฟอ่อนจนจนกระทั่งน้ำตาลละลาย จนกระทั่งถึงจุดความเข้มข้นที่ต้องการ ซึ่งจุดนี้มะม่วงควรจะมีของแข็งที่ละลายได้ไม่เกิน 22- 25 องศาบริกซ์แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งแห้งจะได้มะม่วงแผ่นที่ใสเป็นประกาย สีน่ารับประทานและไม่เหนียวหนืดเมื่อรับประทาน เพราะถ้าใช้ปริมาณน้ำตาลที่วัดได้ค่า TSS มากกว่า 25%หรือในช่วงเดียวกับผลิตภัณฑ์ แยม เยลลี่หรือร้อยละ 65-68%ในรูปของ TSS จะต้องใช้เวลาในการอบนานมากกว่า 6 ชั่วโมง เพราะเนื้อมะม่วงที่ผ่านการกสนเหนียวมาก และทำให้มะม่วงแผ่นที่ผ่านการอบแห้ง มีรสชาติหวานจัด สีคล้ำและมีความเหนียวมาก

3 ปริมาณกรดทั้งหมด

มีความจำเป็นที่ต้องเติมกรดอินทรีย์ลงไปผลไม้แผ่นด้วยเหตุผล 2 ประการคือ ช่วยลดระดับ pH ลงให้เหมาะสมต่อระดับความเข้มข้นของเนื้อผลไม้ในขณะที่ทำการผสม และปรับรสชาติให้เหมาะสมอีกทั้งเน้นกลิ่นรสผลไม้ให้ดีขึ้น (มณฑาทิพย์ ขุ่นฉลาด และคณะ. 2543) โดยระดับ pH ที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับปริมาณของ TSS ด้วยเพราะหากไม่เหมาะสมจะเกิดปัญหาคือเนื้อผลไม้จะไม่เข้มข้นและไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันจะต้องเพิ่มปริมาณของเพคตินลงไปอีก จากรายงานของ Satyaprakash and Roy (1985) ปริมาณของ TSS : acid ที่เหมาะสมต่อการทำมะม่วงแผ่น คือ 25 : 0.5 หรือที่ pH ประมาณ 3.0- 3.5 ซึ่งเป็นค่าที่วัดได้ในขณะที่ตั้งไฟอ่อนๆ คนผสมจนมะม่วงมีความเข้มข้นตามที่ต้องการซึ่งจะได้เนื้อของมะม่วงที่มีสีใสเป็นประกาย

4 ปริมาณเพคติน

โดยทั่วไปในผลไม้จะมีสารประกอบเพคตินอยู่ตรงส่วนเนื้อผลไม้อยู่แล้ว ทำให้การทำมะม่วงแผ่นไม่จำเป็นต้องเติมเพคตินเพิ่มเติมเพื่อให้มะม่วงขณะที่กวนผสมมีความคงตัวของโครงร่าง โดยมะม่วงดิบจัดเป็นผลไม้ที่กรดมาก เพคตินมาก และมะม่วงสุกจัดเป็นผลไม้ที่มีกรดน้อย เพคตินมาก (กรมวิชาการเกษตร. 2535) ทำให้ในการทำมะม่วงแผ่นที่ใช้มะม่วงสุกมากกว่ามะม่วงดิบไม่จำเป็นต้องใช้น้ำตาลในการต้มสกัดเพคติน เพราะจากรายงานของ Satyaprakash and Roy (1985) โดยหลักการผลไม้ทุกชนิดสามารถทำเป็นผลไม้แผ่นได้ ปริมาณของน้ำตาลในผลไม้ชนิดหนึ่งไม่เท่ากัน ผลไม้แต่ละชนิดอาจไม่ใช้หรือใช้น้ำตาลในการทำผลไม้แผ่นไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของเพคตินเป็นสำคัญ และความเปรี้ยวรองลงมา ตามทฤษฎีที่ว่า ถ้าผลไม้ไม่มีปริมาณเพคตินอยู่สูง ผลไม้ชนิดนั้นจะต้องใช้สัดส่วนของน้ำตาลต่อน้ำหนักผลไม้ในอัตราที่สูงด้วย ในทางตรงข้ามถ้ามีปริมาณเพคตินต่ำ ผลไม้ชนิดนั้นก็จะต้องใช้สัดส่วนของน้ำตาลต่อน้ำหนักของผลไม้ในอัตราที่ต่ำด้วย โดยในปริมาณของเพคตินที่อยู่ในผลไม้ประมาณ 0.9- 3.0 %ของน้ำหนักแห้งก็เพียงพอต่อการทำผลไม้แผ่นแล้ว

จากองค์ประกอบที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับทำผลไม้แผ่น ประกอบด้วย ปริมาณของน้ำตาล ปริมาณเพคติน ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solids : TSS) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่อยู่ในผลไม้ที่มีปริมาณแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับระดับความแก่-อ่อนของผลไม้ สามารถสรุปได้ว่า การทำผลไม้แผ่นจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก 3 ประการได้แก่ ปริมาณน้ำตาล เมื่อกวนจนได้ที่แล้วควรวัดค่าโดยใช้รีเฟรคโตมิเตอร์ประมาณ 22-25 องศาบริกซ์, ความเปรี้ยวควรมี pH 3.0-3.5 และเพคตินในเนื้อผลไม้ที่มีปริมาณ 0.9-3.0% ของน้ำหนักแห้งเพียงพอต่อการทำเป็นผลไม้แผ่น

นอกจากนี้จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบทั้ง 3 แล้วยังต้องคำนึงถึง รสชาติของผลไม้ นั้นว่าเหมาะสมแค่ไหน และผู้บริโภคนิยมมากน้อยเพียงใด สีของผลไม้ นั้นเมื่อทำให้เป็นผลไม้แผ่นจะดึงดูดใจดึงดูดสายตาผู้บริโภคหรือไม่ (มณฑาทิพย์ ชุ่นฉลาด และคณะ. 2543)

2.2.2 การพัฒนาคุณภาพของผลไม้แผ่น

2.2.2.1 การใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัสในการลดความเหนียว

Irwandi and Che Man (1995) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่น โดยเตรียมทุเรียนแผ่นขึ้น 3 สูตร คือสูตรที่หนึ่งใช้เนื้อทุเรียน 250 กรัม นึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 85-100 °C นาน 5 นาที ก่อนนำมาปั่นผสมแล้วเติมน้ำตาลซูโครสร้อยละ 7 น้ำร้อยละ 10 และกรดซอร์บิค 200 ส่วนในล้านส่วน สูตรที่สอง เพิ่มมอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 10 และน้ำมันปาล์มที่ผ่านการไฮโดรจีเนตร้อยละ 2 และเลซิตินร้อยละ 0.1 ลงในสูตรที่หนึ่ง และสูตรที่ 3 เพิ่มสีเหลืองไข่ 100 ส่วนในล้านส่วน ลงในสูตรที่สอง ทำเป็นแผ่นหนา 1.2 มิลลิเมตร ก่อนนำมาทำแห้งด้วยตู้อบแบบถาดด้วยอุณหภูมิ 47 °C นาน 8 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าทุเรียนแผ่นทั้งสามสูตรมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.57-0.62 ตลอดอายุการเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์ ทุเรียนแผ่นให้พลังงาน 431-473 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ทุเรียนแผ่นจะมีเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานเกินกว่า 12 สัปดาห์ จำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 และลดลงในสัปดาห์ที่ 8 และ 12 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 5-point hedonic scale พบว่าทุเรียนแผ่นสูตรที่ 2 และ 3 มีการยอมรับไม่แตกต่างกัน ซึ่งทุเรียนแผ่นทั้งสามสูตรมีการยอมรับในระดับคะแนนสูงถึงแม้จะมีการเก็บเกิน 12 สัปดาห์

พรศักดิ์ ประสิทธิ์แพทย (2545) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่นจากทุเรียน โดยทุเรียนแผ่นที่ผลิตจากทุเรียนพันธุ์ชะนีมีส่วนผสมดังนี้ มอลโทเดกซ์ทริน 5% และน้ำตาลทราย 17 % เพราะมอลโทเดกซ์ทริน สามารถลดการต้านทานในการคึ่งของทุเรียนแผ่นได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมชั้นตอนในการผลิตเริ่มจากนำส่วนผสมทั้งหมดมาปั่นให้เข้ากันนาน 3 นาที เทส่วนผสม 250 กรัม ลงในถาดขนาด 18.7x 27 เซนติเมตร เกลี่ยผิวหน้าให้เรียบ นำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลานาน 17 ชั่วโมง ทุเรียนแผ่นที่ได้จากทุเรียนพันธุ์ชะนีมีความหนา 1.50 มิลลิเมตร, ค่า a_w 0.62, ความสว่าง (L^*) 44.53 , สีแดง (a^*) 4.59, สีเหลือง (b^*) 35.04, ความเค็ม

0.065 Mpa ,งาน0.036 จูล, โปรตีน 4.57%, ไขมัน 5.24 % , คาร์โบไฮเดรต 80.92 % , เส้นใยหยาบ 7.54% เถ้า 1.73%, น้ำตาลรีดิวซิง 13.22%, น้ำตาลทั้งหมด 57.69 % , จุลินทรีย์ทั้งหมด 7.0×10^2 CFU/g ปริมาณบีสต์และราและ *Staphylococcus aureus* มีปริมาณ < 10 CFU/g.

2.2.2.2 การใช้สารประเภทไฮโดรคอลลอยด์

Gujral and Brar (2003) ศึกษาเกี่ยวกับสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นโดยใช้สารประเภทไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) 5 ชนิด ได้แก่ กัวร์กัม (guar gum), เพคติน (pectin) คาร์บอกซิลเมททิว เซลลูโลส (carboxyethyl cellulose), กัม อะเคเชีย (gum acacia) และ โซเดียมอัลจิเนต (sodium alginate) ที่ระดับความเข้มข้น 1%, 2% และ 3% พบว่า สารประกอบไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 5 ชนิด ทำให้ผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นมีอัตราการทำแห้งที่ลดลง 2 ชั่วโมง เมื่อนำมะม่วงแผ่นที่ได้ไปวัดค่าคุณภาพทางกายภาพพบว่า มะม่วงแผ่นมีค่าความสามารถในการยืดหยุ่น 14.54 มิลลิเมตร ค่าความเค้น 0.2285 MPa โดยใช้พลังงาน 0.0369 จูล โดยสารประกอบไฮโดรคอลลอยด์จะช่วยทำให้มะม่วงแผ่นมีค่าความยืดหยุ่นและพลังงานได้มากขึ้น ค่าสีที่วัดได้ในผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นพบว่า ค่าสีแดง (a*) และสีเหลือง (b*) ค่าที่วัดได้ต่ำกว่าในขณะที่ค่าความสว่าง (L*) ที่วัดได้ไม่แตกต่างจากมะม่วงแผ่นที่ไม่ใช้สารประกอบไฮโดรคอลลอยด์ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้พบว่า มีค่าสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสารประกอบไฮโดรคอลลอยด์ที่เพิ่มขึ้น และจากการศึกษานี้จะพบว่าสามารถใช้ กัวร์กัม หรือ เพคติน เป็นส่วนผสมเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสของมะม่วงแผ่น และมะม่วงแผ่นที่ได้จะใช้ค่าอัตราการทำแห้ง ลักษณะสีไม่แตกต่างจากมะม่วงแผ่นที่ไม่ใช้สารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส และสามารถใช้อรรถกัมต่างๆได้ตามต้องการ

2.2.2.3 การเสริมคุณค่าทางอาหาร

หลังจากทำการเตรียมเนื้อผลไม้ ผ่านการให้ความร้อนซึ่งสามารถใส่ส่วนผสมอื่นๆที่ต้องการ เช่น น้ำผึ้ง อบเชย (cinnamon) ลูกจันทร์ (nutmeg) มินท์ ข้าวโอต เมล็ดทานตะวันลูกเกด หรือส่วนผสมอื่นๆ ร้อยละ 0.5 ถึง 1 ของส่วนผสมทั้งหมด ทำการผสมกันจนเรียบเนียน เทใส่ถาดที่เตรียมไว้ให้หนาประมาณ 1/8 - 1/4 นิ้วแล้วนำไปทำให้แห้ง โดยเลือกวิธีการทำแห้งที่เหมาะสม (Reynold. 2002) ไม่ควรใช้น้ำตาลที่เป็นเกล็ดเพราะจะทำให้เกิดการตกผลึกในระหว่างเก็บรักษา แต่ถ้าต้องการเพิ่มรสหวานให้ใช้น้ำผึ้ง หรือน้ำเชื่อมข้าวโพด (white corn syrup) แทน (Hughes and Willenberg. 2001)

Gujral and Khanna (2002) ศึกษาเกี่ยวกับสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสในมะม่วง 3 ชนิด ได้แก่ Soy Protein Concentration (SPC), Skim Milk Powder (SMP) และ น้ำตาลทราย ที่ระดับความเข้มข้น 0%, 4.5% และ 9% เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและความหวานในผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น และศึกษาถึงลักษณะเนื้อสัมผัสที่ได้จากการใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัสทั้ง 3 ชนิด โดยเลือกใช้มะม่วงที่มีระดับความสุกเต็มที่ (full ripening) และใช้ระยะเวลาในการอบเป็นเวลา 7.6 ชั่วโมง ที่

อุณหภูมิ 60 ± 1 °C พบว่าสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสทั้ง 3 ชนิด มีอัตราการอบแห้งที่ต่ำกว่ามะม่วงแผ่นที่เป็นตัวอย่างควบคุม โดยมะม่วงแผ่นที่ใช้ SPC ใช้อัตราการอบแห้งที่ต่ำที่สุด ตามด้วยมะม่วงแผ่นที่ใช้น้ำตาลทรายและ SMP ตามลำดับ และมะม่วงแผ่นที่ได้เมื่อนำไปวัดค่าคุณภาพทางกายภาพพบว่าเนื้อมะม่วงแผ่นจะมีค่าความสามารถในการยืดหยุ่นและพลังงานที่ใช้ลดลง คือ 10.71 มิลลิเมตร และ 0.1503 จูล ตามความเข้มข้นของ SPC, SMP และน้ำตาลทรายที่สูงขึ้น มะม่วงแผ่นที่ได้ มีค่าความสว่าง (L^*) อยู่ในช่วง 42.58 สีแดง (a^*) 12.58 และสีเหลือง (b^*) 26.89 โดยเฉพาะค่า b^* จะลดลงตามระดับความเข้มข้นของ SPC ที่สูงขึ้น และจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่สูงขึ้น การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ 9- point hedonic scale พบว่ามะม่วงแผ่นที่ใช้ SPC เป็นส่วนผสมที่ความเข้มข้น 0%, 4.5% และ 9% ได้รับการยอมรับน้อยที่สุดทั้ง 3 ระดับ ในขณะที่มะม่วงแผ่นที่ใช้น้ำตาลและ SMP เป็นส่วนผสมที่ระดับความเข้มข้น 4.5% ได้รับการยอมรับมากที่สุด

2.3 ภาชนะบรรจุและอายุการเก็บรักษา

การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นที่ได้จากการทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์หลายชนิดด้วยกันพบว่าจุดตัดสินใจการเสื่อมเสียเป็นดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 คัชনীที่ใช้ในการศึกษาเวลาการเก็บรักษาผลไม้แผ่น

ชนิดผลไม้	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิ(°C)	คัชনীในการเสื่อมเสีย	อายุการเก็บรักษาจริง(สัปดาห์)
ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ¹	OPP	28-33	สี	6
ทุเรียนพันธุ์ชะนี ²	OPP	28-33	สี	6
สับปะรด ³	อลูมิเนียมลามีเนตฟอยล์	30-35	สี	10
		45	สี	1
		55	สี	<1
	ไนลอน	30-35	สี	8
		45	สี	1
		55	สี	<1

หมายเหตุ ¹พรศักดิ์ ประสิทธิแพทย (2545)

²พรศักดิ์ ประสิทธิแพทย (2545)

³ศิริลักษณ์ ปิยพรไพบูรณ์ (2545)

ศิริลักษณ์ สีนชวลัย(2533) กล่าวว่า การที่ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้เป็นระยะเวลาหนึ่ง โดยไม่เสื่อมเสียเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง และการที่จะยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารให้มีคุณภาพใกล้เคียงกับคุณภาพที่เพิ่งออกจากกระบวนการผลิตปัจจัยเรื่องบรรจุภัณฑ์เป็นสิ่งจำเป็นยิ่ง (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541) อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์จะเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์จะสามารถเก็บได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยอย่างเช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ออกซิเจนและแสง ก่อนที่จะศึกษาอายุการเก็บจึงจำเป็นต้องเข้าใจหลักการในการแปรรูปผลิตภัณฑ์นั้นๆและเข้าใจถึงลักษณะการเสื่อมเสียที่สำคัญที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์นั้น ฉะนั้นในผลิตภัณฑ์ประเภทตากแห้งการควบคุมปริมาณความชื้นให้ได้ปริมาณตามต้องการจะมีประสิทธิภาพต่อเมื่อบรรจุภัณฑ์นั้นสามารถปิดผนึกได้สนิท ถ้าความชื้นเกินกว่าขอบเขตที่ตั้งไว้จะก่อให้เกิดปัญหาดังต่อไปนี้

- ความชื้นน้อยเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์แตกหักได้ และยังช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันอีกด้วย
- ความชื้นที่มากเกินไปจะให้ผลตรงกันข้าม คือ จะทำให้รสชาติและเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป

อายุการเก็บรักษา หมายถึง ช่วงระยะเวลาของการเก็บรักษาไว้ตั้งแต่ผลิตภัณฑ์นั้นถูกผลิตออกมาจนกระทั่งผลิตภัณฑ์นั้นอยู่ในสภาพที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ความสำคัญของการศึกษาอายุการเก็บสามารถทำให้ผู้ผลิตกำหนดวันหมดอายุของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผู้บริโภคทราบและประกันคุณภาพว่าผลิตภัณฑ์ในช่วงนี้มีคุณภาพตรงกับที่แจ้งไว้ในฉลาก ผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บนานจึงได้มีการศึกษาโดยวิธีการเร่งแทน วิธีนี้คล้ายกับการเก็บจริงแต่เร่งเวลาการเสียให้เร็วขึ้น โดยการเพิ่มอุณหภูมิหรือความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น

Irwandi and Che Man (1995) ได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาทุเรียนแผ่นเป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าทุเรียนแผ่นจะมีเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้นเมื่อมีอายุการเก็บรักษานานเกินกว่า 12 สัปดาห์ และจำนวนจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 และจะลดลงในสัปดาห์ที่ 8 และ 12 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale พบว่าการยอมรับในผลิตภัณฑ์ยังมีระดับคะแนนสูงถึงแม้จะมีการเก็บเกิน 12 สัปดาห์

Che Man and Sin (1997) ได้ศึกษาขนุนแผ่นที่บรรจุในซองลามิเนต (Laminated Aluminum Foil) มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุในซองพอลิพอฟีลีน (PP) พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจริงในห้องทดลอง พบว่าผู้บริโภคในห้องทดลองให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นมากกว่าผู้ทดสอบในห้องทดลอง

Irwandi et al. (1998) ได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาของทุเรียนแผ่นในภาชนะบรรจุ 4 ชนิด ได้แก่ ลามิเนตอลูมิเนียมฟอยล์ (LAF) ไฮเดนซิติ์พอลิเอทิลีน (HDPE) โลเคนซิติ์พอลิเอทิลีน (LDPE) และพอลิพอฟีลีน (PP) ณ อุณหภูมิห้อง พบว่ามีการเกิดสีน้ำตาลขึ้นในทุเรียนแผ่นที่

บรรจุในซองภาชนะบรรจุทั้ง 4 ชนิด เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยมีการเกิดสีน้ำตาลมากที่สุด ในทุเรียนแผ่นที่บรรจุของ LDPE และเมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้นทุเรียนแผ่นจะมีการสูญเสียความชื้น ทำให้มีค่าความแข็ง (Hardness) เพิ่มขึ้น ซึ่งการบรรจุทุเรียนแผ่นใน LAF ช่วยป้องกันการสูญเสียความชื้นได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับภาชนะบรรจุอีก 3 ชนิด LAF จึงสามารถรักษาเนื้อสัมผัสของทุเรียนแผ่นได้ดีที่สุด นอกจากนี้ LAF ยังเป็นบรรจุภัณฑ์ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ Mesophilic Bacteria ราและยีสต์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของทุเรียนแผ่นมีค่าลดลง การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ 7- Point Hedonic Scale พบว่า ทุเรียนแผ่นที่เก็บในภาชนะบรรจุทั้ง 4 ชนิด ได้รับการยอมรับ (มีคะแนนชอบมากกว่า 4) จากผู้ทดสอบตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์

พรศักดิ์ ประสิทธิ์แพทย์ (2545) ศึกษาการเก็บรักษาทุเรียนแผ่นที่ได้เติมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 500 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งบรรจุในซองลามิเนตอลูมิเนียมฟอยล์ (LAF) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะเหมาะกับการเก็บรักษาทุเรียนพันธุ์ชะนี แต่ไม่เหมาะกับทุเรียนพันธุ์หมอนทอง การเก็บรักษาทุเรียนแผ่นทั้ง 2 พันธุ์ ในตู้เย็นจะช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง (28-33 องศาเซลเซียส) ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและบรรจุในซองลามิเนตอลูมิเนียมฟอยล์ (LAF) จะช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าบรรจุในซองพลาสติกใส (OPP) เล็กน้อย

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบและสารเคมีที่สำคัญ

3.1.1 วัตถุดิบ

- 3.1.1.1 มะม่วงพันธุ์แก้ว
- 3.1.1.2 น้ำตาลทรายขาวตรามิตรผล
- 3.1.1.3 เมล็ดพีชอบแห้ง

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส ได้แก่

- 1 Pectin
- 2 Gelatin
- 3 Agar
- 4 แป้งสาลีเอนกประสงค์
- 5 แป้งมันสำปะหลัง

3.1.2.2 สารเคมีในการวิเคราะห์หาปริมาณเพคติน

- 1 กรดซัลฟูริก
- 2 โซเดียมไฮดรอกไซด์
- 3 เอทานอล 95%
- 4 กรดไฮดรอกลอรিক

3.1.2.3 สารเคมีในการวิเคราะห์หาปริมาณกรด (AOAC, 2000)

- 1 ฟีนอล์ฟทาลีน
- 2 โซเดียมไฮดรอกไซด์

3.1.2.4 สารเคมีในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง (reducing sugar)

และน้ำตาลทั้งหมด (total sugar) ด้วยวิธีของ Lane and Eynon (AOAC, 2000) ประกอบด้วย

- 1 คอปเปอร์ซัลเฟต
- 2 โปแตสเซียมโซเดียมคาร์เตรต
- 3 โซเดียมไฮดรอกไซด์
- 4 เมทิลีนบลู

- 5 ไปแคสเซียมออกซาลาท
- 6 นิวทรีล ลิด อะซีเตท
- 7 กลูโคส
- 8 กรดไฮโดรคลอริก

3.1.2.5 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณแป้ง

- 1 กรดซัลฟูริก
- 2 โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
- 3 สารละลายไอโอดีน

3.2 อุปกรณ์ในการผลิต

3.2.1	อุปกรณ์เครื่องครัว ได้แก่ หม้อเคลือบ ไม้พาย ถ้วย มีด งาน ซ้อน		
3.2.2	เครื่องชั่งชนิดหยาบ	Mettler. AE 204	สวิสเซอร์แลนด์
3.2.3	เครื่องชั่งชนิดละเอียด	Mettler. AE 3000	สวิสเซอร์แลนด์
3.2.4	เครื่องปั่นผสมอาหาร	Moulinex	ไทย
3.2.5	ถาดสแตนเลสตราหัวม้าลายขนาด 18.5x27 เซนติเมตร ลึก 1.5 เซนติเมตร		
3.2.6	เทอร์โมมิเตอร์ (0-110 องศาเซลเซียส)		
3.2.7	พลาสติกแรป (Plastic wrap)	WRAP	เยอรมนี
3.2.8	ฮอตเพลต (Hot plate)	Hanabichi	ญี่ปุ่น

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.3.1.1	การวัดค่าสี	Minolta, CR-30D	ญี่ปุ่น
3.3.1.2	เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)	TA -XT2	อังกฤษ
3.3.1.3	เครื่องวัดค่า a_w (Water activity)	NOVASINA RS 232	สวิสเซอร์แลนด์
3.3.1.4	รีแฟกโตมิเตอร์	ATAGO.N-1E	ญี่ปุ่น
3.3.1.5	การวัดความหนืดด้วยเวอร์เนียร์แคลิเปอร์		

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- 3.3.2.1 ชุดเครื่องแก้ว

3.3.2.2	กระดาษกรองเบอร์ 4 และเบอร์ 10	
3.3.2.3	ฮอตเพลต	Hanabishi ญี่ปุ่น
3.3.2.4	มอยเจอร์แกน	
3.3.2.5	ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)	Memmert เยอรมนี
3.3.2.6	Polarimeter	ATAGO. POLAL ญี่ปุ่น
3.3.2.7	Rotavapor	Büchi R-114 สวิตเซอร์แลนด์

3.3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.3.3.1 ห้องทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส และแบบทดสอบ

3.3.3.2 ชุดทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1.1 การเตรียมมะม่วงที่มีระยะการสุกต่างกัน

การเตรียมวัตถุดิบเพื่อนำมาผลิตเป็นมะม่วงแผ่นเริ่มจากการนำมะม่วงแก้วที่ซื้อมาจากตลาดสี่มุมเมืองรังสิตที่มีลักษณะที่แก่จัดหรือมะม่วงดิบ นำมาคลุมกระดาษฟอยที่อุณหภูมิห้องเพื่อบ่มให้สุกเป็นระยะเวลา 8 วัน ดังตัวอย่างมะม่วงออกมาทุก 2 วันเพื่อจะได้มะม่วงสุกเพิ่มขึ้น ดังนี้ มะม่วงห้าม ห้าม คือมะม่วงที่มีเปลือกแต่ละผลเป็นสีเหลืองร้อยละ 50 มีเนื้อเป็นสีเหลืองนวล, มะม่วงสุกพร้อมกิน คือมะม่วงที่มีเปลือกเป็นสีเหลืองร้อยละ 60-70 มีเนื้อเป็นสีเหลืองสด, มะม่วงสุกเต็มที่ คือมะม่วงที่มีเปลือกเป็นสีเหลืองร้อยละ 80 มีเนื้อเป็นสีเหลืองส้มและมะม่วงสุกงอม คือมะม่วงที่มีเปลือกเป็นสีเหลืองมากกว่าร้อยละ 90 และมีเนื้อเป็นสีส้มของมะม่วงทั้งผล

3.4.1.2 การเตรียมพิวเร่ย์จากเนื้อมะม่วงแก้วที่สุกต่างกัน

นำมะม่วงแก้วดิบที่มีลักษณะแก่จัดและมะม่วงแก้วที่ผ่านการบ่มจนกระทั่งผลมีลักษณะสุกที่ต้องการมาล้างทำความสะอาด ชั่งน้ำหนัก แยกเปลือกออกจากเนื้อมะม่วง และชั่งน้ำหนักหาร้อยละของผลผลิตจาก(yield) จากสัดส่วนของน้ำหนักของเนื้อมะม่วงต่อน้ำหนักของผลเริ่มต้นนำไปปั่นในเครื่องปั่นผสมเป็นเวลา 10 นาทีที่ระดับความเร็วสูงสุดจะได้พิวเร่ย์มะม่วง นำพิวเร่ย์มะม่วงเริ่มต้นไปวิเคราะห์ค่าคุณภาพตามข้อ 3.4.1.3

3.4.1.3 วิเคราะห์คุณภาพของพิวเร่ย์มะม่วง

นำพิวเร่ย์มะม่วงที่มีความสุกต่างกัน ได้แก่ มะม่วงดิบ ห้าม สุกพร้อมกิน สุกเต็มที่ และสุกงอม วิเคราะห์ค่าต่างๆดังนี้

1 ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปของกรดซิตริก) โดยวิธีไตเตรชันกับ

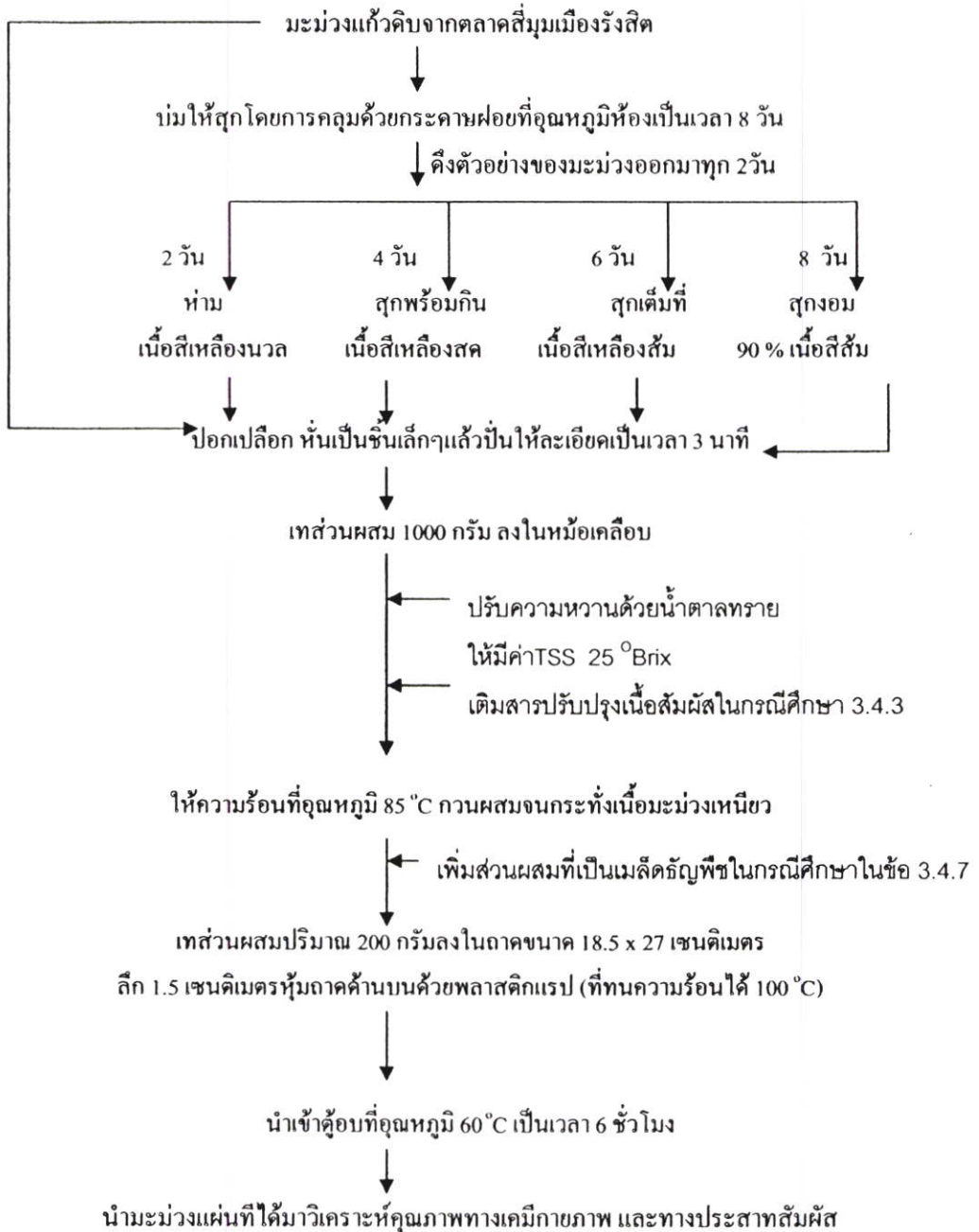
0.01 N NaOH

- | | | | |
|---|--------------------------------|---------------------------|---------|
| 2 | ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) | WTW | เยอรมนี |
| 3 | ปริมาณแป้ง (AOAC. 2000) | | |
| 4 | วัดค่าสี โดยใช้สมุคเทียบสี | Munsell Book | |
| 5 | วัดของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด | โดยใช้ Hand Refractometer | |
| 6 | ปริมาณเพคติน (AOAC. 2000) | | |
| 7 | ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ | โดยวิธีของ Lane and Eynon | |

(AOAC. 2000)

3.4.2 การศึกษาผลของความสุกของมะม่วงแก้วต่อคุณภาพของมะม่วงแผ่น

กรรมวิธีในการผลิตมะม่วงแผ่นเตรียมวัตถุดิบจากพืชมะม่วงใน โดยใช้ผลมะม่วงที่มีความสุกต่างกัน ได้แก่ มะม่วงดิบ มะม่วงห่าม มะม่วงสุกพร้อมกิน มะม่วงสุกเต็มที่ และมะม่วงที่สุกงอม นำมาผลิตมะม่วงแผ่น โดยมีกรรมวิธีการผลิตมะม่วงแผ่น แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตมะม่วงแผ่น

3.4.2.1 วิธีวิเคราะห์คุณภาพของมะม่วงแผ่น

1 ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปของกรดซิตริก) โดยวิธีไตเตรชัน

กับ 0.01 N NaOH

2 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง โดยวิธีของ Lane and Eynon

(AOAC, 2000)

3 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดยวิธีของ Lane and Eynon

(AOAC. 2000)

3.4.2.2 วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ ดังนี้

- 1 การวัดค่าสีโดยเครื่องวัดสี Minolta, CR-30D ญี่ปุ่น
- 2 การวัดความหนาดัวยเวอร์เนียร์แคลิเปอร์
- 3 วัดค่าเนื้อสัมผัส (hardnessและTensile strength)
ด้วยเครื่อง Texture Analyzer TA –XT2 อังกฤษ
- 4 วัดค่า a_w (Water activity)
ด้วยการใช้เครื่องวัด a_w NOVASINA RS 232 สวิสเซอร์แลนด์

3.4.2.3 วิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 5-point hedonic scale

(แบบทดสอบที่ใช้แสดงดังภาคผนวก ค) วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Complete Block Design, RCBD) จัดให้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เป็นบล็อก โดยเป็นกลุ่มนักศึกษาปริญญาตรีและปริญญาโทของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อสรุปหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิต เมื่อพิจารณาร่วมกับคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และเลือกจากตัวอย่างที่ได้รับคะแนนสูงสุด เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษาขั้นต่อไป

3.4.3 การศึกษาชนิดและอัตราส่วนของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่เหมาะสมกับต่อการพัฒนาความเหนียวมะม่วงแผ่น

โดยนำมะม่วงที่มีระยะการสุกที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.2 มาทำมะม่วงแผ่น โดยเติมสารละลาย 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 สารประเภทไฮโดรคอลลอยด์ ความเข้มข้นร้อยละ 2 (w/v)

- ผงวุ้น
- เพกติน
- เจลาติน

กลุ่มที่ 2 แป้ง ในระดับความเข้มข้นร้อยละ 30 (w/v)

- แป้งมันสำปะหลัง
- แป้งสาลีเอนกประสงค์

ใช้อัตราส่วนระหว่างเนื้อมะม่วง : สารละลายปรับปรุงเนื้อสัมผัส เท่ากับ 10 : 2, 10 : 3 และ 10 : 4 โดยใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ในการผสม (พรศักดิ์ ประสิทธิ์แพทย์. 2546) ได้สูตร 15 สูตร ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการทดลองของการผสมพืชมะม่วงกับสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสใน
สัดส่วนที่ต่างกัน

ตัวอย่าง	ชนิดของสาร ปรับปรุงเนื้อสัมผัส	เนื้อมะม่วง:สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส
1	ผงวุ้น	10:02
2	ผงวุ้น	10:03
3	ผงวุ้น	10:04
4	เพคติน	10:02
5	เพคติน	10:03
6	เพคติน	10:04
7	เจลาติน	10:02
8	เจลาติน	10:03
9	เจลาติน	10:04
10	แป้งมันสำปะหลัง	10:02
11	แป้งมันสำปะหลัง	10:03
12	แป้งมันสำปะหลัง	10:04
13	แป้งสาลีเอนกประสงค์	10:02
14	แป้งสาลีเอนกประสงค์	10:03
15	แป้งสาลีเอนกประสงค์	10:04

นำมะม่วงแผ่นสูตรต่างๆมาทดสอบทางด้านกายภาพตามข้อ 3.4.2.2 และทดสอบทาง
ประสาทสัมผัส ตามข้อ 3.4.2.3 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ซ้ำเพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษาขั้น
ต่อไป

3.4.4 การเพิ่มรูปแบบของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น

เตรียมตัวอย่างมะม่วงแผ่น ตามกรรมวิธีในรูปที่ 3.1 โดยใช้มะม่วงที่มีระยะความสุก
ตามข้อ 3.4.3 และปรับปรุงจากข้อ 3.4.4 ทำการเติมส่วนผสมของเมล็ดคัณูพืช โดยคัณูพืช 15 กรัม
ต่อพืชมะม่วงเนื้อ 100 กรัม (ทำการทดลอง 2 ซ้ำโดยเมล็ดคัณูพืชที่ใช้มีส่วนประกอบ
ดังนี้

- ลูกเกด 20 กรัม
- เมล็ดทานตะวันแกะเปลือก 50 กรัม
- จมูกข้าวสาลี 75 กรัม

- มะม่วงหิมพานต์ผ่าซีกที่ไม่ผ่านการคั่ว 25 กรัม
- เมล็ดข้าวโอ๊ต 75 กรัม
- งาคำและงาขาวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน 10 กรัม

จากการทดลองเบื้องต้นได้ทดลองบรรจุพืชในอัตราส่วนต่างๆพบว่าการใช้เมล็ดธัญพืช 15 กรัม เมื่อนำไปกวนผสมกับมะม่วงแล้วเทลงถาดเมล็ดธัญพืชจะกระจายอย่างสม่ำเสมอ

นำตัวอย่างมะม่วงแผ่นผสมธัญพืชมาทดสอบทางด้านกายภาพตามข้อ 3.4.2.2 และทางประสาทสัมผัสตามข้อ 3.4.2.3 และวิเคราะห์ปริมาณของ dietary fiber และปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)

3.4.5 การศึกษาอายุการเก็บรักษา

นำมะม่วงแผ่นที่พัฒนาสูตรจากข้อ 3.4.3 และข้อ 3.4.4 บรรจุในซองชนิดต่างๆดังนี้

- ซองอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต บรรจุในสภาวะสุญญากาศ

(Vacuum packing)

- ซองอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต ปิดผนึกแบบร้อน (Non vacuum packing)

- ซองโพลีโพรพิลีน (Polypropylene) บรรจุในสภาวะสุญญากาศ

(Vacuum packing)

- ซองโพลีโพรพิลีน ปิดผนึกแบบร้อน (Non vacuum packing)

3.4.6 การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่สภาวะเร่ง (45 °C และ 55 °C)

นำไปเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิต่างๆ 3 สภาวะ คือ สภาวะปกติที่อุณหภูมิห้อง (30-35°C) สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 4 °C และ 55 °C (ศิริลักษณ์ ปิยะพรไพบุลย์, 2546) สุ่มตัวอย่างทดสอบคุณภาพด้านเคมีตามข้อ 3.4.2.1 คุณภาพด้านกายภาพตามข้อ 3.4.2.2 และประสาทสัมผัสตามข้อ 3.4.3.3 ทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลาทั้งสิ้น 12 สัปดาห์ โดยทำการทดลองทั้งหมด 2 ซ้ำ ใช้มะม่วงแผ่นเป็นตัวอย่างควบคุม

3.4.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ

3.4.6.1 วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan

3.4.6.2 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของมะม่วงแผ่นและคุณลักษณะของมะม่วงแก้วที่มีความสุกต่างกัน

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาลักษณะคุณภาพของมะม่วงแก้วที่มีความสุกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของมะม่วงพันธุ์แก้วที่มีความสุกต่างกันที่ใช้ในการผลิตมะม่วงแผ่นแสดงดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของผลมะม่วง

น้ำหนักของผลมะม่วง	ระยะการสุก				
	ดิบ	ห้าม	สุกพร้อมกิน	สุกเต็มที่	สุกงอม
น้ำหนักผล(กรัม)	356±0.14	350±0.18	332±0.04	321±0.25	305±0.10
เนื้อ (%น้ำหนักผล)	72.4±0.10	72.7±0.15	75±0.12	76.23±0.11	74±0.26
เปลือก (%น้ำหนักผล)	7.9±0.06	8.29±0.06	10.25±0.09	10.6±0.34	10.37±0.39
เมล็ด(%น้ำหนักผล)	19.7±0.02	19.01±0.08	14.75±0.15	13.17±0.16	15.63±0.19

ตารางที่ 4.2 คุณภาพของพิวเร่ย์มะม่วงแก้วที่มีความสุกต่างกันที่ใช้ในการผลิต มะม่วงแผ่น

ค่าคุณภาพ	ระยะการสุก				
	ดิบ	ห้าม	สุกพร้อมกิน	สุกเต็มที่	สุกงอม
Total Soluble Solid	8.85±2.70	12.10±0.81	17.60±0.32	20.50±0.30	22.0±0.29
น้ำตาลรีดิวิซิง (%)	5.75±0.46	6.35±0.12	8.09±0.30	10.37±0.37	10.29±0.24
น้ำตาลทั้งหมด(%)	8.61±0.50	9.78±0.23	16.19±0.59	18.55±0.61	20.78±0.27
ปริมาณกรด (%)	1.91±0.04	1.08±0.02	0.67±0.01	0.63±0.01	0.30±0.02
pH	3.35±0.05	3.50±0.23	3.85±0.19	4.45±0.09	5.2±0.14
ค่าสี(Munsell book)	2.5GY 8.2/0.9	2.5Y 8.2/1.5	1.0Y 7.2/10.9	1.0Y 7.5/11.2	9.0YR 7.2/12

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ค่าคุณภาพ	ระยะการสุก				
	ดิบ	ห้าม	สุกพร้อมกิน	สุกเต็มที่	สุกงอม
ปริมาณแป้ง (%น้ำหนักแห้ง)	6.23±0.08	3.85±0.18	1.15±0.14	0.54±0.10	0.34±0.15
ปริมาณเพคติน (%น้ำหนักแห้ง)	4.64±0.32	4.21±0.26	2.67±0.40	2.07±0.09	1.72±0.11

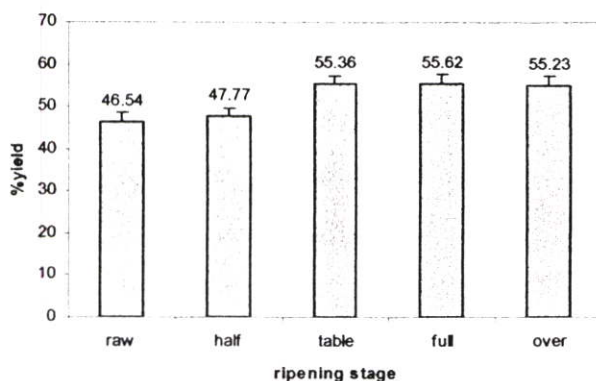
จากผลการทดลองที่แสดงดังตารางที่ 4.2 เมื่อนำมะม่วงพันธุ์แก้วดิบที่แก่จัดมาบ่มคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของมะม่วงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างที่สุกสามารถแบ่งการสุกได้ 5 ระยะ ได้แก่ มะม่วงดิบ มะม่วงห้าม มะม่วงสุกพร้อมกิน มะม่วงสุกเต็มที่ และมะม่วงที่สุกงอมโดยสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงจากสีของเปลือกและสีของเนื้อมะม่วง มะม่วงดิบ จะมีเปลือกสีเขียวร้อยละ 100 หลังจากบ่มเป็นเวลา 2-3 วันจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองประมาณร้อยละ 40-50 ทั้งนี้เพราะคลอโรฟิลล์สลายตัวทำให้สีของแคโรทีนอยด์ที่มีอยู่แล้วเด่นชัดมากขึ้น เช่นเดียวกับในส่วนของเนื้อมะม่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน (Modi and Reddy, 1967) โดยการเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการสุกของมะม่วง จากการทดลองจะพบว่าในเนื้อมะม่วงดิบจะมีสีขาว ในระหว่างการสุกของมะม่วงจะมีการเปลี่ยนแปลงจากมะม่วงดิบเป็นระยะห้าม มะม่วงสุกพร้อมกิน มะม่วงสุกเต็มที่ มะม่วงที่สุกงอมเนื้อมะม่วงจะมีการเปลี่ยนแปลงจากสีขาวเป็นสีเหลืองนวล สีเหลืองเข้ม สีเหลืองส้ม และสีส้มตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 4.2 จะพบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการสุกของมะม่วง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้จะเพิ่มขึ้นจากมะม่วงดิบ มะม่วงห้าม มะม่วงสุกพร้อมกิน มะม่วงที่สุกเต็มที่ มะม่วงที่สุกงอม มีค่าเป็น 8.85, 12.10, 17.60, 20.50 และ 22.0 องศาบริกซ์ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้ใกล้เคียงกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในมะม่วงดิบ มะม่วงห้าม มะม่วงสุกพร้อมกินของเหมารณณ์ กำแพงเพชร (2530) ศึกษาคือ 9.20, 11.9 และ 16.5 องศาบริกซ์ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ของ รัชชชัย รัตน์ชเลศและคณะ (2546) พบว่ามะม่วงที่แก่จัดจนกระทั่งสุกงอมจะมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในช่วง 8.9-25.5 องศาบริกซ์ โดยมีค่าใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.2 เนื่องจากเมื่อเกิดการสุกขึ้นมะม่วง มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของแป้งที่สะสมในผลมะม่วงเป็นน้ำตาลโดยการย่อยสลายของเอนไซม์อะไมเลส (สายชล เกตุษา, 2528) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้จึงเพิ่มขึ้นส่วนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวิงทั้งหมดจะเปลี่ยนแปลงไปตามไปตามการสุกของมะม่วงเช่นกัน เพราะเมื่อมะม่วงสุกปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการสลายตัวของโพลีแซคคาไรด์ให้เป็นน้ำตาลที่มีโมเลกุลเล็กลง (Patterson, 1970) จึงทำให้ปริมาณน้ำตาลของมะม่วงที่สุกงอมมีมากที่สุด

คือร้อยละ 20.78 ในขณะที่ปริมาณน้ำตาลรวมในผลมะม่วงดิบจะมีน้อยมากคือร้อยละ 8.61 ในทำนองเดียวกันน้ำตาลรีดิวซิงจะมีมากในมะม่วงสุกหอม มะม่วงที่สุกเต็มที่ มะม่วงที่สุกพร้อมกิน มะม่วงห่าม และมะม่วงดิบคือ 10.29, 10.37, 8.09, 6.35 และ 5.75% ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้ใกล้เคียงกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของหอมารณ์ กำแพงเพชร 2530) ศึกษาไว้คือมะม่วงดิบจนกระทั่งสุกในช่วง 5.52-7.15% เนื่องจากมีการสลายตัวของแป้งและน้ำตาลรูปอื่นเป็นรีดิวซิงทั้งกลูโคสและฟรุกโตส (Popenone et.al. 1958) เมื่อมะม่วงเข้าสู่ระยะการสุกหอมจะมีปริมาณของน้ำตาลน้อยกว่าในมะม่วงที่สุกเต็มที่เนื่องจากถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจจึงทำให้ปริมาณของน้ำตาลรีดิวซิงลดลง ส่วนปริมาณของกรดทั้งหมดจากการทดลองนี้จะพบว่าเมื่อผลมะม่วงสุกจะมีปริมาณกรดที่ลดลงจาก 1.91, 1.08, 0.67, 0.63 และ 0.60 % ซึ่งค่าที่ได้ใกล้เคียงกับปริมาณกรดทั้งหมดของมะม่วงแก้วของหอมารณ์ กำแพงเพชร 2530) ศึกษาในมะม่วงดิบ มะม่วงห่าม มะม่วงสุกพร้อมกิน คือ 1.92, 1.03 และ 0.54% ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างหรือ pH เพิ่มขึ้นเป็น 3.35, 3.50, 3.85, 4.45 และ 5.2 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลที่รัชชัช รัตนหิเลศและคณะ (2546) รายงานพบว่าค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันมากโดยค่าความเป็นกรด-ด่างวัดของมะม่วงที่แก่จัดจนกระทั่งสุกวัดได้อยู่ในช่วง 3.3-4.6

ส่วนปริมาณเพคตินที่พบในมะม่วงพันธุ์แก้วพบว่าจะเปลี่ยนแปลงไปตามความแก่อ่อนของผลมะม่วง คือในมะม่วงดิบจะมีปริมาณของเพคตินที่สูงแต่เมื่อมะม่วงสุกปริมาณเพคตินจะลดลง เป็นเนื่องจากขบวนการสุกของมะม่วงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคตินซึ่งอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ (protopectin) เปลี่ยนรูปเป็นเพคตินที่ละลายน้ำได้ (pectic acid) ทำให้เนื้อผลอ่อนนุ่ม เหลวและมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากขึ้น (สาขชล เกตุยา. 2528) ทำให้มะม่วงที่สุกหอมมีปริมาณเพคตินน้อยที่สุด

ผลการศึกษาร้อยละของผลผลิตของพืชมะม่วง (yield) ที่ใช้ในการทำมะม่วงแผ่นให้ผลแสดงดังรูปที่ 4.1 โดยมะม่วงที่สุกพร้อมกินให้ร้อยละของผลผลิตสูงสุด เนื่องจากปริมาณเนื้อมะม่วงมีค่อนข้างมาก



รูปที่ 4.1 ร้อยละของผลผลิตของพืชมะม่วงแก้วที่มีความสุกต่างกัน

4.2 ผลการศึกษาคุณภาพของมะม่วงแผ่นที่ผลิตจากมะม่วงแก้วความสุกต่างกัน

เมื่อนำมะม่วงแก้วคิบที่แก่จัดมาบ่มให้สุกมะม่วงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพในขณะที่สุกจากมะม่วงคิบเป็นมะม่วงห่าม มะม่วงสุกพร้อมกิน มะม่วงสุกเต็มที่และมะม่วงที่สุกงอมตามลำดับ โดยเมื่อนำไปทำผลิตภัณฑ์จึงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพแตกต่างกัน เมื่อนำผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ได้จากมะม่วงที่มีความสุกต่างก็นำไปวัดค่าคุณภาพทางเคมีทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสได้ผลดังนี้

4.2.1 คุณภาพทางเคมี

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของมะม่วงแผ่นที่ผลิตจากมะม่วงแก้วความสุกต่างกันในผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางเคมีของมะม่วงแผ่นที่ผลิตจากมะม่วงที่มีความสุกต่างกัน

ค่าคุณภาพ	ระยะการสุก				
	คิบ	ห่าม	สุกพร้อมกิน	สุกเต็มที่	สุกงอม
ความชื้น(%)	13.52±0.03 ^a	13.23±0.14 ^a	11.21±0.45 ^b	11.36±0.39 ^b	11.40±0.14 ^b
น้ำตาลรีดิวซิง(%)	8.69±0.09 ^c	10.47±0.10 ^d	44.14±0.11 ^c	57.90±0.15 ^b	54.53±0.16 ^a
น้ำตาลทั้งหมด(%)	12.74±0.22 ^d	15.04±0.69 ^d	56.28±0.35 ^c	61.65±1.01 ^b	4.47±0.42 ^a
ปริมาณกรด(%)	3.02±0.01 ^a	2.71±0.01 ^b	2.34±0.02 ^c	2.23±0.01 ^c	1.70±0.01 ^d

เนื่องจากมะม่วงคิบห่ามสุกพร้อมกิน สุกเต็มที่ และสุกงอม มีองค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพที่แตกต่างกัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 ดังนั้นเมื่อนำมาเมื่อนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ย่อมมีคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพที่แตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง และปริมาณกรดทั้งหมดจากผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่มีความสุกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์มะม่วงคิบมีปริมาณความชื้นสูงที่สุดคือร้อยละ 13.52 และผลิตภัณฑ์มะม่วงสุกงอมมีความชื้นน้อยที่สุดร้อยละ 11.4 ส่วนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในผลิตภัณฑ์มะม่วงสุกงอมมีสูงสุดคือร้อยละ 64.47 ผลิตภัณฑ์มะม่วงคิบมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดน้อยที่สุดเพียงร้อยละ 12.74 ทั้งนี้เนื่องจากมะม่วงคิบมีปริมาณแป้งที่สูงแต่น้ำตาลต่ำแต่เมื่อมะม่วงสุกปริมาณแป้งจะลดลงและปริมาณน้ำตาลที่สูงขึ้น อันเนื่องมาจากเอนไซม์เป็นตัวเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแป้งให้เป็นน้ำตาล เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของมะม่วงในระหว่างการสุกและส่งผลให้ในระหว่างการกวนเนื้อมะม่วง โมเลกุลของน้ำเคลื่อนที่ออกสู่ภายนอกและน้ำตาลสามารถเคลื่อนที่เข้าสู่เนื้อมะม่วงสุกได้มากกว่าและอีกเหตุผลประการหนึ่งคือมะม่วงสุกงอมมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซิงที่สูงกว่ามะม่วงคิบอยู่แล้วส่วนปริมาณกรดทั้งหมดใน

ผลิตภัณฑ์มะม่วงดิบมีปริมาณสูงสุดคือ ร้อยละ 3.02 ในขณะที่ผลิตภัณฑ์มะม่วงสุกงอมมีเพียงร้อยละ 1.70

4.2.2 คุณภาพทางกายภาพ

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่นจากมะม่วงที่มีความสุกต่างกันพบว่า ระยะเวลาสุกของมะม่วงมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ ค่า a_w , คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและค่าสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่นที่มีความสุกต่างกัน

ค่าคุณภาพ	ระยะเวลาสุก				
	ดิบ	ห่าม	สุกพร้อมกิน	สุกเต็มที่	สุกงอม
ความหนา (mm)	1.67±0.05 ^a	1.48±0.04 ^a	0.56 ± 0.04 ^b	0.46 ±0.05 ^b	0.51 ±0.06 ^b
a_w	0.54±0.004	0.57±0.003	0.47±0.004	0.41±0.001	0.40±0.003
Hardness (N)	8.66 ± 0.48 ^c	8.75 ±1.02 ^c	10.05 ±1.14 ^b	12.37 ±0.97 ^a	13.45 ±1.08 ^a
Tensile(N/mm ²)	1.28 ±0.76 ^d	1.31 ±1.15 ^d	5.51 ±1.04 ^c	7.31 ±0.93 ^b	8.01 ±0.22 ^a
ค่าสี L*	58.22 ±0.31 ^a	57.71 ±0.95 ^b	55.98 ±0.8 ^c	53.89 ±0.75 ^d	44.85 ± 1.76 ^c
a*	3.42 ±0.54 ^d	3.56 ±0.40 ^d	8.74 ±0.60 ^c	15.24 ±0.17 ^b	26.83 ±0.51 ^a
b*	26.20 ±1.35 ^d	28.48 ±0.41 ^c	45.15 ±1.46 ^a	41.27 ±1.7 ^a	35.08 ±1.08 ^b

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันตามแนวอนค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการทดลองทางกายภาพในตารางที่ 4.4 พบว่าผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผลิตจากมะม่วงที่มีความสุกต่างกันคือมะม่วงดิบ มะม่วงห่าม มะม่วงสุกพร้อมกิน มะม่วงสุกเต็มที่ และมะม่วงที่สุกงอม มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.4 - 0.5 ซึ่งจัดอยู่ในประเภทของอาหารที่มีปริมาณน้ำเป็นประโยชน์ต่ำ (Low Moisture Foods : LMF) คือมี a_w อยู่ในช่วง 0.01 - 0.65 (ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539)

ตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่ามะม่วงแผ่นที่ผลิตจากมะม่วงที่สุกงอมมีค่าแรงต้านทานการกดทะลุ (Hardness) สูงที่สุดรองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์มะม่วงสุกเต็มที่ ผลิตภัณฑ์มะม่วงพร้อมกิน ผลิตภัณฑ์มะม่วงห่ามและผลิตภัณฑ์มะม่วงดิบตามลำดับ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์มะม่วงสุกงอมมีค่าแรงดึงขาด (Tensile strength) ที่วัดได้สูงที่สุดรองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์มะม่วงสุกเต็มที่ ผลิตภัณฑ์มะม่วงสุกพร้อมกิน ผลิตภัณฑ์มะม่วงห่าม และผลิตภัณฑ์มะม่วงดิบตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่าแรงต้านการกดทะลุ และ แรงดึงขาด เป็นค่าคุณภาพที่

สามารถบอกลักษณะเนื้อสัมผัสในด้านความเหนียวของมะม่วงแผ่นได้ โดยมะม่วงแผ่นที่วัดค่าแรงด้านการกดทะลุ และค่าแรงดึงขาดได้สูงจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหนียวมาก ซึ่งจากการทดลองกล่าวได้ว่าเมื่อมะม่วงมีความสุกมากขึ้นผลิตภัณฑ์มะม่วงจะมีค่าแรงด้านการกดทะลุและแรงดึงขาดที่สูงขึ้น แสดงว่าจะมะม่วงแผ่นมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหนียวมาก สาเหตุน่าจะเป็นเพราะในมะม่วงดิบมีปริมาณแป้งที่สูงและน้ำตาลที่ต่ำแต่เมื่อมะม่วงสุกปริมาณแป้งจะลดลงและปริมาณน้ำตาลจะสูงขึ้นนอกจากนี้ สารประกอบเพคติน (pectin substance) ซึ่งทำหน้าที่ยึดเกาะโครงสร้างของผนังเซลล์ให้ติดกันคล้ายซีเมนต์ ที่พบมากในผลไม้ดิบ คือ protopectin แต่เมื่อผลไม้มีการสุก protopectin จะถูกเปลี่ยนเป็น pectic acid ทำให้ปริมาณของเพคตินลดลงตามการระยะเวลาการสุกของผลไม้ เป็นสาเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มะม่วงดิบมีความเหนียวน้อยที่สุด ในขณะที่ผลิตภัณฑ์จากมะม่วงที่สุกจนนั้นจะมีปริมาณน้ำตาลที่สูงและปริมาณเพคตินที่ต่ำ เมื่อให้ความร้อนแก่เนื้อมะม่วงปริมาณของน้ำตาลจะเข้มข้นขึ้นเพคตินที่มีอยู่ในเนื้อผลไม้จะแตกตะกอนมีลักษณะคล้ายร่างแหละเอียดยึดจับข้อต่อที่สามารถอุ้มน้ำกลายเป็นโครงร่างของเจล ซึ่งจากการศึกษาของ Nishinari et al (1997) พบว่าโมเลกุลของน้ำตาลจะสร้างพันธะไฮโดรเจนภายในเจล ทำให้ junction zones เพิ่มขึ้นส่งผลให้โครงสร้างเจลแข็งแรงขึ้น เมื่อผ่านการทำแห้งจึงทำผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ได้มีความเหนียวมาก

เมื่อเปรียบเทียบค่าสีของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผลิตจากมะม่วงที่มีความสุกต่างกัน ปรากฏว่า ค่าสีจากผลิตภัณฑ์มะม่วงดิบจะมีค่าความสว่างหรือ L*มากที่สุดรองลงมาคือผลิตภัณฑ์มะม่วงห่าม ผลิตภัณฑ์มะม่วงสุกพร้อมกิน ผลิตภัณฑ์มะม่วงสุกเต็มที่ และผลิตภัณฑ์มะม่วงสุกอมตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับค่าสีแดงหรือ a* ผลิตภัณฑ์มะม่วงห่ามสุกอมจะมีค่า a* มากที่สุด รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์มะม่วงสุกเต็มที่ ผลิตภัณฑ์มะม่วงสุกพร้อมกิน ผลิตภัณฑ์มะม่วงห่ามและผลิตภัณฑ์มะม่วงดิบตามลำดับ ส่วนค่าสีเหลืองหรือ b* จะพบว่าผลิตภัณฑ์มะม่วงสุกพร้อมกินจะมีค่า b* สูงที่สุดแต่เมื่อมะม่วงมีการสุกมากขึ้น b* จะลดลงเนื่องจากเมื่อมะม่วงมีการสุกจะเกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ทำให้สีของแคโรทีนอยด์ที่มีอยู่แล้วเด่นชัดมากขึ้นและอาจมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์มากขึ้นส่งผลให้ค่า b* ลดลงในขณะที่ค่า a* หรือสีแดงมีค่าสูงขึ้น เมื่อนำค่าสี ไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แม้ว่าค่า a* จากผลิตภัณฑ์มะม่วงดิบจะไม่แตกต่างกับค่า a* ผลิตภัณฑ์มะม่วงห่าม ($p > 0.05$) จึงกล่าวได้ว่าระยะเวลาการสุกมีอิทธิพลต่อค่าสีในผลิตภัณฑ์มะม่วง และจากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางเคมีของมะม่วงแก้วและคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่นที่มีความสุกต่างกัน ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมีของมะม่วงแก้วและคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่มีความสุกต่างกัน

ค่าคุณภาพ	ความหนา (mm.)	L*	a*	b*	Hardness (N)	Tensile strength (N/mm ²)
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	0.067	0.752*	0.660*	0.850*	0.423	0.412
ค่าความเป็นกรดทั้งหมด	0.352	0.747*	0.822*	0.415	0.805*	0.425
pH		0.623*	0.694*	0.480	0.566*	0.692*
ปริมาณเพคติน(%)	0.881*	0.295	0.396	0.310	0.538*	0.885*
ปริมาณแป้ง(%)	0.915*	0.918*	0.268	0.647*	0.478	0.901*
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง(%)	0.057	0.772*	0.681*	0.455	0.841*	0.492

หมายเหตุ * มีความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละลักษณะของมะม่วงแผ่นที่ผลิตจากมะม่วงแก้วความสุกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าคุณภาพด้านสี (L*, a* และ b*) ของมะม่วงแผ่น มีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด pH ปริมาณแป้ง และปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส (แรงด้านการกดทะลุและแรงคึงขาด) ของมะม่วงแผ่นมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด pH ปริมาณแป้ง ปริมาณเพคติน และปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ความความหนาของมะม่วงแผ่นมีความสัมพันธ์กับปริมาณเพคตินและปริมาณของแป้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบทางเคมีของมะม่วงแก้วที่ต่างกันย่อมส่งผลให้มะม่วงแผ่นนั้นมียุภาพแตกต่างกันด้วย

4.2.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบมะม่วงแผ่นที่มีความสุกต่างกันทั้ง 5 พบว่าระยะเวลาการสุกของมะม่วงมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยมีคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่นมะม่วง ความหวาน เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของมะม่วงแผ่นที่มีความสุกต่างกัน

คุณลักษณะ	ระยะการสุก				
	ดิบ	ห่าม	สุกพร้อมกิน	สุกเต็มที่	สุกงอม
สี	1.33+0.65 ^c	1.67+0.49 ^c	3.50+1.09 ^a	3.75+1.14 ^a	1.73+1.13 ^b
กลิ่นมะม่วง	1.17+1.02 ^c	1.33+0.92 ^c	3.73+0.92 ^a	3.77+0.73 ^a	2.43+0.74 ^b
รสหวาน	1.33+0.78 ^c	1.84+0.99 ^c	3.87+0.97 ^a	3.39+0.58 ^a	2.29+0.70 ^b
ความเหนียว	1.45+1.24 ^c	1.61+1.36 ^c	3.82+0.18 ^a	3.79+0.16 ^a	2.13+0.45 ^b
ความยากง่ายในการเคี้ยว	1.06+0.67 ^d	1.33+0.56 ^d	3.53+0.90 ^a	3.13+0.82 ^b	2.67+0.80 ^c
ความชอบโดยรวม	1.52+0.90 ^c	1.55+0.84 ^c	3.85+0.77 ^a	3.65+0.79 ^a	2.85+0.82 ^b

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันตามแนวอนค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 4.6 พบว่ามะม่วงแผ่นที่ทำจากมะม่วงดิบ ห่าม สุกพร้อมกิน สุกงอม และสุกเต็มที่ มีความชอบโดยรวมเฉลี่ยเรียงลำดับ ดังนี้ 1.52, 1.55, 3.85, 3.65 และ 2.85 ตามลำดับ โดยมะม่วงแผ่นที่ทำจากมะม่วงสุกพร้อมกินและมะม่วงแผ่นที่ทำจากสุกเต็มที่ มีคะแนนชอบด้านสี กลิ่นมะม่วง รสหวาน เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงที่สุด ไม่ต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละคุณลักษณะของมะม่วงแผ่นที่ผลิตจากมะม่วงแก้วที่มีความสุกต่างกันทั้ง 5 ชนิด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละคุณลักษณะลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น

คุณลักษณะ	สี	ความเหนียว	ความยากง่ายในการเคี้ยว	ความชอบโดยรวม
สี	1.000	0.396	0.317	0.576*
ความเหนียว	0.396	1.000	0.505*	0.531*
ความยากง่ายในการเคี้ยว	0.317	0.505*	1.000	0.590*
ความชอบโดยรวม	0.576*	0.531*	0.590*	1.000

หมายเหตุ * มีความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ข้อมูลจากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าคะแนนความชอบรวม มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความชอบด้านสี ความชอบด้านเนื้อสัมผัส (ความเหนียวและความขากง่ายในการเคี้ยว) ($p < 0.05$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson เป็น 0.576, 0.531 และ 0.590 แสดงให้เห็นว่าคะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับความชอบในด้านสีและความชอบด้านเนื้อสัมผัส ดังนั้นความชอบรวมของมะม่วงแผ่นอาจปรับได้โดยการปรับด้านสีและด้านเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น

ตารางที่ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและค่าคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่น

คุณลักษณะ	L*	a*	b*	Hardness (N)	Tensile strength (N/mm ²)
สี	0.511*	0.453	0.594*	0.1317	0.1708
ความเหนียว	0.265	0.2307	0.4549	0.511*	0.479
ความขากง่ายในการเคี้ยว	0.2159	0.2044	0.302	0.492	0.579*
ความชอบโดยรวม	0.500*	0.461	0.665*	0.570*	0.535*

หมายเหตุ * มีความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ข้อมูลจากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าคุณภาพด้านสี (L* และ b*) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับคะแนนความชอบโดยรวม โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson ค่า L* และ b* เป็น 0.500 และ 0.665 และคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส (แรงด้านการกดทะลุ และ แรงดึงขาด) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับคะแนนความชอบโดยรวม โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson ของค่า แรงด้านการกดทะลุ และ แรงดึงขาด เป็น 0.570 และ 0.535

เมื่อพิจารณาถึงค่าคุณภาพทางกายภาพ คือ ค่าสีพบว่าผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ได้รับคะแนนชอบโดยรวมสูง ค่า L* และค่า b* ของสีจะอยู่ในระดับที่สูง และค่า a* จะมีค่าต่ำ ซึ่งจะทำให้ได้มะม่วงแผ่นที่มีเหลืองเข้มแต่ไม่คล้ำ ส่วนลักษณะของเนื้อสัมผัสมะม่วงแผ่นที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงพบว่าค่า แรงด้านการกดทะลุ และ แรงดึงขาด จะอยู่ในระดับที่ต่ำ ซึ่งจะทำให้ได้มะม่วงแผ่นที่มีเนื้อสัมผัสที่มีความเหนียวไม่มากในระดับที่ไม่ติดมือ ดังนั้นจึงเลือกคุณลักษณะดังกล่าวนำไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

จากการตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าคะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับความชอบในด้านสีและความชอบด้านเนื้อสัมผัส และเมื่อพิจารณามะม่วงแผ่นที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงจะมีสีเหลืองเข้มไม่คล้ำ โดยมีค่า L* และ b* ที่วัดได้ในระดับที่สูงและค่า a* ที่วัดได้ในระดับที่ต่ำ ส่วนลักษณะของเนื้อสัมผัสมะม่วงแผ่นที่

ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงพบว่าค่า แรงด้านการกดทะลุ และ แรงคิงขาด จะอยู่ในระดับที่ต่ำ ซึ่งจะทำให้ได้มะม่วงแผ่นที่มีเนื้อสัมผัสที่มีความเหนียวไม่มากในระดับที่ไม่คิดมือ และจากข้อมูลในตารางที่ 4.6 พบว่ามะม่วงแผ่นที่ทำจากมะม่วงสุกพร้อมกินมีคะแนนชอบด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุดและมีคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและด้านสีคือค่า L^* , a^* และ b^* ตามลักษณะที่ต้องการ มีสีเหลืองเข้มแต่ไม่คล้ำ เพราะมะม่วงที่สุกในระบะนี้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อมะม่วงจากสีขาวเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น ไม่มากนัก เมื่อเทียบกับมะม่วงที่มีความสุกเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสพบว่ามะม่วงที่สุกในระบะสุกพร้อมกินนี้จะมีปริมาณเพคติน ปริมาณกรด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงที่เหมาะสมต่อการเกิดเป็นโครงร่างของเจลในขั้นตอนการกวนเนื้อมะม่วง ดังนั้นจึงเลือกมะม่วงที่มีความสุกในระบะสุกพร้อมกินนี้เป็นตัวอย่างในการทำมะม่วงแผ่นเพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

4.3 ผลการศึกษาชนิดและอัตราส่วนของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่เหมาะสมกับมะม่วงแผ่น

เนื้อสัมผัสของมะม่วงแผ่น เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างมากต่อการยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นจึงมีการนำสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสเข้ามาใช้เพื่อช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของมะม่วงแผ่นให้ดีขึ้น ในการคัดเลือกสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสสำหรับใช้ร่วมกับมะม่วงแผ่นจะเลือกใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่ต่างกัน 5 ชนิด ได้แก่ เจลาติน เพคติน วุ้น แป้งสาทิเอนกประสงค์ และแป้งมันสำปะหลัง เนื่องจากสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสทั้ง 5 ชนิดนี้ เป็นสารที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหาซื้อง่าย ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และใช้ในปริมาณน้อย จึงไม่ทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไป

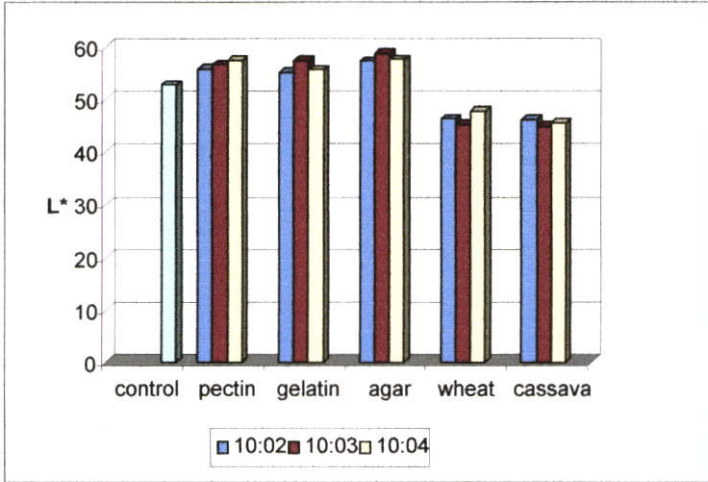
4.3.1 คุณภาพกายภาพของมะม่วงแผ่น

ค่าคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่น เมื่อผสมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ เจลาติน เพคติน วุ้น แป้งสาทิเอนกประสงค์ และแป้งมันสำปะหลัง แสดงในรูปที่ 4.2-4.4

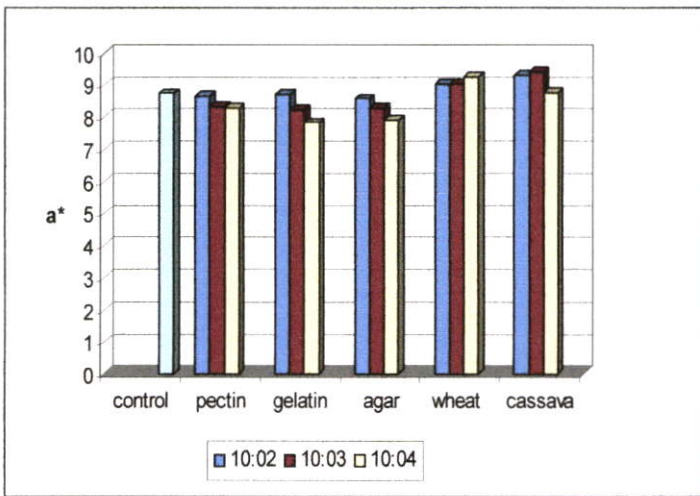
ตารางที่ 4.9 แสดงผลของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่มีต่อค่า a_w ของมะม่วงแผ่น

ชนิดของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส	control	อัตราส่วนเนื้อมะม่วง : สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส		
		10:2	10:3	10:4
เพคติน	0.54	0.51±0.001	0.55±0.014	0.53±0.004
เจลาติน		0.53±0.00	0.52±0.001	0.51±0.001
วุ้น		0.56±0.002	0.56±0.001	0.57±0.004
แป้งสาลีเอนกประสงค์		0.52±0.003	0.53±0.001	0.54±0.002
แป้งมันสำปะหลัง		0.51±0.004	0.59±0.001	0.54±0.00

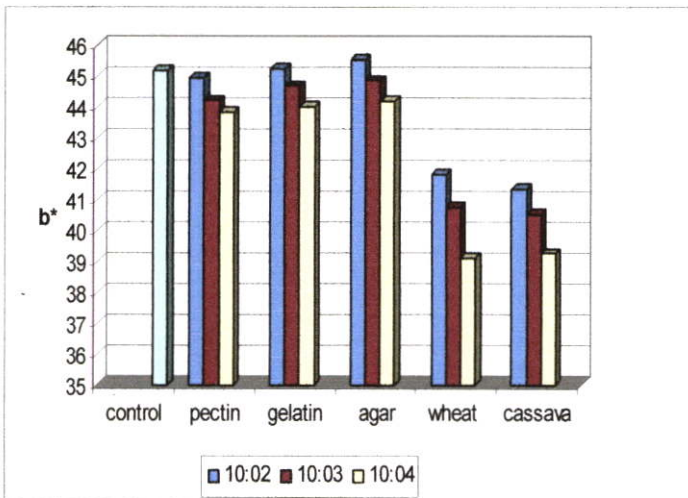
จากการวิเคราะห์ ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสทั้ง 5 ชนิด พบว่าค่า a_w จะอยู่ในช่วง 0.51- 0.59 โดยมีค่าใกล้เคียงกับค่า a_w ของมะม่วงแผ่นที่เป็น control ที่มีค่า a_w ที่วัดได้เป็น 0.54 จึงกล่าวได้ว่าการผสมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสลงไปในมะม่วงแผ่นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a_w น้อยมากเมื่อเทียบกับคุณภาพทางกายภาพด้านอื่น ดังแสดงในตารางที่ 4.9



(A) L*



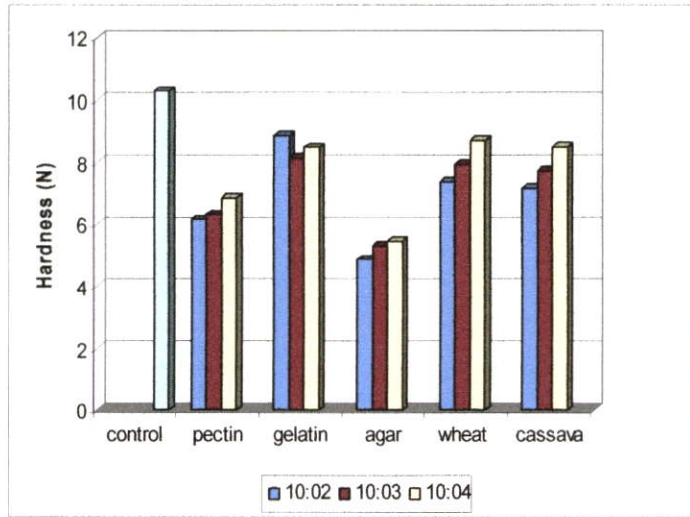
(B) a*



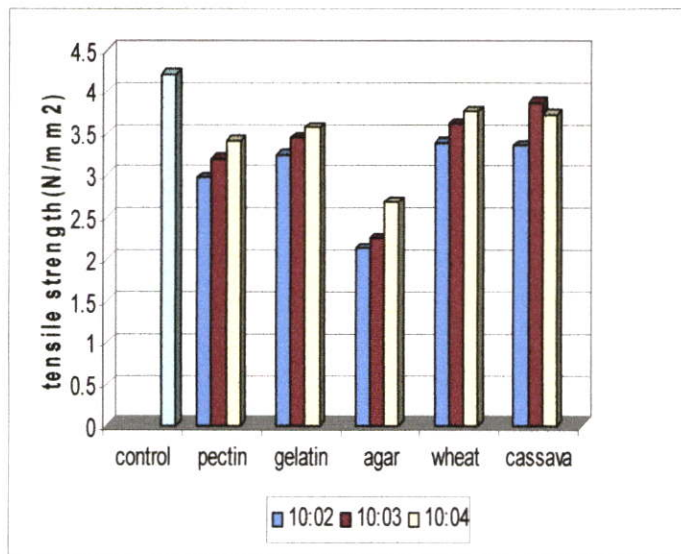
(C) b*

รูปที่ 4.2 ผลของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่มีต่อค่า L*(A), a*(B) และ b*(C)ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น

จากรูปที่ 4.2 เมื่อเปรียบเทียบค่าสีของมะม่วงแผ่นที่ผสมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสทั้ง 5 ชนิด พบว่ามะม่วงแผ่นที่ผสมวุ้นมีค่าความสว่าง (L^*) สูงที่สุด รองลงมาคือ เพคติน เจลาติน ส่วน แป้งสาลีเนกประสงค์ และแป้งมันสำปะหลัง มีค่าความสว่างต่ำกว่า control สำหรับค่าสีแดง (a^*) พบว่าตัวอย่างที่ผสมแป้งสาลีเนกประสงค์และแป้งมันสำปะหลังมีค่าสีแดงสูงกว่าตัวอย่างควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนตัวอย่างที่ผสมเพคติน เจลาติน และวุ้น ในอัตราส่วน 10:2 และ 10:3 ทั้ง 6 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตัวอย่างควบคุม เมื่อผสมสารปรับปรุงเนื้อ สัมผัสประเภทไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 3 ชนิดในอัตราส่วน 10:2 ค่าสีเหลือง (b^*) ที่ได้ไม่มีความ แตกต่างทางสถิติกับตัวอย่างควบคุม ($p > 0.05$) ส่วนตัวอย่างที่ผสมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสประเภท ไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 3 ชนิดในอัตราส่วน 10:3 และ 10:4 และที่ผสมแป้งสาลีเนกประสงค์และแป้ง มันสำปะหลังพบว่าค่าสีเหลืองต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อาจ เพราะในระหว่างการทำแห้ง แป้งที่ผสมในมะม่วงแผ่นจะเกิดการรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) โมเลกุลของอะไมโลสในแป้งจะเกิดเป็นผลึกที่ไม่ละลายทำให้สีเนื้อมะม่วงขุ่น และมีค่าความสว่าง ลดลง ในขณะที่สารปรับปรุงเนื้อสัมผัสประเภทไฮโดรคอลลอยด์เป็นสารที่ไม่มีสีจึงไม่ทำให้สีของ มะม่วงแผ่นเปลี่ยนแปลงไปมากนัก



(A) Hardness



(B) Tensile strength

รูปที่ 4.3 ผลของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่มีต่อค่า Hardness(A)และTensile strength(B) ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น

จากรูปที่ 4.3 มะม่วงแผ่นที่ผสมแป้งสาลีเอนกประสงค์ มีค่าแรงด้านการกดทะลุและแรงดึงขาด มากกว่ามะม่วงแผ่นที่ผสมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสชนิดอื่น มะม่วงแผ่นที่ได้จึงมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหนียวมากกว่า มะม่วงแผ่นชนิดอื่น อย่างไรก็ตามจากรูปที่ 4.3 มะม่วงแผ่นที่ใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัสทั้ง 5 ชนิดมีค่าแรงด้านการกดทะลุและแรงดึงขาดที่ต่ำกว่า control แสดงว่าการผสมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสสามารถช่วยลดความเหนียวและช่วยให้มะม่วงแผ่นมีความยืดหยุ่นมากขึ้น อาจเนื่องมาจากสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสได้แก่ เพคติน เจลาติน และวุ้น เป็นสารประเภทไฮโดร

คอลลอยด์ หรือเป็นสารประกอบประเภทโพลีแซคคาไรด์ ซึ่งเป็นโพลิเมอร์ที่มีสายยาวและมีน้ำหนักโมเลกุลสูงสามารถช่วยลดแรงยึดจับของโมเลกุลของสายโพลิเมอร์และช่วยทำให้โพลิเมอร์มีการเคลื่อนตัวได้มากขึ้น จึงทำให้มะม่วงแผ่นที่ได้มีความยืดหยุ่น และการเกาะตัวลดลงด้วย (Friedman,R.B. 1995) และจากคุณสมบัติของแป้งเมื่ออยู่ในน้ำ เม็ดแป้งจะดูดน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย แต่เมื่อให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้ง เม็ดแป้งจะดูดน้ำและพองตัวได้มากขึ้น ทำให้เกิดความหนืด เรียกกระบวนการนี้ว่า เจลาติไนเซชัน (Gelatinisation) (ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538) และจากการเกิดเจลของแป้งจึงทำให้มะม่วงแผ่นมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ยึดเกาะกันและมีความยืดหยุ่นที่ดีขึ้น

4.3.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะม่วงแผ่น

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบในผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นเมื่อผสมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสทั้ง 5 ชนิด ชนิดละ 3 ระดับผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลของการใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส 5 ชนิดที่มีต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของมะม่วงแผ่น

ชนิดของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส	มะม่วง : สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมะม่วงแผ่น					
		สี	กลิ่นมะม่วง	รสหวาน	ความเหนียว	ความยากง่ายในการเคี้ยว	ความชอบโดยรวม
Control	0:00	3.28±0.89 ^{ab}	3.21±0.97 ^b	3.350±0.5 ^{abc}	2.77±2.01 ^{bc}	3.04±1.22 ^b	2.97±0.75 ^{bc}
เพกติน (2%)	10:02	3.19±0.58 ^{ab}	3.22±1.05 ^a	3.86±0.61 ^{abc}	3.01±1.36 ^b	3.15±1.04 ^b	3.01±1.25 ^b
	10:03	3.11±0.75 ^{ab}	3.16±1.10 ^a	3.93±0.81 ^{abc}	3.12±1.08 ^b	3.23±1.18 ^b	3.14±1.12 ^b
	10:04	3.05±0.77 ^{ab}	3.09±1.14 ^a	3.81±0.54 ^{abc}	3.04±1.48 ^b	3.19±1.08 ^b	3.02±0.93 ^b
เจลาติน (2%)	10:02	2.81±1.49 ^b	3.29±1.20 ^a	3.53±0.65 ^c	2.77±1.53 ^c	2.21±1.71 ^c	2.50±1.51 ^c
	10:03	2.89±1.11 ^b	3.19±1.15 ^a	3.35±0.56 ^c	2.57±1.17 ^c	2.19±0.71 ^c	2.49±1.38 ^c
	10:04	2.75±1.43 ^b	3.23±1.22 ^a	3.293±0.68 ^c	2.46±1.31 ^c	2.24±1.02 ^c	2.43±1.54 ^c
วุ้น (2%)	10:02	3.33±0.92 ^{ab}	3.25±1.17 ^a	3.96±0.51 ^{abc}	3.54±0.83 ^a	3.63±0.81 ^a	3.82±1.84 ^a
	10:03	3.95±1.58 ^a	3.18±0.94 ^a	4.00±0.88 ^{abc}	3.67±1.21 ^a	3.97±0.72 ^a	3.91±1.69 ^a
	10:04	3.30±1.16 ^{ab}	3.16±1.26 ^a	3.91±0.60 ^{abc}	3.39±1.12 ^a	3.77±0.87 ^a	3.62±1.01 ^a
แป้งสาลีอเนกประสงค์ (30%)	10:02	1.95±1.04 ^c	2.23±1.13 ^b	1.11±0.16 ^d	1.91±0.99 ^d	2.07±1.12 ^{cd}	1.78±0.26 ^d
	10:03	1.92±1.12 ^c	2.54±1.45 ^b	1.20±0.24 ^d	1.79±1.33 ^d	2.19±1.10 ^{cd}	1.55±0.37 ^d
	10:04	1.87±1.23 ^c	2.24±1.39 ^b	1.23±0.26 ^d	1.54±1.21 ^d	1.981.06 ^{cd}	1.62±1.22 ^d
แป้งมันสำปะหลัง (30%)	10:02	1.84±0.45 ^c	2.34±1.14 ^b	1.20±0.26 ^d	1.82±0.75 ^d	1.30±0.98 ^d	1.74±0.83 ^d
	10:03	1.88±0.32 ^c	2.31±1.21 ^b	1.19±0.25 ^d	1.40±1.08 ^d	1.42±0.22 ^d	1.44±0.57 ^d
	10:04	1.74±1.23 ^c	2.29±1.34 ^b	1.20±0.28 ^d	1.33±1.05 ^d	1.38±1.02 ^d	1.37±0.99 ^d

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.10 มะม่วงแผ่นที่ผสมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสทั้ง 5 ชนิดพบว่าที่ผสมวุ้นมีค่าเฉลี่ยของคะแนนชอบด้านสีสูงที่สุด โดยที่คะแนนความชอบด้านสีของมะม่วงแผ่นที่ผสมสารประเภทไฮโดรคอลลอยด์มีคะแนนความชอบด้านสีไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่มะม่วงแผ่นที่ผสมแป้งทั้ง 2 ชนิดมีคะแนนความชอบด้านสีต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากการผสมแป้งลงในมะม่วงแผ่นทำให้สีของมะม่วงแผ่นไม่ใส

เป็นประกาย และค่าความสว่างลดลงจึงมีผลทำให้คะแนนความชอบด้านสีลดลงด้วย ส่วนคะแนนความชอบด้านความเหนียวและความขากง่ายในการเคี้ยว พบว่าตัวอย่างที่ผสมวุ้นมีคะแนนความชอบด้านความเหนียวและความขากง่ายในการเคี้ยวที่สูงกว่าตัวอย่างที่ผสม เพคติน เจลาติน ตัวอย่างควบคุม แป้งสาลีโอเนกประสงค์และแป้งมันสำปะหลังตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงความชอบรวมแล้วพบว่า มะม่วงแผ่นที่ผสมวุ้นในอัตราส่วน 10:3 มีคะแนนความชอบรวมที่สูงกว่ามะม่วงแผ่นที่ผสมวุ้นในอัตราส่วน 10:2 และ 10:4 มีคะแนนความชอบรวมสูงกว่ามะม่วงแผ่นที่ผสมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสชนิดอื่น รวมทั้งมีคะแนนความชอบรวมสูงกว่าตัวอย่างควบคุม ดังนั้นจึงเลือกใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่เป็นวุ้นในอัตราส่วน 10: 3 ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นต่อไป

4.4 การเพิ่มรูปแบบของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น

ผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ได้จากการผสมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสในรูปสารละลายในอัตราส่วนเนื้อมะม่วง : วุ้น เป็น 10: 3 เมื่อนำมาเพิ่มรูปแบบและคุณค่าทางโภชนาการโดยการเพิ่มส่วนผสมที่เป็นธัญพืชลงไปพบว่า มะม่วงแผ่นที่ได้มีค่าคุณภาพในด้านต่างๆดังนี้

4.4.1 คุณภาพทางกายภาพ

ผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ได้จากการพัฒนาโดยการเพิ่มเมล็ดธัญพืชและไม่เพิ่มเมล็ดธัญพืชพบว่ามีค่า a_w 0.54-0.56 โดยมีค่าต่ำกว่ามะม่วงแผ่นที่ไม่ใส่เมล็ดธัญพืชแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่นผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืช

ผลิตภัณฑ์	a_w	L^*	a^*	b^*	Hardness (N)	Tensile strength (N/mm ²)
1	0.56 ^a	58.65±0.38 ^a	8.28±1.11 ^b	44.84±0.31 ^a	5.30±1.55 ^b	2.22±1.90 ^a
2	0.54 ^a	54.47±2.14 ^b	9.34±2.73 ^a	42.25±2.14 ^b	4.38±1.47 ^a	2.01±1.32 ^b

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

- 1 คือ มะม่วงแผ่นผสมสารละลายวุ้นอัตราส่วนเนื้อมะม่วง : วุ้น เป็น 10: 3
- 2 คือ มะม่วงแผ่นผสมสารละลายวุ้นอัตราส่วนเนื้อมะม่วง: วุ้น เป็น 10: 3 และธัญพืช

มะม่วงแผ่นที่ได้ผสมเมล็ดธัญพืช พบว่ามีค่าความสว่าง (L^*) 54.47ค่าสีแดง (a^*) 9.341 และค่าสีเหลือง (b^*) 42.25 และมีค่า แรงด้านการกดทะลุและแรงดึงขาด เป็น 4.38 N และ 2.01 (N/mm²) ตามลำดับ จากตารางจะพบว่า ค่า แรงด้านการกดทะลุและแรงดึงขาด มีค่าที่วัดได้น้อยกว่ามะม่วงแผ่นที่ไม่ใส่เมล็ดธัญพืช อาจกล่าวได้ว่าการเพิ่มเมล็ดธัญพืชลงไปในเรื่องของมะม่วงแผ่น

เพื่อเพิ่มรูปแบบให้มะม่วงแผ่นน่าสนใจและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการแล้วยังสามารถลดความเหนียวให้กับมะม่วงแผ่นได้ด้วย

4.4.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบมะม่วงแผ่นพบว่ามะม่วงแผ่นที่ได้ผสมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสและจากการเพิ่มส่วนผสมที่เป็นเมล็ดธัญพืชได้คะแนนความชอบรวมเป็น 3.95 สูงกว่าคะแนนของมะม่วงแผ่นที่ไม่ได้เติมคงแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 แสดงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะม่วงแผ่นผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืช

ผลิตภัณฑ์	สี	กลิ่นมะม่วง	รสหวาน	ความเหนียว	ความขากง่ายในการเคี้ยว	ความชอบโดยรวม
1	3.45±1.28 ^a	3.18±0.94 ^a	3.42±0.31 ^a	3.67±1.21 ^b	3.28±1.17 ^b	3.23±1.51 ^b
2	3.35±1.24 ^a	3.2±1.04 ^a	3.90±0.88 ^a	4.00±0.86 ^a	3.97±0.72 ^a	3.95±0.78 ^a

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

1 คือ มะม่วงแผ่นผสมสารละลายวุ้นอัตราส่วนเนื้อมะม่วง : วุ้น เป็น 10: 3

2 คือ มะม่วงแผ่นผสมสารละลายวุ้นอัตราส่วนเนื้อมะม่วง: วุ้น เป็น 10: 3 และธัญพืช

4.5 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น

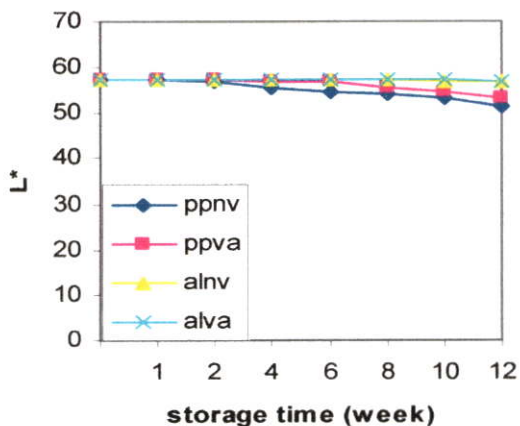
ในการทดลองนี้ทำการเก็บผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นในซองพลาสติกชนิด โพลีโพรพิลีน (Polypropylenes, PP) และซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์ภายใต้สภาวะสุญญากาศและสภาวะบรรยากาศนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง ทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส ทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน และเก็บที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C สุ่มตัวอย่างตามระยะเวลาที่เก็บรักษาเป็นเวลา 2 สัปดาห์และ 1 สัปดาห์ สำหรับมะม่วงแผ่นที่นำมาศึกษาในหัวข้อนี้มี 2 ลักษณะ คือ มะม่วงแผ่นผสมผงวุ้นและมะม่วงแผ่นผสมผงวุ้นและธัญพืช

4.5.1 คุณภาพทางกายภาพ

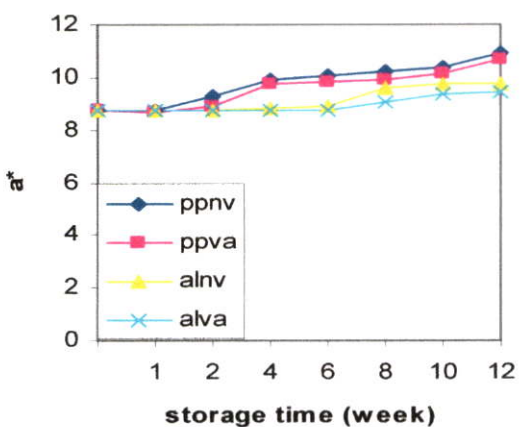
มะม่วงแผ่นที่บรรจุในซองและสภาวะการเก็บที่ต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิห้อง (30-35 °C) พบว่าคุณภาพทางด้านกายภาพมีดังนี้

4.5.1.1 สี

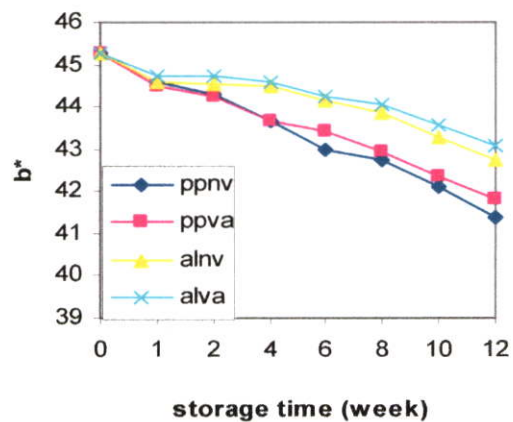
ค่าสีของผลิตภัณฑ์ พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นมะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและมะม่วงแผ่นผสมผงวุ้นและธัญพืช ที่มีสภาวะการบรรจุต่างกัน มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าสี L^* (ความสว่าง), a^* (สีแดง) และ b^* (สีเหลือง) ในลักษณะเดียวกันดังนี้ คือทุกตัวอย่างของมะม่วงแผ่นมีค่าความสว่างและสีเหลืองลดลงในขณะที่ค่าสีแดงเพิ่มขึ้นตลอด 12 สัปดาห์ มีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการเก็บรักษา (0 สัปดาห์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มะม่วงแผ่นชนิดที่ผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืชที่บรรจุอยู่ในซองพลาสติกชนิด PP มีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองลดลงและค่าสีแดงเพิ่มขึ้นมากกว่าที่บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มะม่วงแผ่นที่บรรจุสภาวะบรรยากาศปกติค่าความสว่างและค่าสีเหลืองจะลดลงในขณะที่ค่าสีแดงเพิ่มขึ้นมากกว่ามะม่วงแผ่นที่บรรจุในถุงชนิดเดียวกันภายใต้สภาวะสุญญากาศ ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5



(A) L*



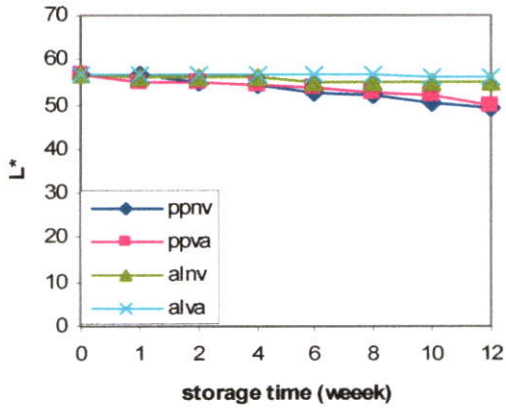
(B) a*



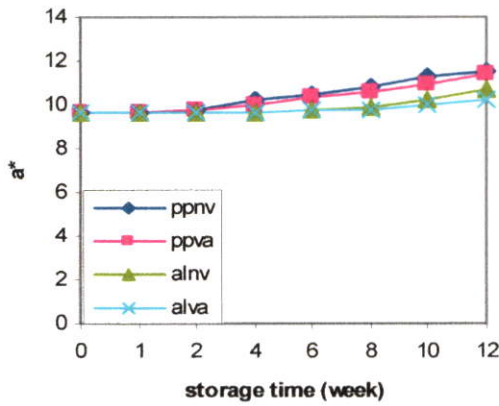
(C) b*

รูปที่ 4.4 ค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ของมะม่วงแผ่นผสมผงวุ้น ในแต่ละสภาวะการเก็บที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลา 12 สัปดาห์

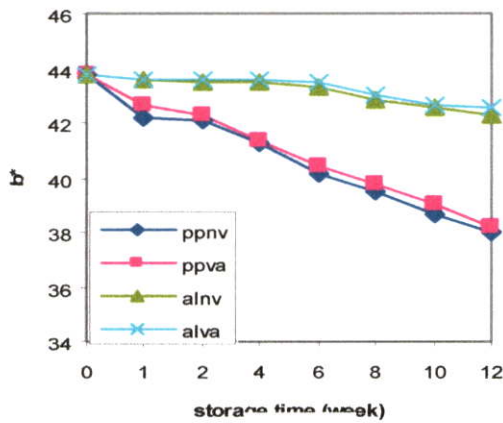
หมายเหตุ pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์
nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ va เก็บในสภาวะสุญญากาศ



(A) L*



(B) a*



(C) b*

รูปที่ 4.5 ค่า L^* (A), a^* (B) และ b^* (C) ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชในแต่ละสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเก็บในระยะเวลา 12 สัปดาห์

หมายเหตุ pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์
nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

จากผลการทดลองพบว่ามะม่วงแผ่นทั้งชนิดที่ผสมธาตุพืชและไม่ผสมธาตุพืชที่บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์สามารถรักษาคุณภาพด้านสี (L^* , a^* และ b^*) ได้ดีกว่ามะม่วงแผ่นที่บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP และมะม่วงแผ่นที่บรรจุสถานะสุญญากาศสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีได้ดีกว่ามะม่วงแผ่นที่บรรจุสถานะบรรยากาศปกติโดยที่โดยที่ของอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ เป็นซองที่มีความหนาถึง 3 ชั้น (OPP/ALU/LDPE) ซึ่งมีลักษณะในการป้องกันทั้งแสงและการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำได้ (ปุณ กงเจริญเกียรติ และ สมพร กงเจริญเกียรติ, 2541) และเมื่อเก็บบรรจุในสถานะสุญญากาศ ที่กำจัดออกซิเจน ที่หลงเหลือในภาชนะบรรจุ จึงช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของมะม่วงแผ่นได้ดีกว่ามะม่วงแผ่นที่เก็บบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดเดียวกันที่ปิดโดยไม่ได้ปรับสถานะเป็นสุญญากาศ

เมื่อพิจารณาสถานะการเก็บบรรจุของพลาสติกชนิด PP พบว่ามีผลต่อค่า L^* (ความสว่าง), a^* (สีแดง) และ b^* (สีเหลือง) ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นทั้ง 2 กลุ่ม ที่เก็บรักษา 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ลักษณะของมะม่วงแผ่นทั้ง 2 กลุ่มจะคล้ายมากกว่าที่เก็บของอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ ทั้งที่เก็บในสถานะสุญญากาศและสถานะบรรยากาศ เนื่องจากของพลาสติกชนิด PP มีลักษณะที่ใส ไม่สามารถป้องกันทั้งแสง การซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำได้ จึงเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Maillard browning reaction) ให้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (Rizzi, G.P. 1994) ทำให้มะม่วงแผ่นทั้ง 2 กลุ่มที่เก็บในซองพลาสติกชนิด PP ทั้ง 2 สถานะ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่ามะม่วงแผ่นที่เก็บบรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ อย่างไรก็ตามจะเห็นว่ามะม่วงแผ่นที่เก็บบรรจุของพลาสติกชนิด PP และในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ ในสถานะสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลเช่นกัน ซึ่งเป็นเพราะ ออกซิเจน ไม่มีผลต่อปฏิกิริยาเมลลาร์ด นอกจากออกซิเจนจะช่วยออกซิไดส์สารอื่นให้เป็นรูปที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยา ดังนั้นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลนี้จึงเกิดขึ้นได้ในสถานะที่ไม่มีออกซิเจน (นิธิยา รัตนานันต์, 2545)

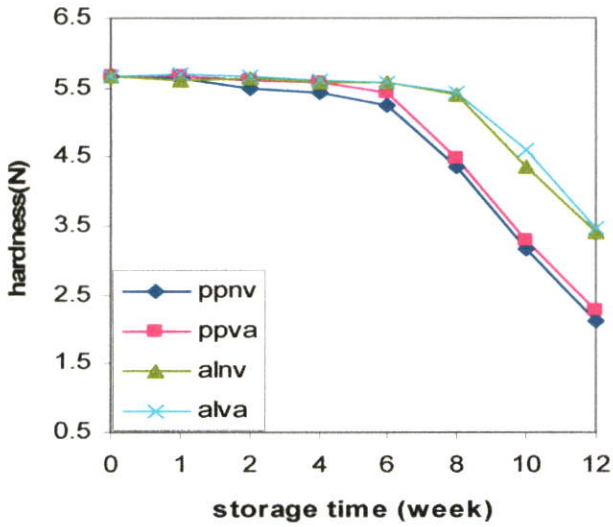
จากผลการเปลี่ยนแปลงค่าสีของมะม่วงแผ่นระหว่างการเก็บรักษาเป็นเช่นเดียวกับการศึกษาของ Irwandi et al. (1998) ที่กล่าวว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผลไม้แผ่นจะมีค่าความสว่าง และค่าสีเหลืองลดลง แต่มีค่าสีแดงเพิ่มขึ้น หรือมีการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นนั่นเอง การเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ระหว่างหมู่คาร์บอนิลของน้ำตาลรีดิวซิงและหมู่อะมิโนของโปรตีน ซึ่งนำไปสู่การเกิดเม็ดสีน้ำตาลของเมลานอยดิน และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านสีในผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น

การเกิดสีน้ำตาลของมะม่วงแผ่นอาจเนื่องมาจากมะม่วงแผ่นมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.51-0.63 ซึ่งเหมาะสมกับการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2539) รวมทั้งมะม่วงยังมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง และกรดอะมิโนในปริมาณที่สูง ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของการเกิดสีน้ำตาลชนิดนี้ แม้ว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของมะม่วงแผ่นจะค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์

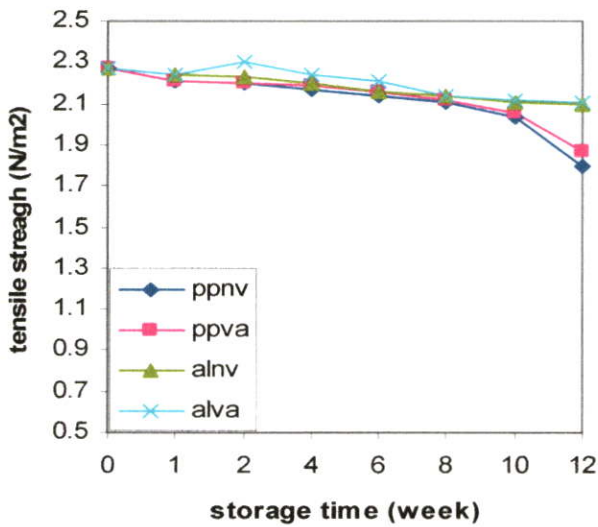
(ตารางที่ 4.12 และ ตารางที่ 4.13) ซึ่ง Steele (1988) กล่าวว่าเมื่อมีการเกิดสีน้ำตาล การสูญเสียของน้ำตาลรีดิวซิงจะมีน้อยมากจนไม่สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของความดันไอได้ โดยการสูญเสียของน้ำตาลรีดิวซิงดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 0.5

4.5.1.2 เนื้อสัมผัส

จากรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7 เมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นมะม่วงแผ่นทั้งชนิดที่ผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืช ที่มีสภาวะการเก็บบรรจุต่างกัน มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าเนื้อสัมผัสทั้งค่าแรงต้านการกดทะลุและ แรงดึงขาดจนมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการเก็บรักษา (0 สัปดาห์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมะม่วงแผ่นทั้งชนิดที่ผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืชที่บรรจุอยู่ในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ในสภาวะบรรยากาศและสภาวะสุญญากาศจะมีค่าเนื้อสัมผัสลดลงเล็กน้อยเมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ในขณะที่กลุ่มที่บรรจุของพลาสติกชนิด PP ในสภาวะบรรยากาศและสภาวะสุญญากาศจะลดลงมาก ทั้งนี้เพราะซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์สามารถป้องกันความชื้นได้ดีกว่า อีกทั้งมีความหนาถึง 3 ชั้น (OPP/ALU/LDPE) ซึ่งมีลักษณะในการป้องกันทั้งแสง การซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำจึง (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ, 2541) สามารถลดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทั้งทางด้านสีและเนื้อสัมผัสได้ดีกว่าพลาสติกชนิด PP และจากการทดลองนี้พบว่ามะม่วงแผ่นทุกสภาวะการเก็บจะมีลักษณะของเนื้อสัมผัสที่มีความเกาะตัวน้อยเนื่องจากเกิดการ syneresis จึงทำให้มะม่วงแผ่นมีคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสทั่วไปได้ลดลง



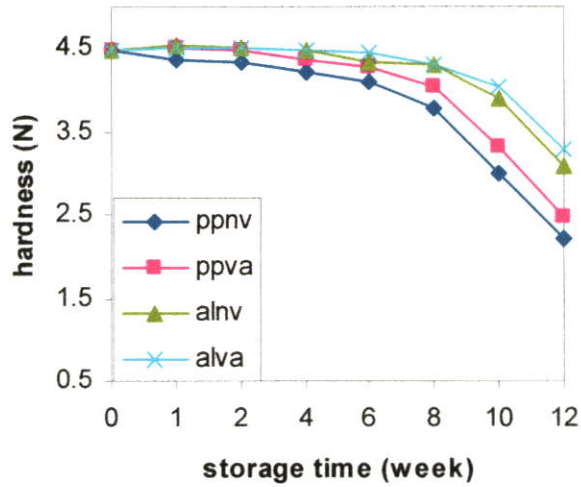
(A) Hardness



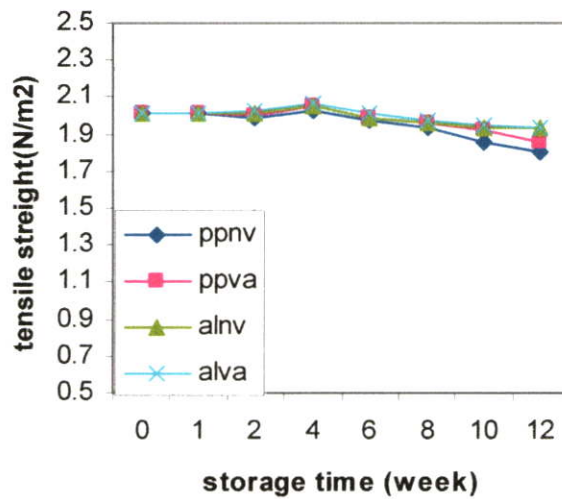
(B) Tensile strength

รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่าเนื้อสัมผัสทั้งค่า hardness (A) และ Tensile strength (B) ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นในแต่ละสภาวะการเก็บในระยะเวลา 12 สัปดาห์

หมายเหตุ pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์
 nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ va เก็บในสภาวะสุญญากาศ



(A) Hardness



(B) Tensile strength

รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงค่าเนื้อสัมผัสทั้งค่า Hardness(a) และ Tensile strength (b) ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชในแต่ละสภาวะการเก็บในระยะเวลา 12 สัปดาห์

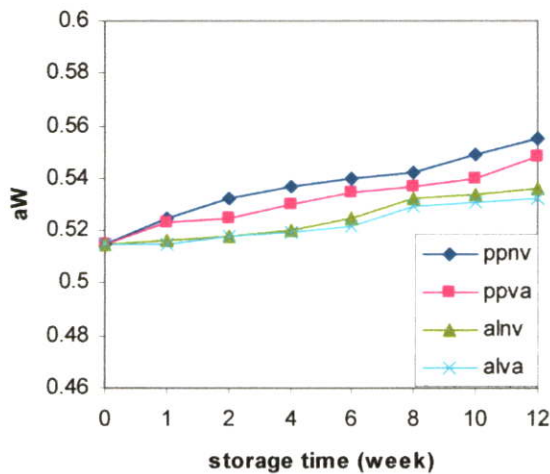
หมายเหตุ pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP
nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์
va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

อย่างไรก็ตามเมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเนื้อสัมผัสของมะม่วงแผ่นทั้ง 2 กลุ่ม ในบรรจุภัณฑ์ชนิดเดียวกันระหว่างสภาวะบรรยากาศและสุญญากาศทั้ง พบว่าสภาวะการเก็บบรรจุ ไม่มีผลต่อค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นทั้งชนิดที่ผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืช อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้อาจมีสาเหตุจากระบบการบรรจุแบบสุญญากาศเป็นสภาวะอย่างหนึ่งที่ดูอากาศภายในบรรจุภัณฑ์ออก เพื่อลดโอกาสการทำปฏิกิริยาของออกซิเจนกับอาหารซึ่งจะนำไปสู่การเสื่อมเสียเท่านั้น (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541)

4.5.1.3 ค่า a_w (water activity)

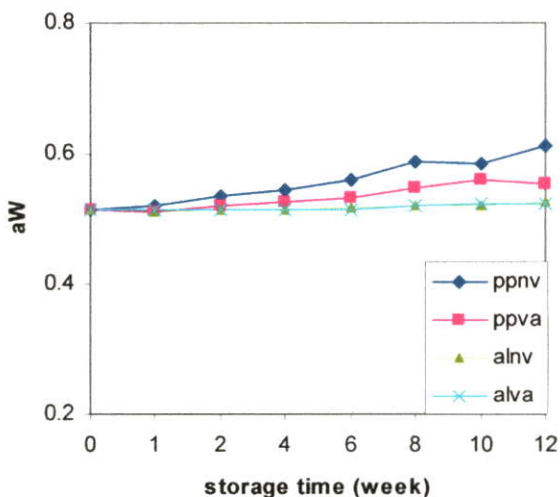
จากรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า water activity (a_w) ของมะม่วงแผ่นทั้ง 2 กลุ่ม (ที่ผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืช) เมื่อผ่านไป 12 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น ที่มีการเก็บบรรจุต่างกันทุกสภาวะ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง a_w จนมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการเก็บรักษา (0 สัปดาห์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่า a_w ของมะม่วงแผ่นทั้ง 2 กลุ่มที่บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP ที่ไม่ได้ปรับสภาวะสุญญากาศ มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะการเก็บแบบอื่นๆ



รูปที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงค่า water activity ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นในแต่ละสภาวะการเก็บในระยะเวลา 12 สัปดาห์

หมายเหตุ pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP
nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์
va เก็บในสภาวะสุญญากาศ



รูปที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงค่า water activity ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชในแต่ละสภาวะการเก็บในระยะเวลา 12 สัปดาห์

หมายเหตุ pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์
nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

เมื่อพิจารณาถึงสภาวะการเก็บบรรจุของมะม่วงแผ่นทั้ง 2 กลุ่มที่เก็บในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์สภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศจะมีค่า a_w ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับมะม่วงแผ่น ที่เก็บในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์สภาวะบรรยากาศ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจาก อลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ที่สามารถป้องกันความชื้นได้จึงทำให้ค่า a_w ของมะม่วงแผ่นที่บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ทั้ง 2 สภาวะไม่แตกต่างกันมาก และเมื่อเทียบกับคุณสมบัติในการยอมให้น้ำซึมผ่านและออกซิเจนผ่านได้จะดีกว่าพลาสติกชนิด PP จึงทำให้มะม่วงแผ่นทั้ง 2 กลุ่ม (มะม่วงแผ่นที่ผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืช) ที่บรรจุของพลาสติกชนิด PP มีค่า a_w ที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด

4.5.1.4 คุณภาพทางเคมี

จากตารางที่ 4.13 การประเมินคุณภาพทางด้านเคมี เมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นพบว่า ค่าคุณภาพทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้น ที่มีสภาวะการเก็บบรรจุต่างกัน จะไม่มีผลต่อปริมาณร้อยละความเป็นกรดทั้งหมด ร้อยละปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง น้ำตาลทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ตลอดเวลาในการเก็บรักษา 12 สัปดาห์ ผลที่ได้ตรงกับงานวิจัยเรื่องทุเรียนแผ่นของพรศักดิ์ ประสิทธิ์แพทย์ (2545) ซึ่งพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของทุเรียนแผ่นที่ผลิตจากทุเรียนพันธุ์ชะนีค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ ซึ่ง Steele (1988) กล่าวว่าเมื่อเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลขึ้นกับผลิตภัณฑ์ การสูญเสียน้ำตาลรีดิวซิงมีน้อยมากจนไม่สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของความดันไอได้ โดยการสูญเสียของน้ำตาลรีดิวซิงดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 0.5

ตารางที่ 4.13 ค่าคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง
ในแต่ละสภาวะการเก็บเป็นเวลา 12 สัปดาห์

ค่าคุณภาพ	สภาวะ การเก็บ	0 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	12 สัปดาห์
ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้	ppnv ^{ns}	ns 2.09±0.00	ns 2.13±0.01	ns 2.09±0.01	ns 2.13±0.01
	ppva ^{ns}	2.09±0.01	2.17±0.01	2.09±0.01	2.13±0.03
	alnv ^{ns}	2.09±0.02	2.14±0.03	2.12±0.03	2.15±0.02
	alva ^{ns}	2.09±0.03	2.19±0.02	2.11±0.02	2.09±0.01
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง	ppnv ^{ns}	ns 20.34±0.74	ns 21.23±0.61	ns 20.39±0.28	ns 20.46±0.01
	ppva ^{ns}	20.34±0.74	20.71±0.58	20.41±1.44	20.79±0.14
	alnv ^{ns}	20.34±0.74	20.39±0.26	20.54±0.23	20.66±0.92
	alva ^{ns}	20.34±0.74	20.36±0.25	20.30±0.20	20.76±0.39
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	ppnv ^{ns}	ns 58.41±0.30	ns 58.41±0.03	ns 58.47±0.96	ns 58.67±0.48
	ppva ^{ns}	58.41±0.30	58.47±0.93	58.66±0.65	58.47±0.88
	alnv ^{ns}	58.41±0.30	58.40±0.66	58.40±0.43	58.40±0.82
	alva ^{ns}	58.41±0.30	58.41±0.24	58.40±0.74	58.39±0.12

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 4.14 ค่าคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช ที่เก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้องในแต่ละสภาวะการเก็บเป็นเวลา 12 สัปดาห์

ค่าคุณภาพ	สภาวะ การเก็บ	0 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	12 สัปดาห์
ปริมาณกรดที่ไคเตรตได้	ppnv ^{ns}	1.75±0.02	^{ns} 1.75±0.04	^{ns} 1.78±0.03	^{ns} 1.77±0.02
	ppva ^{ns}	1.75±0.02	1.75±0.01	1.78±0.05	1.74±0.02
	alnv ^{ns}	1.75±0.02	1.71±0.04	1.77±0.01	1.78±0.04
	alva ^{ns}	1.75±0.02	1.71±0.02	1.72±0.01	1.78±0.03
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง	ppnv	29.59±0.21 ^b	^{ns} 29.84±0.2 ^a	^a 29.93±0.11 ^a	^a 30.02±0.53 ^a
	ppva	29.59±0.21 ^c	29.61±0.34 ^c	^{ab} 29.76±0.3 ^b	^b 29.68±0.1 ^a
	alnv	29.59±0.21 ^c	29.64±0.26 ^b	^b 29.66±0.29 ^b	^b 29.74±0.02 ^a
	alva	29.59±0.21 ^c	9.63±0.34 ^a	^b 29.64±0.29 ^a	^b 29.66±0.41 ^a
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	ppnv	63.64±0.23 ^a	^{ns} 63.59±0.17 ^a	^d 63.02±1.78 ^b	^a 63.33±0.04 ^c
	ppva	63.64±0.23 ^a	63.72±0.13 ^a	^c 63.79±0.11 ^{ab}	^b 62.8±0.10 ^b
	alnv	63.64±0.23 ^a	63.57±0.12 ^b	^b 63.33±0.09 ^c	^a 63.38±0.11 ^c
	alva	63.64±0.23 ^a	63.72±0.10 ^{ab}	^a 63.42±1.09 ^b	^a 63.33±0.26 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงค่าเฉลี่ยนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

เมื่อพิจารณาผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช (ตารางที่ 4.14) ที่มีสภาวะการเก็บบรรจุที่ต่างกัน พบว่าสภาวะการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณรีดิวซิงและน้ำตาลทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณร้อยละความเป็นกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช ในทุกสภาวะการเก็บจะค่อนข้างคงที่ และไม่แตกต่างจากมะม่วงแผ่นที่ไม่ผ่านการเก็บรักษา (0 สัปดาห์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับ

ปริมาณน้ำคาลทั้งหมดที่มีแนวโน้มลดลง เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานานจะเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ขึ้น อีกทั้งผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช มีส่วนผสมที่เป็นธัญพืชที่มีคุณสมบัติในการดูดความชื้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเพราะว่าในสภาพที่แห้งหุ้มคาร์บอนิลของน้ำตาลรีดิวซิงและกรดอะมิโนของโปรตีนจะคงตัว และไม่เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล แต่เมื่อมีน้ำเพียงอยู่เล็กน้อยปฏิกิริยาสีน้ำตาลนี้ก็จะเกิดขึ้น ได้ทันที (นิธิวารัตนาปนนต์. 2545) ดังนั้นจะเห็นว่าผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่บรรจุในซองออลูมิเนียมลามิเนตพอยล์จะสามารถรักษาคุณภาพทางเคมีให้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของออลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ 3 ชั้น (OPP/LU/LDPE) เมื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติในการยอมให้อิอน้ำซึมผ่านและก๊าซออกซิเจนผ่านได้จะดีกว่าพลาสติกชนิด PP (วุฒิชัย นาครักษา. 2535) ออลูมิเนียมทั้ง 3 ชั้น ซึ่งถ่วงแล้วแต่มีคุณสมบัติการยอมให้อิอน้ำและก๊าซผ่านได้ต่ำ

4.5.1.5 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

จากการทดสอบโดยการให้คะแนนความชอบ (5-point hedonic scale) ในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างมะม่วงแผ่นผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30-35 องศาเซลเซียส) ในซองออลูมิเนียมพอยล์และในซองพลาสติกชนิด PP ในสภาวะบรรยากาศและในสภาวะสุญญากาศ เป็นเวลา 1,2,4,6,8,10 และ 12 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.15 และ ตารางที่ 4.16 พบว่ามะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้น ที่บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP ในสภาวะบรรยากาศและสภาวะสุญญากาศ ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสี, กลิ่นมะม่วง, ความหวาน, ค่าเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมต่ำกว่า 3 คะแนนในสัปดาห์ที่ 8 และที่บรรจุในซองออลูมิเนียมพอยล์ในสภาวะบรรยากาศและสภาวะสุญญากาศ ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านสี, กลิ่นมะม่วง, ความหวาน, ค่าเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมต่ำกว่า 3 คะแนนในสัปดาห์ที่ 10 เมื่อพิจารณา มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช ที่บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP ในสภาวะบรรยากาศและสภาวะสุญญากาศ ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสี, กลิ่นมะม่วง, ความหวาน, ค่าเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมต่ำกว่า 3 คะแนนในสัปดาห์ที่ 10 และที่บรรจุในซองออลูมิเนียมพอยล์ในสภาวะบรรยากาศและสภาวะสุญญากาศให้คะแนนความชอบในด้านสี, ค่าเนื้อสัมผัส, กลิ่นมะม่วง, ความหวาน, สัมผัสและความชอบโดยรวมต่ำกว่า 3 คะแนนในสัปดาห์ที่ 12 และจากการเปรียบเทียบระหว่างการเก็บบรรจุในสภาวะบรรยากาศและสภาวะสุญญากาศของมะม่วงแผ่นทั้ง 2 กลุ่มที่ถูกบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดเดียวกันพบว่า มะม่วงแผ่นที่เก็บในสภาวะสุญญากาศมีความแตกต่างในด้านคุณลักษณะด้านสี, กลิ่นมะม่วง, ความหวาน, ค่าเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมน้อยกว่าที่เก็บในสภาวะบรรยากาศเพียงเล็กน้อย โดยคะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัสที่ลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บมากขึ้นน่าจะเกี่ยวข้องกับที่เกิด Syneresis ของมะม่วงแผ่นที่ทำให้มะม่วงแผ่นมี

ลักษณะเนื้อสัมผัสที่วัดได้ลดลง จึงทำให้มะม่วงแผ่นนั้นมีการเกาะตัวที่น้อยลง ส่วนคะแนนความชอบในด้านสีจะพบว่ามะม่วงแผ่นที่มีสีคล้ำเมื่ออายุในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้คะแนนความชอบในด้านสีของมะม่วงแผ่นลดลงด้วย

ตารางที่ 4.15 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นในแต่ละสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเก็บในระยะเวลา 12 สัปดาห์

		คะแนนความชอบเฉลี่ย (5-point hedonic scale)				
คุณลักษณะ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	10 สัปดาห์	12 สัปดาห์
สี	ppnv	4.48±0.56 ^a	^{ns} 3.71±0.58 ^b	^c 2.75±0.77 ^d	^b 2.40±0.74 ^c	^b 1.90±0.70 ^f
	ppva	4.48±0.56 ^a	3.82±0.50 ^b	^c 2.70±0.59 ^d	^c 1.93±0.45 ^e	^c 1.67±0.51 ^f
	alnv	4.48±0.56 ^a	3.78±0.67 ^b	^b 3.15±0.44 ^d	^b 2.86±0.50 ^c	^b 1.91±0.62 ^f
	alva	4.48±0.56 ^a	3.95±0.47 ^b	^a 3.35±0.52 ^d	^a 2.78±0.58 ^c	^a 2.33±0.60 ^f
กลิ่นมะม่วง	ppnv	3.83±0.64 ^a	^{ns} 3.65±0.57 ^b	^b 2.40±0.49 ^d	^c 2.03±0.03 ^e	^b 1.68±0.47 ^f
	ppva	3.83±0.64 ^a	3.53±0.56 ^b	^b 2.55±0.50 ^d	^d 1.86±0.39 ^c	^b 1.50±0.50 ^f
	alnv	3.83±0.64 ^a	3.47±0.65 ^b	^a 3.09±0.50 ^c	^b 2.38±0.58 ^d	^b 1.68±0.47 ^c
	alva	3.83±0.64 ^a	3.45±0.56 ^b	^a 3.05±0.53 ^d	^a 2.53±0.59 ^e	^a 1.98±0.57 ^f
ความหวาน	ppnv	4.05±0.65 ^a	^a 3.70±0.54 ^b	^c 2.72±0.64 ^d	^c 1.95±0.47 ^e	^b 1.60±0.49 ^f
	ppva	4.05±0.65 ^a	^a 3.76±0.59 ^b	^c 2.72±0.69 ^d	^b 2.08±0.49 ^e	^b 1.63±0.52 ^f
	alnv	4.05±0.65 ^a	^b 3.38±0.49 ^b	^b 3.01±0.61 ^c	^a 2.47±0.59 ^d	^b 1.90±0.54 ^c
	alva	4.05±0.65 ^a	^b 3.63±0.69 ^b	^a 3.17±0.46 ^d	^a 2.57±0.53 ^e	^a 1.93±0.61 ^f
ความเหนียว	ppnv	4.33±0.54 ^a	^a 3.80±0.44 ^b	^c 2.53±0.50 ^d	^b 2.00±0.53 ^c	^c 1.61±0.49 ^f
	ppva	4.33±0.54 ^a	^b 3.56±0.59 ^b	^b 2.78±0.52 ^d	^b 1.93±0.44 ^c	^c 1.56±0.49 ^f
	alnv	4.33±0.54 ^a	^{ab} 3.68±0.67 ^b	^b 3.03±0.57 ^d	^a 2.73±0.57 ^c	^b 1.73±0.61 ^f
	alva	4.33±0.54 ^a	^a 3.81±0.65 ^b	^a 3.25±0.54 ^d	^a 2.93±0.54 ^c	^a 2.25±0.60 ^f

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงค่าเฉลี่ยนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

		คะแนนความชอบเฉลี่ย (5-point hedonic scale)				
คุณลักษณะ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	10 สัปดาห์	12 สัปดาห์
ความขาก ง่ายในการ เคี้ยว	ppnv	4.20±0.62 ^a	3.61±0.52 ^b	2.52±0.50 ^d	1.88±0.41 ^c	1.61±0.55 ^f
	ppva	4.20±0.62 ^a	3.63±0.52 ^b	2.80±0.73 ^d	2.02±0.56 ^c	1.63±0.49 ^f
	alnv	4.20±0.62 ^a	3.68±0.49 ^b	3.03±0.58 ^c	2.72±0.58 ^d	1.93±0.55 ^e
	alva	4.20±0.62 ^a	4.05±0.56 ^b	3.23±0.49 ^d	2.78±0.75 ^c	1.98±0.57 ^f
ความ ชอบ โดยรวม	ppnv	4.16±0.58 ^a	3.60±0.58 ^b	2.28±0.49 ^d	1.98±0.39 ^e	1.63±0.48 ^f
	ppva	4.16±0.58 ^a	3.50±0.59 ^b	2.53±0.54 ^d	2.03±0.32 ^e	1.55±0.50 ^f
	alnv	4.16±0.58 ^a	3.75±0.67 ^b	3.15±0.58 ^d	2.77±0.53 ^e	2.05±0.50 ^f
	alva	4.16±0.58 ^a	3.70±0.69 ^b	3.02±0.59 ^d	2.76±0.64 ^e	2.05±0.50 ^f

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงค่าเฉลี่ยนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)
 ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)
 ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)
 pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์
 nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 4.16 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและซีอิ๊ว
ในแต่ละสภาวะการเก็บ รักษาที่อุณหภูมิห้องเก็บในระยะเวลา 12 สัปดาห์

		คะแนนความชอบเฉลี่ย (5-point hedonic scale)				
คุณลักษณะ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	10 สัปดาห์	12 สัปดาห์
สี	ppnv	4.42±0.54 ^a	ns 4.20±0.51 ^b	c 3.63±0.56 ^d	b 2.95±0.53 ^c	b 2.41±0.43 ^f
	ppva	4.42±0.54 ^a	ns 4.16±0.46 ^b	c 3.53±0.59 ^d	c 2.88±0.61 ^c	c 2.18±0.46 ^f
	alnv	4.42±0.54 ^a	ns 3.83±0.52 ^b	b 3.42±0.55 ^c	a 3.40±0.51 ^c	b 2.38±0.40 ^d
	allva	4.42±0.54 ^a	ns 4.23±0.52 ^b	a 3.81±0.59 ^c	a 3.72±0.56 ^c	a 2.60±0.49 ^d
กลิ่นมะม่วง	ppnv	4.43±0.56 ^a	ns 3.91±0.62 ^b	b 3.15±0.61 ^d	c 2.88±0.64 ^e	b 2.33±0.57 ^f
	ppva	4.43±0.56 ^a	ns 4.06±0.54 ^b	b 3.17±0.49 ^c	d 2.75±0.54 ^d	b 1.96±0.55 ^e
	alnv	4.43±0.56 ^a	ns 3.90±0.68 ^b	a 3.50±0.54 ^c	b 3.06±0.49 ^d	b 1.86±0.43 ^e
	allva	4.43±0.56 ^a	ns 3.98±0.70 ^b	a 3.48±0.57 ^c	a 3.33±0.62 ^d	a 2.4±0.53 ^e
ความหวาน	ppnv	4.30±0.56 ^a	a 3.91±0.53 ^b	b 3.73±0.66 ^d	d 2.18±0.43 ^c	b 1.71±0.49 ^f
	ppva	4.30±0.56 ^a	a 3.96±0.63 ^b	b 3.65±0.53 ^c	c 2.43±0.53 ^d	a 1.85±0.51 ^c
	alnv	4.30±0.56 ^a	b 3.76±0.59 ^b	a 3.41±0.49 ^c	b 3.13±0.49 ^d	b 1.76±0.46 ^c
	allva	4.30±0.56 ^a	a 3.98±0.65 ^b	a 3.50±0.50 ^c	a 3.24±0.50 ^d	a 1.86±0.48 ^c
ความเหนียว	ppnv	4.40±0.49 ^a	a 4.00±0.47 ^b	c 3.38±0.58 ^d	c 2.50±0.54 ^e	d 1.88±0.42 ^f
	ppva	4.40±0.49 ^a	b 3.85±0.58 ^b	c 3.35±0.54 ^c	c 2.45±0.50 ^d	c 2.15±0.48 ^e
	alnv	4.40±0.49 ^a	a 4.15±0.5 ^{4b}	b 3.61±0.56 ^c	b 3.08±0.59 ^d	b 2.06±0.57 ^c
	allva	4.40±0.49 ^a	a 4.20±0.57 ^b	a 3.82±0.57 ^c	a 3.45±0.50 ^d	a 2.46±0.59 ^e
ความง่ายในการเคี้ยว	ppnv	4.53±0.50 ^a	b 4.11±0.58 ^b	d 3.36±0.51 ^d	c 2.40±0.49 ^c	c 1.60±0.49 ^f
	ppva	4.53±0.50 ^a	b 4.01±0.50 ^b	c 3.45±0.50 ^d	c 2.42±0.49 ^e	c 1.72±0.45 ^f
	alnv	4.53±0.50 ^a	a 4.20±0.48 ^b	b 3.53±0.59 ^d	b 3.01±0.67 ^c	b 2.12±0.61 ^f
	allva	4.53±0.50 ^a	a 4.12±0.55 ^b	a 3.67±0.52 ^d	a 3.53±0.54 ^d	a 2.46±0.50 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

คุณลักษณะ	สภาวะการเก็บ	คะแนนความชอบเฉลี่ย (5-point hedonic scale)				
		0 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	10 สัปดาห์	12 สัปดาห์
โดยรวม	ppnv	4.45±0.53 ^a	4.13±0.70 ^b	ns 3.57±0.49 ^d	2.53±0.50 ^d	1.83±0.49 ^c
	ppva	4.45±0.53 ^a	4.00±0.64 ^b	ns 3.51±0.54 ^d	2.45±0.53 ^d	1.80±0.40 ^c
	alnv	4.45±0.53 ^a	4.12±0.55 ^b	ns 3.55±0.50 ^d	3.43±0.49 ^d	2.57±0.56 ^c
	allva	4.45±0.53 ^a	4.03±0.55 ^b	ns 3.58±0.56 ^d	3.51±0.55 ^d	2.71±0.55 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

เมื่อกำหนดให้มะม่วงแผ่นหุดอายุเมื่อคุณลักษณะด้านใดด้านหนึ่งได้คะแนนความชอบเฉลี่ยต่ำกว่า 3 คะแนน (Irwandi and Chema, 1995) พบว่ามะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในถุงพลาสติกชนิด PP ในสภาวะบรรยากาศและสภาวะสุญญากาศมีอายุการเก็บนาน 6 สัปดาห์ และที่เก็บบรรจุของอลูมิเนียมฟอยล์ทั้ง 2 สภาวะ สามารถเก็บได้นาน 8 สัปดาห์ มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชที่เก็บบรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP ในสภาวะบรรยากาศและสภาวะสุญญากาศมีอายุการเก็บนาน 8 สัปดาห์ และที่เก็บบรรจุของอลูมิเนียมฟอยล์ทั้ง 2 สภาวะ สามารถเก็บได้นาน 10 สัปดาห์

4.6 การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่สภาวะเร่ง (45 °C และ 55 °C)

จากผลการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น ที่เก็บรักษาในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างมะม่วงแผ่นชนิดที่ผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืชในซองอลูมิเนียมฟอยล์และในซองพลาสติกชนิด PP ในสภาวะบรรยากาศและในสภาวะสุญญากาศ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส และ 55 องศาเซลเซียส อันเป็นสภาวะเร่งเพื่อเร่งให้เห็นลักษณะทางคุณภาพที่แตกต่างตามลักษณะการเก็บ เป็นเวลา 2 สัปดาห์และ 1 สัปดาห์ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับมะม่วงแผ่นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 สัปดาห์ แสดงผลในตารางที่ 4.17 และตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.17 ค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นที่เก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C

ค่าคุณภาพ	สภาวะการเก็บ	อุณหภูมิห้อง (12 สัปดาห์)	45 °C (2 สัปดาห์)	55 °C (1 สัปดาห์)	
ค่าสี	L*	ppnv	50.72±0.83	55.09±0.50	51.20±1.27
		ppva	53.49±0.05	53.54±0.53	50.22±0.11
		alnv	56.79±0.11	53.24±0.13	50.56±0.10
		alva	53.45±0.97	53.24±0.26	50.25±0.11
	a*	ppnv	10.70±0.04	12.26±0.77	14.49±0.19
		ppva	10.57±0.48	12.57±0.11	14.53±0.49
		alnv	9.44±0.08	12.32±0.01	14.45±0.89
		alva	9.78±0.21	12.67±0.45	14.55±0.15
	b*	ppnv	40.31±0.72	36.39±0.25	34.86±0.11
		ppva	40.31±0.24	36.23±0.78	34.86±0.12
		alnv	42.90±0.48	36.35±0.89	35.06±0.41
		alva	42.43±1.06	36.40±0.56	34.89±0.13
a _w	ppnv	0.60±0.01	0.510±0.02	0.527±0.01	
	ppva	0.55±0.00	0.508±0.02	0.523±0.01	
	alnv	0.54±0.01	0.514±0.05	0.516±0.01	
	alva	0.53±0.02	0.515±0.02	0.522±0.02	
Hardness(N)	ppnv	2.02±0.10	6.17±0.41	14.64±0.16	
	ppva	2.29±0.40	5.98±0.07	14.57±0.49	
	alnv	3.48±0.45	5.68±0.00	14.56±1.84	
	alva	3.43±0.19	5.72±0.41	14.58±0.14	
Tensile strength	ppnv	1.79±0.01	2.94±0.01	3.10±0.92	
	ppva	1.87±0.03	3.00±0.19	3.13±0.49	
	alnv	1.91±0.12	2.23±0.42	3.03±0.82	
	alva	2.12±0.78	2.26±0.19	3.06±0.49	

หมายเหตุ pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP
nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์
va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 4.18 ค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช ที่เก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C

ค่าคุณภาพ	สถานะการเก็บ	อุณหภูมิห้อง (12 สัปดาห์)	45 °C (2 สัปดาห์)	55 °C (1 สัปดาห์)	
ค่าสี	L*	ppnv	49.12±0.53	52.77±0.05	49.47±0.21
		ppva	49.97±0.13	53.53±0.06	48.29±0.77
		alnv	56.18±0.07	56.10±0.16	49.92±0.21
		alva	54.45±2.23	55.61±0.04	49.39±0.56
	a*	ppnv	11.50±0.02	11.80±3.54	15.38±0.36
		ppva	11.39±0.09	13.76±0.12	15.44±0.42
		alnv	10.18±0.03	13.00±0.03	15.31±2.82
		alva	10.17±0.11	13.01±0.77	15.29±0.12
	b*	ppnv	37.97±0.15	40.14±0.09	32.51±0.35
		ppva	38.16±0.07	36.85±0.28	32.60±0.28
		alnv	42.84±0.26	37.22±0.28	33.93±0.82
		alva	42.54±0.05	37.03±0.21	33.92±0.42
a _w	ppnv	0.61±0.02	0.523±0.03	0.522±0.01	
	ppva	0.54±0.04	0.614±0.04	0.527±0.01	
	alnv	0.53±0.02	0.612±0.01	0.522±0.04	
	alva	0.53±0.01	0.514±0.04	0.525±0.02	
Hardness(N)	ppnv	2.02±0.01	4.83±0.91	13.41±1.76	
	ppva	2.48±0.21	5.07±0.68	13.60±1.27	
	alnv	2.54±0.28	4.41±0.64	13.42±0.12	
	alva	3.30±0.07	4.45 ±0.97	13.41±1.98	
Tensile strength	ppnv	1.84±0.03	2.83±0.84	2.89±0.25	
	ppva	1.85±0.03	2.83±0.67	2.91±0.27	
	alnv	1.85±0.08	2.15±0.23	2.83±0.21	
	alva	1.93±0.03	2.08±0.70	2.84±0.07	

หมายเหตุ pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์
nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น ที่ผสม รัญพืชและไม่ผสมรัญพืชทุกสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 45 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์และ 12 สัปดาห์ พบว่าคุณภาพทางกายภาพให้ผลไปใน ทิศทางเดียวกัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงของค่าสีมากที่สุด โดยเฉพาะค่าความสว่าง (L^*) มีค่าลดลงเมื่อ เวลาในการเก็บและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีแดง (a^*) มีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและ เวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกับค่าความสว่าง ส่วน ค่า a_w ของมะม่วงแผ่นที่ผสมรัญพืชและไม่ผสมรัญพืชทุกสภาวะการเก็บมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก นักเมื่อเทียบกับค่ากายภาพด้านอื่น ในส่วนค่าเนื้อสัมผัสทั้งค่า แรงต้านการกดทะลุและแรงคิงขาด นั้นจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและระยะเวลาที่สูงขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่เก็บที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส พบว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพมากที่สุด

จากตารางที่ 4.17 และตารางที่ 4.18 จะพบว่าการศึกษามะม่วงแผ่นทุกสภาวะการเก็บใน สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 45°C และ 55°C ในระยะการเก็บ 2 สัปดาห์และ 1 สัปดาห์เป็นสภาวะที่ไม่ เหมาะสมต่อการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่น เพราะการศึกษาในสภาวะเร่งนั้นเป็น การร่นเวลาในการเก็บรักษาเพื่อสังเกตคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปในใช้ระยะเวลาที่สั้น แต่จากผลการทดลองนี้จะพบว่ามะม่วงแผ่นในสภาวะเร่งจะมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ โดยเฉพาะค่าสี (L^* , a^* และ b^*) และคุณภาพในด้านเนื้อสัมผัสมากกว่ามะม่วงแผ่นที่เก็บที่ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 สัปดาห์

ผลการทดสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์แต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างมะม่วงแผ่น ที่ผสมรัญพืชและไม่ผสมรัญพืช ในซองออลูมิเนียมฟอยล์และในซองพลาสติกชนิด PP ในสภาวะ บรรยากาศและในสภาวะสุญญากาศ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 45 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์และ 12 สัปดาห์ แสดงผลในตารางที่ 4.19 และตาราง ที่ 4.20 ได้ผลการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 4.19 ค่าคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C

ค่าคุณภาพ	สถานะการเก็บ	อุณหภูมิห้อง (12 สัปดาห์)	45 °C (2 สัปดาห์)	55 °C (1 สัปดาห์)
ปริมาณกรดที่ไตกรดได้	ppnv	2.13±0.01	2.27±0.00	2.27±0.01
	ppva	2.13±0.03	2.24±0.00	2.41±0.01
	alnv	2.15±0.02	2.16±0.02	2.19±0.00
	alva	2.09±0.01	2.15±0.00	2.15±0.02
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง	ppnv	20.46±0.01	22.10±0.25	21.86±0.22
	ppva	20.79±0.14	22.23±0.69	23.49±0.11
	alnv	20.66±0.92	20.66±1.69	23.15±0.58
	alva	20.76±0.39	20.49±0.31	22.65±0.11
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	ppnv	58.67±0.48	59.53±0.18	58.56±0.12
	ppva	58.47±0.88	59.74±0.78	59.02±0.08
	alnv	58.40±0.82	59.79±0.82	58.59±0.12
	alva	58.39±0.12	59.78±1.21	58.58±0.49

หมายเหตุ pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์
nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 4.20 ค่าคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C

ค่าคุณภาพ	สถานะการเก็บ	อุณหภูมิห้อง (12 สัปดาห์)	45 °C (2 สัปดาห์)	55 °C (1 สัปดาห์)
ปริมาณกรดที่ไตกรดได้	ppnv	1.77±0.02	1.84±0.03	1.91±0.03
	ppva	1.74±0.02	1.82±0.02	1.92±0.01
	alnv	1.78±0.04	1.73±0.01	1.87±0.02
	alva	1.78±0.03	1.73±0.01	1.86±0.03

หมายเหตุ pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์
nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

ค่าคุณภาพ	สภาวะการเก็บ	อุณหภูมิห้อง (12 สัปดาห์)	45 oC (2 สัปดาห์)	55 oC (1 สัปดาห์)
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง	ppnv	30.02±0.53	31.57±0.05	32.72±0.03
	ppva	29.68±0.12	31.49±1.06	32.66±0.72
	alnv	29.74±0.02	29.80±0.82	32.03±0.84
	alva	29.66±0.41	29.59±0.73	31.86±1.14
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	ppnv	63.33±0.04	64.02±0.19	63.89±0.56
	ppva	62.80±0.10	65.16±0.34	64.67±0.07
	alnv	63.38±0.11	64.28±0.14	63.99±0.46
	alva	63.33±0.26	64.69±0.37	64.16±0.23

หมายเหตุ pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์
nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นชนิดที่ผสม
ธัญพืชและไม่ผสมธัญพืชที่บรรจุของและสภาวะการเก็บบรรจุที่ต่างกันทุกสภาวะการเก็บบรรจุที่
อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 45 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ และ
12 สัปดาห์ พบว่าให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน คือปริมาณร้อยละความเป็นกรดทั้งหมด ร้อยละ
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง น้ำตาลทั้งหมด ของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากตัวอย่าง
ของมะม่วงแผ่นที่ไม่ผ่านการเก็บรักษาและ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเก็บในสภาวะเร่งกับที่
อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 สัปดาห์พบว่ามะม่วงแผ่นทุกสภาวะการเก็บบรรจุในสภาวะเร่งมีการ
เปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีใกล้เคียงกันกับมะม่วงแผ่นที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง 12 สัปดาห์

จากการทดสอบการให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างมะม่วง
แผ่นทั้งชนิดที่ผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 55 องศา
เซลเซียส ที่บรรจุในซองอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตและซองพลาสติกชนิด PP ในสภาวะบรรยากาศ
และสภาวะสุญญากาศ พบว่ามีอายุการเก็บ 1 สัปดาห์และน้อยกว่า 1 สัปดาห์ โดยพบว่าผู้ทดสอบให้
คะแนนความชอบด้านสี, กลิ่นมะม่วง, ความหวาน, ค่าเนื้อสัมผัสและความชอบ โดยรวมต่ำกว่า 3
คะแนน แสดงผลในตารางที่ 4.21 และ ตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.21 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นในแต่ละสภาวะการเก็บที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C

ค่าดัชนี	สภาวะการเก็บ	อุณหภูมิห้อง (12 สัปดาห์)	45 °C (2 สัปดาห์)	55 °C (1 สัปดาห์)
สี	ppnv	1.90±0.70	1.76±0.39	1.17±0.46
	ppva	1.67±0.51	1.65±0.48	1.01±0.13
	alnv	1.91±0.62	1.97±0.26	1.39±0.53
	alva	2.33±0.60	1.96±0.25	1.13±0.39
กลิ่นมะม่วง	ppnv	1.68±0.47	1.06±0.18	1.55±0.57
	ppva	1.50±0.50	1.85±0.36	1.27±0.46
	alnv	1.68±0.47	1.95±0.22	1.76±0.43
	alva	1.98±0.57	2.01±0.23	1.66±0.51
ความหวาน	ppnv	1.60±0.49	1.87±0.34	1.00±0.00
	ppva	1.63±0.52	1.91±0.28	1.02±2.82
	alnv	1.90±0.54	1.98±0.23	1.10±0.34
	alva	1.93±0.61	1.92±0.28	1.15±0.36
ความเหนียว	ppnv	1.61±0.49	1.61±0.49	1.08±0.86
	ppva	1.56±0.49	1.56±0.49	1.08±0.28
	alnv	1.73±0.61	1.65±0.48	1.33±0.48
	alva	2.25±0.60	1.92±0.28	1.10±0.30
ความยากง่าย ในการเคี้ยว	ppnv	1.61±0.55	1.58±0.49	1.03±0.18
	ppva	1.63±0.49	1.62±0.48	1.16±0.38
	alnv	1.93±0.55	1.81±0.39	1.12±0.32
	alva	1.98±0.57	1.83±0.37	1.15±0.36
ความชอบ โดยรวม	ppnv	1.63±0.48	1.63±0.48	1.00±0.00
	ppva	1.55±0.50	1.55±0.50	1.00±0.00
	alnv	2.05±0.50	1.90±0.32	1.15±0.36
	alva	2.05±0.50	1.90±0.30	1.28±0.45

หมายเหตุ pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์
nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 4.22 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชในแต่ละสภาวะการเก็บที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C

ค่าคุณลักษณะ	สภาวะการเก็บ	อุณหภูมิห้อง (12 สัปดาห์)	45 °C (2 สัปดาห์)	55 °C (1 สัปดาห์)
สี	ppnv	2.41±0.43	1.93±0.45	1.45±0.49
	ppva	2.18±0.46	1.88±0.49	1.30±0.46
	alnv	2.38±0.40	2.41±0.67	1.41±0.49
	alva	2.60±0.49	2.60±0.67	1.60±0.49
กลิ่นมะม่วง	ppnv	2.33±0.57	1.88±0.64	1.67±0.52
	ppva	1.96±0.55	1.75±0.54	1.13±0.34
	alnv	1.86±0.43	1.57±0.32	1.03±0.18
	alva	2.4±0.53	2.31±1.06	1.42±0.49
ความหวาน	ppnv	1.71±0.49	1.2±0.40	1.02±0.13
	ppva	1.85±0.51	1.45±0.50	1.07±0.25
	alnv	1.76±0.46	1.43±0.54	1.02±0.12
	alva	1.86±0.48	1.67±0.50	1.02±0.17
ความเหนียว	ppnv	1.88±0.42	1.50±0.53	1.03±0.18
	ppva	2.15±0.48	1.45±0.52	1.45±0.50
	alnv	2.06±0.57	2.08±0.71	2.05±0.59
	alva	2.46±0.59	2.44±0.50	2.45±0.50
ความยากง่าย ในการเคี้ยว	ppnv	1.60±0.49	1.40±0.49	1.4±0.49
	ppva	1.72±0.45	1.42±0.49	1.42±0.49
	alnv	2.12±0.61	2.03±0.83	1.25±0.43
	alva	2.46±0.50	2.53±0.54	1.47±0.31
ความชอบ โดยรวม	ppnv	1.83±0.49	1.53±0.50	1.05±0.24
	ppva	1.80±0.40	1.46±0.50	1.00±0.00
	alnv	2.57±0.56	2.43±0.85	1.57±0.49
	alva	2.71±0.55	2.53±0.54	1.72±0.56

หมายเหตุ pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP
nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์
va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

จากผลการศึกษาอายุการเก็บของมะม่วงแผ่น พบว่ามะม่วงแผ่นที่ผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืชเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในซองพลาสติกชนิด PP ภายใต้สภาวะบรรยากาศและสุญญากาศ มีอายุการเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์ และในซองอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตทั้ง 2 สภาวะการเก็บบรรจุ มีอายุการเก็บรักษานาน 8 สัปดาห์ สำหรับมะม่วงแผ่นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ทุกสภาวะการเก็บบรรจุพบว่า มีอายุการเก็บรักษานาน 1 สัปดาห์ และมะม่วงแผ่นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ในซองพลาสติกชนิด PP และซองอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตทุกสภาวะพบว่า มีอายุการเก็บรักษา น้อยกว่า 1 สัปดาห์ ดังนั้นการเก็บรักษามะม่วงแผ่นในสภาวะเร่งเพื่อเร่งเวลาในการเก็บรักษานั้นควรที่จะใช้อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ต่ำกว่า 45 °C เพื่อที่จะได้ศึกษาถึงคุณภาพทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงมากกว่านี้ เพราะจากการทดลองนี้จะเห็นว่าการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส และ 55 องศาเซลเซียสนั้นมะม่วงแผ่นทุกสภาวะการเก็บจะมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่ามะม่วงแผ่นที่เก็บที่อุณหภูมิห้องทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลจากการศึกษาในสภาวะเร่งมาทำนายหาอายุการเก็บรักษาได้ ผลการทดลองดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 อายุการเก็บของมะม่วงแผ่นที่เก็บรักษาในสภาวะการเก็บบรรจุต่างกัน

ตัวอย่างมะม่วงแผ่น	สภาวะการเก็บบรรจุ	อายุการเก็บ (สัปดาห์)		
		30-35 °C	45 °C	55 °C
มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้น	ppnv	6	1	<1
	ppva	6	1	<1
	alnv	8	1	<1
	alva	8	1	<1
มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช	ppnv	8	1	<1
	ppva	8	1	<1
	alnv	10	1	<1
	alva	10	1	<1

หมายเหตุ pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ al บรรจุในซองอลูมิเนียมฟอยล์ va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

สาเหตุที่สำคัญที่ทำให้คุณภาพของมะม่วงแผ่นเกิดการเปลี่ยนแปลงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบในขณะที่เก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C ที่ใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินอายุของมะม่วงแผ่นทั้งชนิดที่ผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืช น่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านกลิ่นรสและการเปลี่ยนแปลงของสี โดยสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นในมะม่วงแผ่นจะเกิดจาก caramelizaion กับ

Maillard reaction ซึ่งไม่ได้ทำให้มะม่วงแผ่นเสียแต่ทำสีคล้ำ ผู้ทดสอบอาจจะมองแล้วไม่ชอบ ดังนั้นการตัดสินใจจึงต้องพิจารณาสาเหตุอย่างอื่นด้วย เพราะการเพิ่มอุณหภูมิในการเก็บรักษานอกจากทำให้มะม่วงแผ่นมีสีคล้ำแล้วยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวเพิ่มขึ้นด้วย และการเปลี่ยนแปลงทางค่านกลีรของผลิตภัณฑ์สามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้โดยใช้ผู้ทดสอบชิม (ไพบูรณ์ ธรรมรัตน์วาศิก. 2529) เพราะกลีรที่เปลี่ยนแปลงนั้นในมะม่วงแผ่นอาจมีกลิ่นใหม่และมีรสคม เนื่องจากเก็บในสภาวะการเก็บที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นจึงคล้ายกับการศึกษาผลิตภัณฑ์กีวี่บา(kiwi bar) และแมงโกบา(mango bar) คือผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดที่เก็บในสภาวะเร่ง อัตราการเกิดสีน้ำตาลนั้นจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาของผลิตภัณฑ์ที่เก็บอุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บเช่นกัน แต่น้อยกว่าการเก็บในสภาวะเร่ง (Vijyand et al. 2000) และสำหรับภาชนะบรรจุที่มีความสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและความชื้นได้ดี จะช่วยให้การเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลช้าลง โดยบรรจุภัณฑ์ชนิดชนิดอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต สามารถเก็บได้นานกว่าพลาสติกชนิด PP เนื่องจากคุณสมบัติของพลาสติกชนิด PP นั้นยอมให้ก๊าซออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซชนิดอื่นๆซึมผ่านได้มาก แต่อลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน Borlin and Stanfford (1976) กล่าวว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์มีผลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อย่างมาก บรรจุภัณฑ์ที่ด้านทานต่อการซึมผ่านของออกซิเจนดีจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บที่ยาวนานขึ้นและปริมาณออกซิเจนต่ำและในสภาวะที่เป็นสุญญากาศทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นไปอย่างช้าๆ จากการศึกษาสภาวะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นจึงพบว่าการบรรจุมะม่วงแผ่นในอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตสภาวะสุญญากาศเป็นสภาวะที่สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงการเสื่อมเสียของมะม่วงแผ่นได้มากที่สุด

4.7 การศึกษาปริมาณไขมันและปริมาณเส้นใย (dietary fiber) ที่มีในมะม่วงแผ่น

จากการวิเคราะห์ปริมาณ ไขมันและปริมาณใยอาหารที่มีอยู่ในมะม่วงแผ่นทั้ง 3กลุ่ม ได้แก่ มะม่วงแผ่นที่ยังไม่ได้พัฒนา (control) มะม่วงแผ่นผสมผงวุ้นและมะม่วงแผ่นผสมผงวุ้นและธัญพืช ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.24 และตารางที่ 4.25

4.5.1 ปริมาณไขมัน

จากตารางที่ 4.24 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณของไขมันที่มีในและมะม่วงแผ่นที่ยังไม่ได้พัฒนา และมะม่วงแผ่นทั้งที่ผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืช พบว่าปริมาณของไขมันที่พบในมะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้น และมะม่วงแผ่นที่ยังไม่ได้รับการพัฒนา (Control) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใช้ผงวุ้นเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสของมะม่วงแผ่นไม่มีต่อปริมาณไขมันในมะม่วงแผ่น เมื่อพิจารณามะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช

พบว่าปริมาณไขมันที่พบแตกต่างจากมะม่วงแผ่นที่ไม่ได้รับการพัฒนาและมะม่วงแผ่นในกลุ่ม Tr1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.24 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไขมันที่มีในผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น

มะม่วงแผ่น	ปริมาณไขมันกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง
control	0.62±0.26 ^b
มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้น	0.62±0.30 ^b
มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช	1.18±0.26 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณใยอาหาร (dietary fiber) ที่มีในผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น

มะม่วงแผ่น	ปริมาณใยอาหาร (dietary fiber) กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง
control	5.13±0.54 ^b
มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้น	5.24±0.43 ^b
มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช	7.77±0.19 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบใยอาหาร (dietary fiber) ที่มีในมะม่วงแผ่นที่ยังไม่ได้พัฒนา และมะม่วงแผ่นทั้งที่ผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืช พบว่าปริมาณใยอาหารที่พบมะม่วงแผ่นมะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้น และมะม่วงแผ่นที่ยังไม่ได้รับการพัฒนา (control) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายวุ้นเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสของมะม่วงแผ่นไม่มีต่อปริมาณใยอาหารในมะม่วงแผ่น และเมื่อพิจารณามะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช พบว่ามีปริมาณใยอาหารที่พบแตกต่างจากมะม่วงแผ่นที่ไม่ได้รับการพัฒนาและที่ไม่ผสมธัญพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากในมะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช มีส่วนผสมที่เป็นธัญพืช ได้แก่ ลูกเกด ข้าวโอ๊ต งาดำและจมูกข้าวสาลี ซึ่งพบใยอาหาร (Total dietary fiber) ในปริมาณร้อยละ 3.13, 6.82, 5.30 และ 1.50 ของน้ำหนักเปียกตามลำดับ (พงษ์ศักดิ์ น้อยพยัคฆ์, 2547) จึงทำให้มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชนี้ เมื่อนำไปทำการวิเคราะห์ปริมาณของใยอาหารจะพบว่ามีปริมาณของใยอาหารมากกว่ามะม่วงแผ่นในกลุ่มอื่น ทั้งนี้เนื่องจากธัญพืชที่ใช้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในมะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชจะมีเมล็ดพืชน้ำมัน ได้แก่ เมล็ดทานตะวัน มะม่วงหิมพานต์ และงาดำ ซึ่งมีปริมาณของไขมันอยู่ 28.0,

45.6 และ 52.8 % ของน้ำหนักเปียก ตามลำดับ (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545) จึงทำให้มะม่วงแผ่นที่ผสมธัญพืชในกลุ่มนี้ มีปริมาณของไขมันที่สูงกว่ามะม่วงแผ่นที่เป็น control และสูงกว่ามะม่วงแผ่นในกลุ่มที่ผสมผงวุ้น

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 ในการผลิตมะม่วงแผ่น มะม่วงที่มีระดับการสุก 70% หรือระยะสุกพร้อมกินจะให้คุณภาพที่ดีกว่ามะม่วงดิบ ห้าม สุกเต็มที่และสุกงอม และมะม่วงที่มีระดับการสุกต่างกัน องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพที่แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ทำให้มีคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพที่แตกต่างกันด้วย

5.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมีของมะม่วงแก้วที่ระดับความสุกที่ต่างกับกับค่าคุณภาพของมะม่วงแผ่น พบว่าคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของมะม่วงแผ่นมีความสัมพันธ์กับปริมาณเพคติน, แป้งและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งที่แตกต่างกันไปตามระดับความสุกซึ่งเพคตินมีผลต่อการเกิดเจลในกระบวนการผลิตมะม่วงแผ่นและส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ได้มีความเหนียวและความยืดหยุ่นที่แตกต่างกัน เพราะเมื่อมะม่วงสุกเพิ่มขึ้นแป้งจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ปริมาณน้ำตาลจะสูงขึ้น ปริมาณเพคตินลดลงตามการระยะเวลาการสุก ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ได้มีลักษณะของเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกัน

5.3 การศึกษาชนิดและปริมาณสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่เหมาะสมกับมะม่วงแผ่น จากสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส 5 ชนิด ได้แก่ เพคติน เจลาติน ผงวุ้น แป้งสาลีเอนกประสงค์ และแป้งสำปะหลังพบว่าสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสคือ ผงวุ้น ในรูปของสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 2% ใช้ผสมด้วยอัตราส่วน เนื้อมะม่วง : สารละลาย 10: 3 สามารถลดความเหนียวจากมะม่วงแผ่นที่เป็นตัวอย่างควบคุมที่มีค่า Hardness และ Tensile strength เป็น 10.30 N และ 4.216 N/mm² ตามลำดับ เป็นมะม่วงแผ่นที่วัดค่า Hardness และ Tensile strength เป็น 5.30 N และ 2.254 N/mm² โดยลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ ที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์จะไม่แข็ง เนื้อสัมผัสจะไม่ติดมือหรือติดฟันเมื่อเคี้ยว

5.4 การใช้เมล็ดธัญพืช ได้แก่ ลูกเกด เมล็ดทานตะวัน จมูกข้าวสาลี เมล็ดงา มะม่วงหิมพานต์ และข้าวโอ๊ตเพิ่มในมะม่วงแผ่น สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการและรูปแบบที่น่าสนใจ มะม่วงแผ่นที่ได้ไม่เหนียวติดมือและมีลักษณะเกาะกันเป็นรูปร่างอย่างชัดเจน โดยมีค่าแรงต้านการกดทะลุและแรงดึงขาดของมะม่วงแผ่นที่ผสมสารละลายวุ้นเมล็ดธัญพืช เป็น 4.3 N และ 2.012 N/mm² และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับต่อผู้บริโภค

5.5 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ได้ปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยการผสมผงวุ้นและมะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืช โดยเก็บรักษาในช่องพลาสติกใส (PP) และซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์ ภายใต้สภาวะการเก็บบรรจุแบบสุญญากาศและบรรยากาศ พบว่ามะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นที่เก็บรักษาในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์มีอายุการเก็บนาน 8 สัปดาห์ที่ ทั้งที่เก็บ

ในสภาวะสุญญากาศและบรรยากาศ และที่เก็บในซองพลาสติกใส มีอายุการเก็บนาน 6 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง ทั้งที่เก็บในสภาวะสุญญากาศและบรรยากาศ และมะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชที่เก็บรักษาในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์มีอายุการเก็บนาน 10 สัปดาห์ ทั้งที่เก็บในสภาวะสุญญากาศและบรรยากาศ และที่เก็บในซองพลาสติกใส มีอายุการเก็บนาน 10 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง โดยระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 สัปดาห์ค่าคุณภาพทางด้านกายภาพของมะม่วงแผ่นทั้ง 2 กลุ่ม มีการเปลี่ยนแปลงคือ ค่า a_w เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น คุณภาพเนื้อสัมผัสมีค่าแรงต้านการกดทะลุและแรงดึงขาดที่ลดลง เนื่องจากการเกิด Syneresis ของเนื้อมะม่วงแผ่นซึ่งทำให้มะม่วงแผ่นมีการเกาะตัวน้อยลงเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาด้านสีพบว่า มะม่วงแผ่นที่ผสมธัญพืชและไม่ผสมธัญพืช พบว่า ความสว่าง (L^*)และสีเหลือง (b^*) มีค่าลดลงเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีแดง (a^*)มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บที่เพิ่มขึ้น โดยมะม่วงแผ่นทั้งที่ผสมและไม่ผสมธัญพืชที่บรรจุในซองพลาสติกใสจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่ามะม่วงแผ่นที่เก็บบรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ที่เวลาการเก็บเท่ากัน และ ภายใต้สภาวะการเก็บบรรจุแบบสุญญากาศและบรรยากาศของมะม่วงแผ่นทั้งที่ผสมและไม่ผสมธัญพืช ในบรรจุภัณฑ์ชนิดเดียวกันพบว่า คุณภาพของมะม่วงแผ่นที่เก็บรักษานั้นไม่แตกต่างกัน

5.6 ผลการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียสพบว่า มีอายุการเก็บ 1 สัปดาห์และน้อยกว่า 1 สัปดาห์ตามลำดับ ส่วนสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในมะม่วงแผ่นคือ การเปลี่ยนแปลงของกลีโคลินรสและสีของมะม่วงแผ่นคัลลาลซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นทั้ง 2 ชนิด อย่างไรก็ตาม สภาวะดังกล่าวเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการศึกษาอายุการเก็บในสภาวะเร่งของมะม่วงแผ่นทั้ง 2 ชนิดเพราะเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพมากในเพียง 2 สัปดาห์และไม่ถึง 1 สัปดาห์ โดยเฉพาะคุณภาพของสีที่คล้ำมากเมื่อเทียบกับมะม่วงแผ่นที่เก็บอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 สัปดาห์

ข้อเสนอแนะ

1 ในงานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้มะม่วงแก้วเพียงพันธุ์เดียว การใช้มะม่วงพันธุ์อื่นนอกเหนือจากมะม่วงแก้วอาจได้ผลที่แตกต่างกันไป สำหรับการผสมผสานระหว่างมะม่วงสายพันธุ์ต่างๆ หรือการนำผลไม้ชนิดอื่นมาผสมร่วมกับมะม่วงแผ่นก็จะได้มะม่วงแผ่นที่มีรสชาติหลากหลายขึ้น

2 ในการวิจัยครั้งนี้เน้นที่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความเป็นธรรมชาติมากที่สุด ดังนั้นจึงไม่มีการเติมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล และมะม่วงแผ่นที่ได้มีอายุการเก็บนาน 8 สัปดาห์ ในช่องอุณหภูมิเย็นลามิเนตพอยล์ แต่ถ้าต้องการให้มีอายุการเก็บนานขึ้น สามารถทำได้โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรจะทำการศึกษาในเรื่องอายุการเก็บของมะม่วงแผ่นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำว่าจะมีอายุการเก็บนานเท่าใดและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้างในระหว่างการเก็บ

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการเกษตร. 2535. เอกสารประกอบคำบรรยาย การอบรมหลักสูตรมะม่วงอุตสาหกรรม
การแปรรูปมะม่วงเพื่ออุตสาหกรรม. ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ กรมวิชาการเกษตร.
กรมส่งเสริมการเกษตร. 2544. สถิติและข้อมูลการส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ :
กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2544. รายงานเกณฑ์คุณภาพและวิธีการตรวจวัดคุณภาพวัตถุดิบมะม่วง
เพื่ออุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ : ส่วนอุตสาหกรรมเกษตรสำนักพัฒนา
อุตสาหกรรม
- กรมอนามัย. 2544. ตารางแสดงคุณค่าทางอาหารไทย. นนทบุรี : กรมงานวิเคราะห์อาหาร
และโภชนาการ กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- กาญจนา เหลืองสุวาลย์. 2537. “การศึกษาการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี คัพภวิทยา
เก็บเกี่ยวการเก็บรักษาและการบ่มผลมะม่วง.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.
พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร. กรุงเทพฯ :
ฟอร์แมนพริ้นติ้ง.
- ดวงตรา กสานติกุล. 2526. “การศึกษาการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและคัพภวิทยา
เก็บเกี่ยวของผลมะม่วง (*Mangifera indica* L.) พันธุ์น้ำดอกไม้.”
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธวัชชัย รัตน์เวช, พฤกษ์ ยิปมันตะศิริ และรุ่งทิพย์อุทุมพันธ์. 2546. มะม่วงแก้ว ไม้ผลเพื่อ
ความหวังและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มติชน.
- ธวัชชัย รัตน์เลิศ และศิริพร ธรรมดี. 2542. พันธุ์ไม้ผลทางการค้าในประเทศไทย. กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์รวีเขียว.
- นิธิยา รัตนานนท์. 2545. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเคียนสโตร์.
- นิธิยา รัตนานนท์. 2544. หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเคียนสโตร์.
- ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. บรรจุภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ห้วยเฮ้ง จำกัด.

- พงษ์ศักดิ์ น้อยพยัคฆ์. 2547. **คู่มือดูแลสุขภาพด้วยสุดยอดอาหาร**. กรุงเทพฯ :
ซีเอ็ดยูไนต์ จำกัด.
- พรศักดิ์ ประสิทธิ์แพทย์. 2545. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่น.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์
มหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พานิชย์ ศรีปัญญา. 2542. **คัมภีร์มีออราฟ ไม้ผลเศรษฐกิจ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มติชน.
- ไพบูรณ์ ธรรมรัตน์วาลีก. 2529. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร**. สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539. **อาหารกึ่งแห้ง : ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาคัดค้านท์**
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มณฑาทิพย์ ชุ่นฉลาด, วินัย ปิยะชนต์ และวิภา สุโรจนเมธากุล. 2543. เอกสารประกอบการ
ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การดองมะม่วงและการแปรรูปเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา.
หน้า 178. ในโครงการพัฒนาคัดค้านท์มะม่วงเพื่อเพิ่มมูลค่าและการส่งออก.
กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยคั้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- วิจิตร วังใน. 2529. **มะม่วง**. กรุงเทพฯ : ศรีสมบัติการพิมพ์.
- วุฒิชัย นาครักษา. 2535. **หลักการบรรจุ : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร**
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศิริลักษณ์ ปิยพรไพบูรณ์. 2545. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์สับปะรดแผ่น.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์
มหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริลักษณ์ สินชวลัย. 2533. **การพัฒนาคัดค้านท์ทางโภชนาการ**. ภาควิชาพัฒนาคัดค้านท์
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2544. **ข้อมูลด้านการผลิตและการตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญ**.
กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สถาบันวิจัยพืชสวน. 2540. **เอกสารวิชาการ มาตรฐานพันธุ์พืชสวนพิมพ์**. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สายชล เกตุยา. 2528. **สรุวิทยาการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริม
และอบรมแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุกัญญา พัวพันธุ์. 2545. **ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะม่วงสุก**. [Online]. Available :
<http://www.doaw.go.th/report/last/bt45.htm>.

- เหมากรณ กิ่งแพงเศรษฐ . 2530. “คุณภาพมะม่วงตากแห้งหวานและมะม่วงกระป๋องจากมะม่วงสายพันธุ์ต่างกัน.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อนุวัฒน์ แจงชัด และพิศาล จันทรศร. 2546. **ผลไม้แผ่นฝีมือนักไทย**. [Online]. Available : <http://www.ku.c.th/e-mgzine/pril46/gri/fruit.html>.
- Aina, J. 2003. **Physico-chemical changes in African mango (*Irvingia gabonensis*) during normal storage ripening**. [Online]. Available : <http://www.sciencedirect.com/>
- AOAC. 2000. **Official Method of Analysis of AOAC International 17th Edition**. Association of Official Analytical Chemists.
- Arthey, D. and Ashurst. 1996. **Fruit Processing**. London : Blackie Academic and Professional.
- Bolin, H.R. and Standfford, A.E. 1976. **Colour stability of dried peaches**. Food Prod. 74-76
- Brinton, K. Dey, P. John, M. and Pridham, J. 2001. **Post-harvest changes in *Mangifera indica* mesocarp cell walls and cytoplasmic polysaccharides**. [Online]. Available : <http://www.sciencedirect>.
- Burdon, J. Dori, S. Marinansky, R. and Pesis, E. 1996. “Acetaldehyde inhibition of ethylene biosynthesis in ripening fruit. **Postharvest Biology and Technology**. 8(2) : 153-161.
- Caicedo, A.L. Neidhart, S. and Carle, R. 2004. **Postharvest ripening behavior of nine thai mango cultivars and their suitability for industrial applications**. [Online]. Available : <http://www.actahort.org/books/645/645-81.htm>.
- Castrillo, S. Kruger, N. and Whatly, F. 2003. **Sucrose metabolism in mango fruit during ripening**. [Online]. Available : <http://www.sciencedirect.com/>
- Che Man. Y.B., J. and Sin, K. 1997. “Processing and consumer acceptance of fruit leather from the unfertilized floral parts of jackfruit.” **J. of Sci. Food Agri**. 75(1) : 102-108.
- Collins, J.L. and Washam-Hutsell, L. 1987. “Physical, chemical, sensory and microbiological attributes of sweet potato leather.” **J. of Food Sci**. 52(3) : 646-648
- Esam, P. and Bakri, K. 1992. **Apple Fruit Leather**. [Online]. Available : <http://seasonalchef.com/appleleather.htm>.
- Friedman, R.B. 1995. “Interaction of Starches in Food.” 171-198. in A.G. Gaonkar. **Ingredient Interaction Effect on Food Quality**. New York : Marcel Dekker, Inc.
- Fuchs, Y. Pesis, E. and Zauberman, G. 2003. **Changes in amylase activity, starch and sugars contents in mango fruit pulp**. [Online]. Available : <http://www.sciencedirect.com/>

- Ghai, G. and Modi, V. 2004. **Some aspects of carbohydrate metabolism in ripening mangoes.** [Online]. Available : <http://www.sciencedirect.com>
- Gujral, H. and Brar, S. 2003. "Effect of Hydrocolloids on the Dehydration Kinetics, Color, and Texture of Mango Leather." **International Journal of Food Properties.** 6(2) : 269-279.
- Gujral, S. and Khanna, G. 2002. "Effect of skim milk powder, soy protein concentrate and sucrose on the dehydration behavior, texture, color and acceptability of mango leather." **J. of Food Eng.** 55(4) : 343-348
- Henneman, A. and Malone, N. 1993. Drying Fruit Leather. [Online]. Available : <http://lancaster.unl.edu/factsheets>
- Hughes, S. and Willenberg, J. 2001. Drying fruit leather. [Online]. Available : <http://food.oregonstat.edu/research/test/reducing.html>.
- Irwandi, J. and Che Man, Y.B. 1995. "Durian leather: Development, properties and storage stability." **J. of Food Qual.** 19(2) : 479-489.
- Irwandi, J. Cheman, Y.B. Yusof, S. Jinap, S. and Sugisawa, H. 1998. "Durian leather: development, properties and storage stability. **J. of Sci Food Agri.** 19(5) : 479-489.
- Joseph, K. and Aworh, O.C. 1992. "Post harvest treatment of wild mango (*Irvingia gabonensis*) for improved shelf life." **Food chemistry.** 44(1) : 45-48.
- Kaya, S. and Maskan, A. 2002. "Water vapor permeability of pestil (fruit leather) made from boiled grape juice with starch." **J. of Food Engineering.** 15(3) : 271-282.
- Ketsa, S. Chidtragool, J. Klein, D. and Lurie, S. 1999 "Ethylene synthesis in mango fruit following neat treatment." **Posthavest Biology and Technology.** 15(1) : 65-72.
- Krishnamurthy, S. Patwardhan, M. and Subtsmsnysm, H. 2001. **Biological changes during ripening of the mango fruit.** [Online]. Available : <http://www.sciencedirect.com/>
- Lalel, H. Singh, Z. and Tan, S. 2003. "Aroma volatiles production during fruit ripening of Kensington Pride mango." **Posthavest Biology and Technology.** 27(3) : 323-336.
- Lederman, I. Zauberman, G. Weksler, A. Rot, I. and Fuchs, Y. 1997. Ethylene –foaming capacity during cold storage and chilling injury development in 'Keitt' mango fruit. **Posthavest Biology and Technology.** 10(1) : 107-112

- Nishinari, K. Watase, M. and Hatakeyama., T. 1997. "Effect of polyols and sugars on the structure of water in concentrated gelatin gels as studied by Low temperature differential scanning calorimetry." **Colloid & Polymer Science** 275(11) : 1078-1082
- Maneenpun, S.and Yunchalad, M. 1993. **Development processed mango products for international markets.** [Online]. Available :
http://www.actahort.org/books/341/341_53.htm.
- Maskan, A. Kaya, S.and Medeni, M. 2002. "Hot air sun drying of grape leather (pestil)." **J.of Food Engineering.** 54(1) : 81-88
- Mohd, Z.Chin, L. and Lagan, H. 2004. "A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits." **Plant Science.** 167(2) : 317-327.
- Muda,P. Seymour,G.B.Errington, N.and Tucker, A. 2000. Compositional changes in cell wall polymers during mango fruit ripening. [Online].
Available : <http://www.sciencedirect.com/>
- Murthy, S.and Rao, K.P. 2003. **Regulation of ripening by chemicals in 'Alphoso' mango.** [Online]. Available : <http://www.sciencedirect.com/>
- Nada Thoden. 2001. **Drying-Fruit Leather.** [Online]. Available :
http://outreach.missouri.edu/extensionfoline/nutrition/foodsafety/drying_fruit-leather.
- Paine, F.A. and H.Y. Paine. 1992. **A Handbook of Packaging.** London : Blackie Academic and Professional.
- Pelog, K. 1985. **ProduceHandling, Packaging and Distribution.** Westport : AVI Publ. Co.Inc.mWestport.
- Raab, C. and Oehle, N. 2001. **Making Dried Fruit Leather.** [Online].
Available : <http://eesc.orst.edu/agcomwebfile/edmat/html/fs232.html>.
- Reynolds, S. 2002. **Drying fruits.** [Online].
Available : <http://www.edis.ifas.ufl.edu/fruit20%leather/Drying20%20Fruits.htm>.
- Rizzi, G.P. 1994. **The Maillard Reaction in Foods.** Cambridge : The Royal Society of Chemistry.
- Satyaprakash, V.and Roy, K. 1985. Studies on dehydration of mango pulp. **Indian Food Packer.** 34(3) : 64-71.

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่อง T-XT2 Texture Analyzer, England

1.1 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านแรงดึงของมะม่วงแผ่น

วิธีการเตรียมตัวอย่าง คัดตัวอย่างกว้าง 20 มิลลิเมตร และยาว 230 มิลลิเมตร

ชนิดของหัววัด หัววัดแรงดึงแบบเส้นกัวยเดี่ยว

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

- ระยะห่างหัววัด 80 มิลลิเมตร
- อัตราเร็วของการทดสอบ 3 มิลลิเมตร /วินาที
- Trigger 0.5 นิวตัน
- ระยะสูงสุดที่ให้หัววัดเคลื่อนที่ 80 มิลลิเมตร

รายงานค่า Tensile strength = $\frac{\text{ค่าที่อ่านได้ (กิโลกรัม)}}{\text{ความกว้าง (มิลลิเมตร) \times \text{ความหนา (มิลลิเมตร)}}$

1.2 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว (Hardness)

วิธีการเตรียมตัวอย่าง คัดตัวอย่างขนาด 3X3 เซนติเมตร

ชนิดของหัววัด Single hardness หัว ball ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm.

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

- ค่า hardness
- ระยะห่างหัววัด 12 มิลลิเมตร
- อัตราเร็วในการทดสอบ 20 มิลลิเมตร /วินาที
- Trigger 0.5 นิวตัน

2. การวัดค่าสีโดยใช้ Chrom meter 9Minolta, CR-30D

วิธีการ วัดสีของผลิตภัณฑ์โดยใช้ตัวอย่างในภาชนะทำการวัดค่าที่ได้จากเครื่องมือ ค่าที่ได้จากเครื่องคือ L*, a* และ b* โดยที่

ค่า L* แทนค่าความสว่าง

ค่า a* แทนค่าสีแดง(+) แทนค่าสีเขียว (-)

ค่า b* แทนค่าสีเหลือง (+) แทนค่าสีน้ำเงินเป็น (-)

3. การวัด a_w

เตรียมตัวอย่างให้ชิ้นเล็กๆ ใส่ลงในคัลบพลาสติกสำหรับวัดค่า a_w นำไปใส่ในช่องใส่ตัวอย่างในเครื่องวัด a_w แล้วรอเวลาจนเครื่องอ่านค่า a_w ของตัวอย่างให้คงที่ จึงอ่านค่า a_w ที่ได้

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. การวิเคราะห์หาปริมาณกรด (AOAC. 2000)

สารเคมี

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 N
2. ฟีนอล์ฟทาลีน

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียมตัวอย่างมะม่วงแผ่น 10g ในน้ำกลั่นคนให้ละลายแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml
2. กรองเอาส่วนที่เป็นน้ำออกมาใช้ ไตเตรทโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 4
3. คุดตัวอย่างขนาด 30 ml ลงใน Flask ขนาด 100 ml
4. หยดฟีนอล์ฟทาลีน 0.3 ml/100 ml. solⁿ 2-3 หยด แล้วไตเตรทกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 N จุดยุติจะเป็นสีชมพูนาน 30 วินาที
5. บันทึกปริมาณ ml ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 N แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณกรด
6. การคำนวณหาร้อยละปริมาณกรดจากสูตร

$$\text{การหาปริมาณกรด (\%)} W = \frac{V \times N \times \text{Factor of the cid} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

W = น้ำหนักกรดในตัวอย่าง

V = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรท (ml)

N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (N)

Factor : Citric cid monohydrate

2. การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง (Lane and Eynon; AOAC, 2000)

สารเคมี

1. Fehling's solution เตรียมได้จากคอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 69.28 g ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้สารละลาย 1000 ml เก็บในขวดสีชา
2. Fehling's B solution เตรียมได้จาก โพแตสเซียม โซเดียมคาร์เตต ($\text{KNC}_4\text{H}_4\text{O}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 346 g และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 100g ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้สารละลาย 1000 ml เก็บในขวดสีชา
3. 1% Methylene blue เตรียมได้จาก Methylene blue 1 g ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้สารละลาย 100 ml เก็บในขวดสีชา

4. 10% Potassium oxalate solution เตรียมได้จาก Potassium oxalate 10 g ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้สารละลาย 100 ml เก็บในขวดสีชา

5. 10% Neutral lead acetate solution เตรียมได้จาก Neutral lead acetate 10 g ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้สารละลาย 100 ml เก็บในขวดสีชา

6. Standard glucose solution เตรียมได้จาก glucose อบแห้ง 0.2 g ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้สารละลาย 100 ml

การคำนวณค่า F โดยใช้ Standard Method

1. Fehling's solution 5 ml + Fehling's B solution 5 ml + Standard glucose solution 24 ml ในขวดขนาด 100 ml

2. ต้มให้เดือดอย่างรวดเร็ว นาน 2 นาที หยด 1% Methylene blue 2-3 หยด ได้สารละลายสีน้ำเงิน

3. ไตเตรทโดยใช้ Standard glucose solution จนถึงจุดยุติ ซึ่งเป็นสีแดงอิฐ การไตเตรทต้องเสร็จภายใน 3 นาที ระหว่าง ไตเตรท ต้องให้สารละลายในขวดเดือดตลอดเวลา พร้อมเขย่าให้เข้ากันตลอด

4. บันทึกจำนวน ml ของ Standard glucose solution ที่ใช้ไตเตรท และคำนวณค่า Factor ของ Fehling's solution

เมื่อทำการทดลองแล้ว พบว่าปริมาณ Standard glucose solution ที่ไตเตรทได้เท่ากับ 26 ml

$$\begin{aligned} \text{การคำนวณค่า F} &= \frac{\text{ปริมาณ Standard glucose solution ที่ใช้ไตเตรท(ml)} \times \text{น้ำหนัก glucose(g)}}{100} \\ &= (26 \times 0.2)/100 \\ &= 0.052 \end{aligned}$$

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง

1. ชั่งมะม่วงแผ่นหนัก 5 กรัม + น้ำกลั่น 100 ml ใน flask ขนาด 250 ml

2. ต้มให้เดือดนาน 1 ชั่วโมง เติม 10 % Neutral lead acetate solution 2 ml เขย่าให้เข้ากัน

3. ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เติม 10% Potassium oxalate solution ในปริมาณน้อยที่สุดเพื่อตกตะกอน Neutral lead acetate solution ที่มากเกินไป แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 250ml

4. กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน

5. ส่วนแรกใช้หาน้ำตาลรีดิวซิง อีกส่วนเก็บไว้หาน้ำตาลทั้งหมด

6. ไตเตรท กับ Fehling's solution เช่นเดียวกับการหาค่ามาตรฐานของ Fehling's solution

7. บันทึกจำนวน ml ของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรทตั้งแต่ต้นจนถึงจุดยุติ

$$\% \text{Reducing sugar} = \frac{F \times 100 \times 250}{G \text{ of sample} \times \text{ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ไตเตรท}}$$

3. การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Lane and Eynon; AOAC, 2000)

1. นำ Filtrate ที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างในการหา Reducing sugar มา 50 ml ใส่ลงใน flask ขนาด 250 ml

2. เติมสารละลาย HCl (1:1) 10 ml ต้มให้เดือดนาน 10 นาที

3. ทิ้งให้เย็นลง และทำให้เป็นกลางด้วย 50% NaOH

4. เติมน้ำกลั่นให้ครบ 250 ml

5. นำตัวอย่างที่ได้มาไตเตรทกับ Fehling's solution เช่นเดียวกับการหาค่ามาตรฐานของ Fehling's solution

6. บันทึกจำนวน ml ของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรทตั้งแต่ต้นจนถึงจุดยุติ

$$\% \text{Total sugar} = \frac{F \times 100 \times 250 \times 250}{g \text{ of sample} \times \text{ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ไตเตรท}}$$

4. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC. 2000)

สารเคมี

ปิโตรเลียมอีเทอร์

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างมะม่วงแผ่นที่บดแล้ว 3-4 กรัม ไปอบที่อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง หรือได้น้ำหนักคงที่

2. ชั่งตัวอย่างจากข้อ 1 ประมาณ 3-4 กรัม (ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ห่อด้วยกระดาษกรอง ใส่ลงใน thimble อุดปาก thimble ด้วยสำลีที่สกัดไขมันออกแล้ว

3. นำ thimble เข้าเครื่องสกัดไขมัน แล้วเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ ในปริมาณที่เพียงพอที่จะให้เกิดการสกัดที่สมบูรณ์ลงใน flask ที่อบแห้งและชั่งน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว นำ flask และชุดสกัดต่อเข้ากับ condenser ทำการสกัดใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง

4. แยก flask และชุดสกัดออกจาก condenser เทของแข็งออกจาก thimble นำมาบดด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์อีกครั้งเพื่อสกัดไขมันในของแข็งออกมาให้ได้มากที่สุด

5. เทของแข็งที่สกัดมากลับเข้า thimble อีกครั้ง เริ่มทำการสกัดเช่นเดิม โดยเติมปิโตรเลียมอีเธอร์ลงไปอีก ใช้สำลีที่สกัดแล้วอุด thimble ไว้ สกัดต่ออีกครั้ง โดยใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง

6. นำ flask ไปประเหยปิโตรเลียมอีเธอร์ โดยอบในตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ปล่อยให้เย็นใน โถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

7. คำนวณหาร้อยละไขมันจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{\text{ปริมาณไขมันที่สกัดได้}}{100 - \text{ปริมาณความชื้น}} \times 100$$

5. การวิเคราะห์หาปริมาณ Total Dietary fiber (AOAC. 2000)

สารเคมี

1. ethanol 95% (v/v)
2. ethanol 78% (v/v)
3. acetone
4. phosphate buffer (0.08 M), pH 6.0
5. Termmyl (heat – stable) – amylase No. 3306, Sigma Chemical Co เก็บในตู้เย็น
6. Protease No. 9913, Sigma Chemical Co เก็บในตู้เย็น
7. Celite No.C8656, Sigma Chemical Co
9. สารละลาย NOH เข้มข้น 0.1575 N
10. สารละลาย HCl เข้มข้น 0.325 N

วิธีการ

1. เตรียมตัวอย่างโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 13 ชั่วโมง (อบค้างคืน) บดให้ละเอียด แล้วทิ้งให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ ถ้าตัวอย่างมีไขมันมากกว่าร้อยละ 10 ต้องสกัดไขมันออกโดยใช้ปิโตรเลียมอีเธอร์ ในอัตราส่วน 25 ml ต่ออาหารแห้ง 1 g โดยสกัด 3 ครั้งก่อนบด

2. ชั่งตัวอย่างแห้ง 1 กรัม ให้น้ำหนักที่แน่นอน (ชั่งละเอียดถึง 0.1 ml) โดยน้ำหนักของตัวอย่าง 2 ซ้ำต้องไม่ต่างกันเกิน 20 ml และทำ blank ควบคู่กันไปด้วย

3. ใส่ตัวอย่างในบีกเกอร์ขนาด 500 ml แล้วเติมสารละลาย phosphate buffer 50 ml เติม Termmyl 0.1 ml ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์แล้วต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ 95-100 °C เป็นเวลา 30 นาที เขย่าบีกเกอร์ทุก 5 นาที

4. ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับ pH เป็น 7.40±2 ด้วยสารละลาย NOH 0.2575 N 10 ml แล้วเติม Protease 5 ml ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์แล้วต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 30 นาที เขย่าบีกเกอร์ทุก 5 นาที
5. ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับ pH เป็น 4.0-4.6 ด้วยสารละลาย HCl 0.325 N 10 ml แล้วเติม myloglucosidse 0.3 ml ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์แล้วต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 30 นาที เขย่าบีกเกอร์ทุก 5 นาที
6. เติม EtoH 95% 20ml ที่อุณหภูมิ 60 °C ลงในบีกเกอร์ตัวอย่างที่ข่อยด้วยเอนไซม์แล้วเพื่อตกตะกอนส่วนที่เป็น Soluble Dietary Fiber ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาที
7. ชั่ง crucible ที่ใส่ celite ให้น้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นล้างด้วย EtoH 78 % แล้วต่อ crucible เข้ากับเครื่องปั๊ม (suction) แล้วถ่ายสารที่ข่อยได้จากข้อ 6 ลงกรองเป็นเวลา 30 นาที
8. ล้าง residue ด้วย EtoH 78% 20 ml 3 ครั้ง EtoH 98% 20ml 2 ครั้ง และ acetone 10 ml 2 ครั้ง
9. อบ residue ที่ 100 °C เป็นเวลาประมาณ 16 ชั่วโมง (อบค้างคืน) แล้วทิ้งให้เย็นที่เดสซิเคเตอร์ชั่ง ให้น้ำหนักให้รู้แน่นอน หักถ่วงน้ำหนัก crucible และ celite ออกเมื่อคำนวณน้ำหนัก residue ที่ได้
10. หาน้ำหนักปริมาณโปรตีน และปริมาณเถ้าจากตัวอย่าง เพื่อนำมาหักลบออกจากน้ำหนัก residue ที่ได้ จึงจะได้เส้นใยอาหารรวม (Total Dietary Fiber)

การคำนวณ

$$B = \text{blank (ml)}$$

$$= \text{น้ำหนักของ residue} - P_B - A_B$$

เมื่อน้ำหนักของ residue = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก residue (ml) 2 ซ้ำทำจาก blank

$$P_B = \text{น้ำหนักของ โปรตีน (ml)}$$

$$A_B = \text{น้ำหนักของ เถ้า (ml)}$$

$$\%TDF = [(\text{น้ำหนักของ residue} - P - A - B) / \text{น้ำหนักของตัวอย่าง}] * 100$$

เมื่อ น้ำหนัก residue = ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 ซ้ำ

$$P = \text{น้ำหนักของ โปรตีน (ml) จากตัวอย่าง}$$

น้ำหนักของตัวอย่าง = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวอย่าง (ml) 2 ซ้ำ

6. การวิเคราะห์ปริมาณเพคติน (AOAC. 1995)

สารเคมีที่ใช้

1. แอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 30%, 80% และ 95% (v/v)
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% (w/v)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง(เนื้อมะม่วง) 5 กรัม + แอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 95% โดยใช้ อัตราส่วนระหว่าง ตัวอย่าง : แอลกอฮอล์ เป็น 1:3 โดยปริมาตร ทำการผสมลงในเครื่องผสมเป็นเวลา 5 นาที จึงนำมา reflux
 2. กรองเก็บกากของตัวอย่างมาแช่ในแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 30% โดยใช้กากของ ตัวอย่าง: แอลกอฮอล์ในอัตราส่วน 1: 2 โดยปริมาตร ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที
 3. กรองเก็บกากของตัวอย่างมาแช่ในแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 30% ทำซ้ำแบบเดิม 2 ซ้ำ แล้วจึงล้างกากครั้งสุดท้ายด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 95% 30 ml
 4. นำกากที่ได้มาเติมน้ำกลั่น 100 ml ปรับ pH เป็น 2 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำไปต้มที่ water bath ที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 1 ชั่วโมงแล้วจึงกรองกากตัวอย่างผ่านใยแก้ว
 5. นำกากของตัวอย่างที่ผ่านการสกัดเพคตินในครั้งแรกนี้ใส่ในบีกเกอร์แล้วเติมน้ำกลั่น อีก 50 ml แล้วต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 10 นาที
 6. กรองสารละลายเพคตินผ่านใยแก้ว แล้วล้างกากของตัวอย่างด้วยน้ำร้อนอีก 50 ml
 7. เก็บสารละลายเพคตินที่กรองได้รวมกันทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติมแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 95% และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ลงในสารละลายเพคติน โดยใช้ อัตราส่วนของแอลกอฮอล์: สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น: สารละลายเพคติน เป็น 45:1:40 โดยปริมาตร ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง
 8. กรองตะกอนเพคตินผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน แล้วโดยล้างตะกอนเพคตินด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 80%
 9. นำไปอบในตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิ 105 °C จนกระทั่งน้ำหนักคงที่
 10. คำนวณหาปริมาณของเพคตินจากสูตร
- $$\text{ปริมาณเพคติน(\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักของตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

7. การหาปริมาณแป้ง (AOAC. 1995)

1. เตรียมตัวอย่างมะม่วงแผ่น 10g ในน้ำกลั่นคนให้ละลายแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml
2. กรองเอาส่วนที่เป็นน้ำออกมาใช้ ไตเตรทโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 4
3. คูตัวอย่างขนาด 30 ml ลงใน Flask ขนาด 100 ml
4. เติมสารละลาย H_2SO_4 และ $KMnO_4$ ความเข้มข้น 10% จนกระทั่งสารละลายใสไม่มีสี
5. นำสารละลายที่ได้ไปใส่ใน Porlarimetric tube
6. นำค่าสารละลายที่ได้ไปวัดมุมค่าการหมุน

8. การเตรียมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสเพื่อใช้ในการพัฒนามะม่วงแผ่น

1. สารประเภทไฮโดรคอลลอยด์ ในระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 (โดยปริมาตร) โดยชั่งน้ำหนักของสารประเภทไฮโดรคอลลอยด์ (ผงวุ้น เพกติน แลเจลาติน) ที่ต้องการ 2 กรัม + น้ำเปล่า 100 กรัม คนให้เข้ากัน นำไปให้ความร้อนจนกระทั่งส่วนผสมละลาย

2. แป้ง ในระดับความเข้มข้นร้อยละ 30 (โดยปริมาตร) โดย ชั่งน้ำหนักแป้งมันสำปะหลัง หรือแป้งสาลีเอนกประสงค์มา 30 g + น้ำเปล่า 100 ml คนให้เข้ากัน แล้วนำไปให้ความร้อนจนกระทั่งได้สารละลายแป้งที่ข้นหนืด

ภาคผนวก ก
แบบทดสอบการให้คะแนนความชอบ

การทดสอบการให้คะแนนความชอบ

ชื่อผู้ทดสอบ วันที่

ตัวอย่าง : มะม่วงแผ่น

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามคำอธิบายคะแนนความชอบข้างล่างนี้ และกรุณาคัดค้าน้ำตามทุกครั้งหลังชิมตัวอย่าง

- 1 ไม่ชอบมาก
- 2 ไม่ชอบ
- 3 บอกไม่ได้ว่าชอบมากหรือไม่ชอบ
- 4 ชอบ
- 5 ชอบมาก

รหัสตัวอย่าง	.....	.....	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....	.....	.....
กลิ่นมะม่วง	.....	.....	.....	.....	.....
รสหวาน	.....	.....	.....	.....	.....
ความเหนียว	.....	.....	.....	.....	.....
ความขากง่ายในการเคี้ยว	.....	.....	.....	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

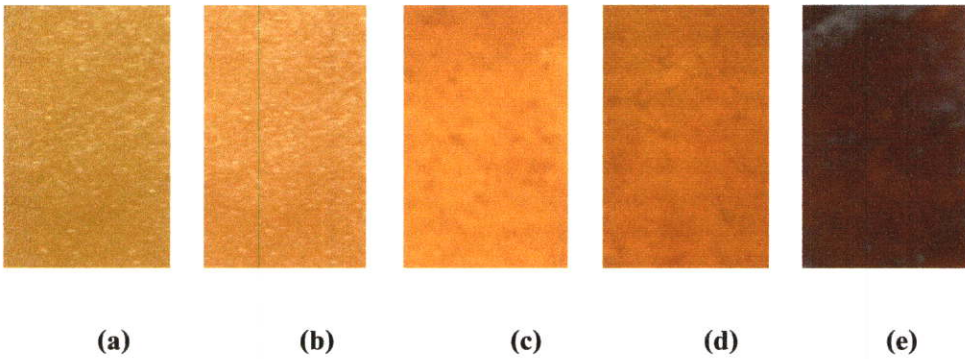
.....

.....

ภาคผนวก ง
รูปร่างตัวอย่างในการทดสอบ



รูปที่ ๑1 ตัวอย่างมะม่วงแก้วที่ใช้ในการทำมะม่วงแผ่นที่มีระดับความสุกต่างกัน

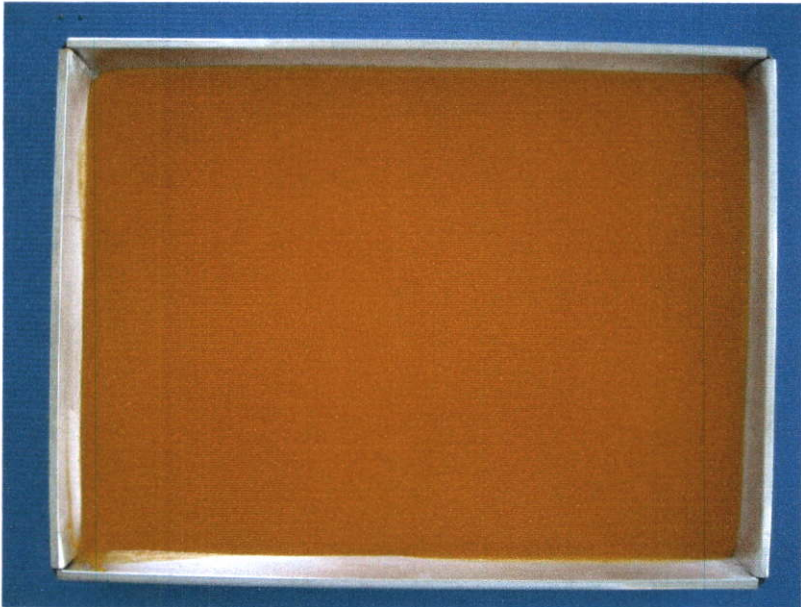


รูปที่ ๑2 ตัวอย่างมะม่วงแผ่นในการทดสอบจากมะม่วงแก้วที่มีระดับความสุกต่างกัน

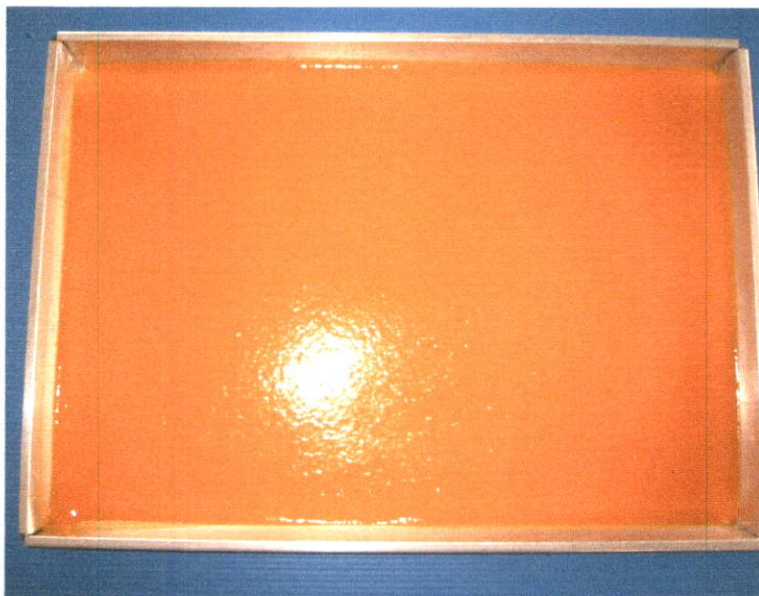
- หมายเหตุ**
- (a) มะม่วงแผ่นจากมะม่วงแก้วดิบ (raw ripening stage)
 - (b) มะม่วงแผ่นจากมะม่วงแก้วห่าม (half ripening stage)
 - (c) มะม่วงแผ่นจากมะม่วงแก้วพร้อมกิน (table ripening stage)
 - (d) มะม่วงแผ่นจากมะม่วงแก้วดิบ (full ripening stage)
 - (e) มะม่วงแผ่นจากมะม่วงแก้วดิบ (over ripening stage)



รูปที่ ง3 การให้ความร้อนกับส่วนผสม



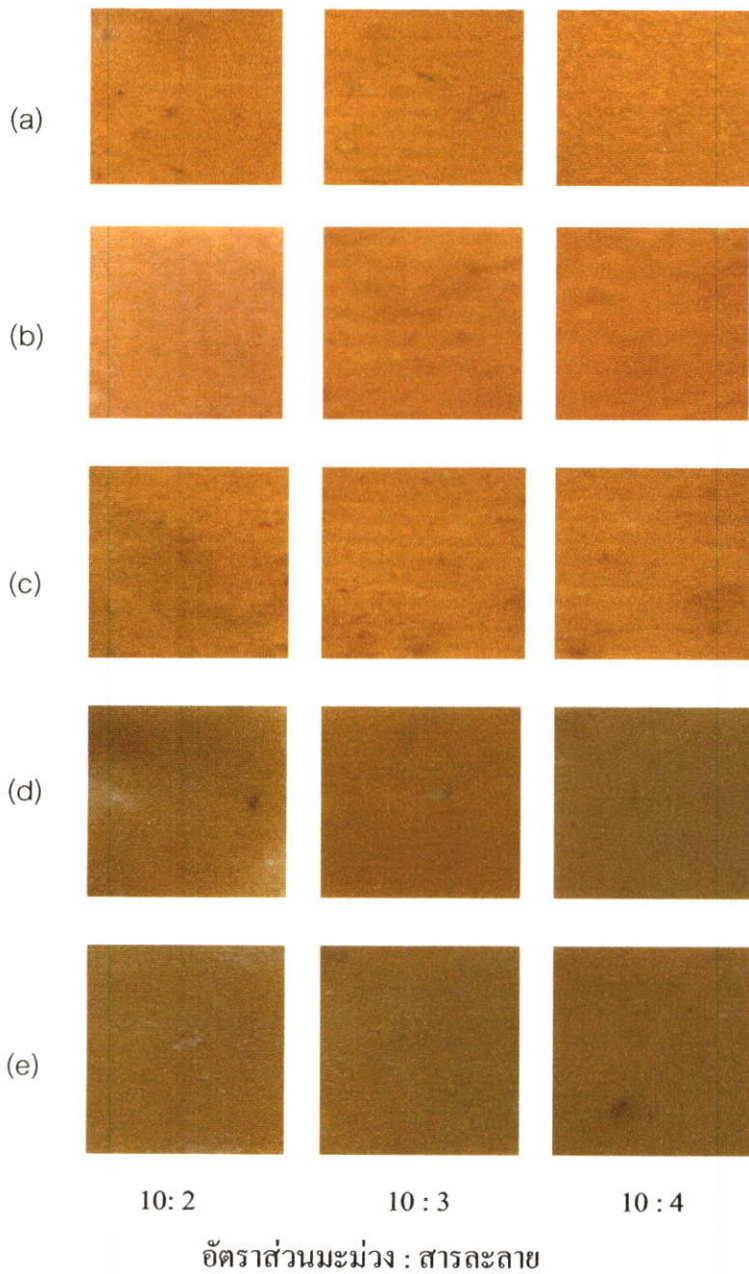
รูปที่ ง4 ส่วนผสมของมะม่วงแผ่นก่อนการอบ



รูปที่ ๓5 ส่วนผสมของมะม่วงแผ่นหลังการอบ



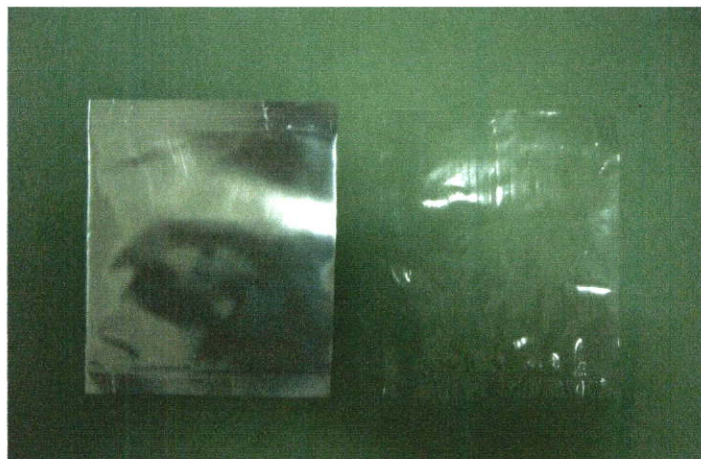
รูปที่ ๓6 มะม่วงแผ่นที่เพิ่มธัญพืชลงไปเป็นส่วนผสม



รูปที่ ๗7 มะม่วงแผ่นที่ใช้สารไฮโดรคอลลอยล์และสตาร์ชในอัตราส่วนต่างๆในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

- หมายเหตุ
- a เนื้อมะม่วงผสมสารละลายวุ้น
 - b เนื้อมะม่วงผสมเพคติน
 - c เนื้อมะม่วงผสมเจลาติน
 - d เนื้อมะม่วงผสมแป้งมันสำปะหลัง
 - e เนื้อมะม่วงผสมแป้งสาลีเอนกประสงค์

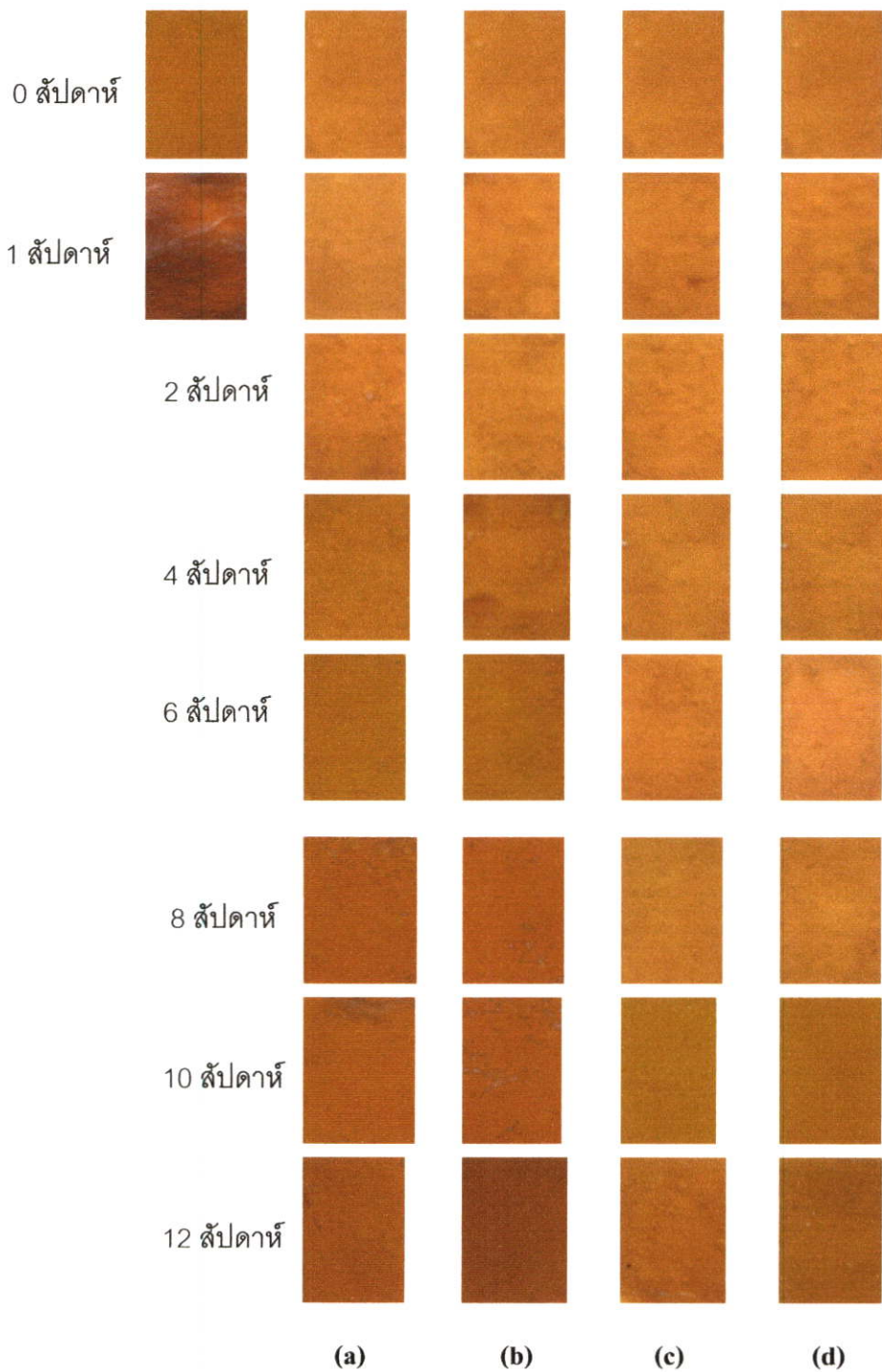
ภาคผนวก จ
รูปการศึกษาอายุการเก็บของมะม่วงแผ่น



รูปที่ จ1 ซองพลาสติกใสและซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ที่ใช้ในการบรรจุมะม่วงแผ่น

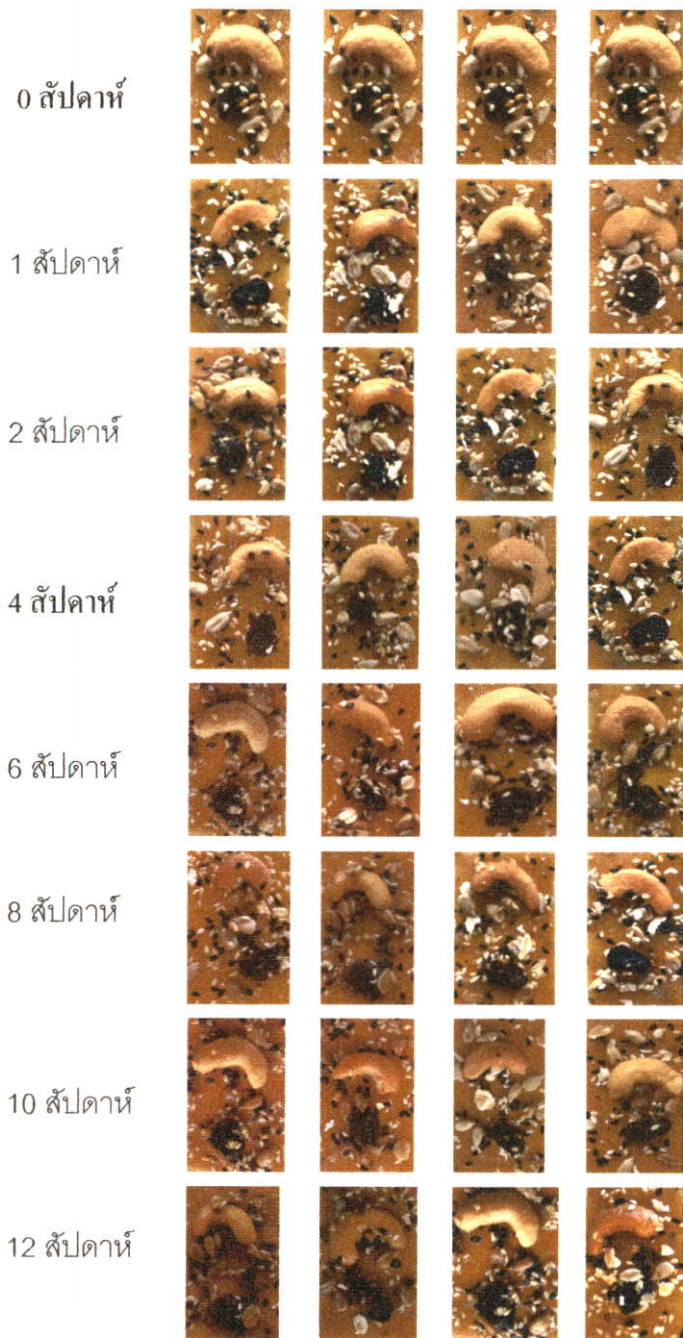


รูปที่ จ2 มะม่วงแผ่นที่บรรจุในซองพลาสติกใสและซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ในสภาวะบรรจุสุญญากาศและบรรยากาศ



รูปที่ ๓3 มะม่วงแผ่นที่เก็บบรรจุในช่องพลาสติกใสและช่องอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ในสภาวะบรรจุสุญญากาศและบรรยากาศที่อุณหภูมิห้อง (30-35 °C)

- หมายเหตุ** (a) บรรจุในช่องพลาสติกใสในสภาวะบรรยากาศ
 (b) บรรจุในช่องพลาสติกใสในสภาวะสุญญากาศ
 (c) บรรจุในช่องอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ในสภาวะบรรยากาศ
 (d) บรรจุในช่องอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ในสภาวะสุญญากาศ



รูปที่ 4 มะม่วงแผ่นผสมรัชูพืชที่เก็บบรรจุในซองพลาสติกใสและซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์
ในสภาวะบรรจุสุญญากาศและบรรยากาศที่อุณหภูมิห้อง (30-35 °C)

- หมายเหตุ (a) บรรจุในซองพลาสติกใสในสภาวะบรรยากาศ
 (b) บรรจุในซองพลาสติกใสในสภาวะสุญญากาศ
 (c) บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ในสภาวะบรรยากาศ
 (d) บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์ในสภาวะสุญญากาศ

ภาคผนวก ฉ
แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ ๑๑ ผลของการสารปรับปรุงเนื้อสัตว์ 5 ชนิดที่มีลักษณะทางกายภาพของมะม่วงแผ่น

ชนิดของ สาร ปรับปรุง เนื้อสัตว์	มะม่วง : สารปรับ ปรุงเนื้อ สัตว์	L*	a*	b*	hardness (N)	tensile strength (N/mm ²)
control	0:0	52.72±1.51 ^c	8.74±8.53 ^{ab}	45.15±0.59 ^f	10.30±1.48 ^a	4.21±1.03 ^a
เพคติน (2%)	10:2	55.67±0.62 ^{cd}	8.64±0.16 ^{ab}	44.93±0.88 ^a	6.16±1.02 ^{hi}	2.97±0.37 ^h
	10:3	56.57±1.19 ^{bc}	8.345±0.16 ^c	44.2±1.77 ^{ab}	6.31±1.07 ^h	3.20±0.27 ^g
	10:4	57.34±0.29 ^b	8.29±1.11 ^b	43.83±0.36 ^b	6.84±1.02 ^{gh}	3.41±0.11 ^{efg}
เจลาติน (2%)	10:2	55.07±0.37 ^d	8.71±0.43 ^a	45.23±0.16 ^f	8.88±1.30 ^b	3.24±0.71 ^g
	10:3	57.30±0.10 ^b	8.24±0.12 ^{ab}	44.67±1.01 ^{ab}	8.14±0.16 ^{bcd}	3.45±0.27 ^d
	10:4	55.59±0.27 ^{bc}	7.83±0.20 ^c	43.98±0.17 ^{ab}	8.49±0.15 ^{bcd}	3.57±0.68 ^{cde}
วุ้น (2%)	10:2	57.24±1.04 ^b	8.57±0.10 ^a	45.53±0.65 ^a	4.86±1.08 ^j	2.13±1.36 ^j
	10:3	58.65±0.38 ^a	8.28±1.11 ^{ab}	44.84±0.31 ^a	5.30±1.55 ^j	2.25±1.90 ^j
	10:4	47.57±1.77 ^f	7.90±2.12 ^c	44.15±0.33 ^{ab}	5.47±0.39 ^{ij}	2.68±0.12 ⁱ
แป้งสาลี อนเนกประ สงค์ (30%)	10:2	46.28±0.37 ^g	7.13±2.24 ^c	41.81±0.36 ^c	7.37±0.12 ^{efg}	3.39±0.28 ^{efg}
	10:3	45.30±0.10 ^{gh}	9.02±1.98 ^c	40.76±0.77 ^d	7.95±1.07 ^{cde}	3.62±0.89 ^{cd}
	10:4	47.72±0.16 ^f	9.24±1.48 ^c	39.13±0.74 ^e	8.71±0.14 ^{bc}	3.76±0.89 ^{bc}
แป้งมัน สำปะ หลัง (30%)	10:2	46.20±0.98 ^g	9.28±1.35 ^c	41.35±0.18 ^{cd}	7.17±0.16 ^{lfg}	3.35±0.39 ^{fg}
	10:3	44.90±0.16 ^h	9.40±0.65 ^c	40.53±0.49 ^d	7.75±0.27 ^{def}	3.87±0.30 ^b
	10:4	55.51±0.36 ^{cd}	8.74±0.12 ^c	39.27±0.77 ^e	8.50±0.39 ^{bcd}	3.72±0.13 ^{bc}

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ ๑๒ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส 5 ชนิดที่มีต่อคุณภาพ
ทางกายภาพที่มีต่อมะม่วงแผ่น

ปัจจัยการทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F	Sig	
ค่าสี	L*	Treatment	14	818.855	54.590	242.587	0.00*
		A	4	771.751	192.938	857.370	0.00*
		B	2	0.726	0.363	1.613	0.00*
		AB	8	29.783	3.723	16.544	0.00*
		Error	15	3.601	0.225		
a*		Treatment	14	10.678	0.712	2.094	0.00*
		A	4	3.524	0.881	2.591	0.00*
		B	2	0.324	0.162	0.477	0.00*
		AB	8	6.736	0.842	2.477	0.00*
		Error	15	5.440	0.340		
b*		Treatment	14	149.076	9.938	57.766	0.015*
		A	4	123.580	30.895	179.574	0.00*
		B	2	14.496	7.248	42.128	0.00*
		AB	8	1.939	0.242	1.409	0.00*
		Error	15	2.753	0.172		
a _w		Treatment	14	0.0250	0.0017	5.0256	0.00*
		A	4	0.0222	0.0055	16.7308	0.00*
		B	2	0.0002	0.0001	0.3179	0.00*
		AB	8	0.0020	0.0002	0.7509	0.00*
		Error	15	0.0053	0.0003		
Hardness(N)		Treatment	14	66.641	4.443	32.989	0.00*
		A	4	43.500	10.875	80.752	0.015*
		B	2	2.725	1.362	10.117	0.00*
		AB	8	2.351	0.294	2.182	0.00*
		Error	15	2.155	0.135		
Tensile strength		Treatment	14	8.932	0.595	75.942	0.00*
		A	4	6.625	1.656	211.229	0.018
		B	2	0.968	0.484	61.730	0.00*
		AB	8	0.088	0.011	1.397	0.00*
		Error	15	0.125	0.008		

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติ

A= ชนิดของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส

B= อัตราส่วนระหว่างเนื้อมะม่วง : สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส

ตารางที่ ๑3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส 5 ชนิดที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีต่อมะม่วงแผ่น

ปัจจัยการทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F	Sig
สี	Treatment	14	413.441	27.563	67.785	0.00*
	A	4	401.704	100.426	246.977	0.00*
	B	2	4.276	2.138	5.257	0.005*
	AB	8	4.369	0.546	1.343	0.00*
	Error	15	383.850	0.407		
กลิ่นมะม่วง	Treatment	14	178.566	11.904	35.512	0.00*
	A	4	146.296	36.574	109.103	0.00*
	B	2	23.496	11.748	35.045	0.00*
	AB	8	8.404	1.051	3.134	0.00*
	Error	15	316.450	0.335		
รสหวาน	Treatment	14	134.949	8.997	26.308	0.00*
	A	4	53.940	13.485	39.434	0.00*
	B	2	19.029	9.514	27.823	0.00*
	AB	8	12.160	1.520	4.445	0.00*
	Error	15	322.817	0.342		
ความเหนียว	Treatment	14	313.963	20.931	59.081	0.00*
	A	4	289.093	72.273	204.005	0.00*
	B	2	1.316	0.658	1.857	0.157
	AB	8	10.473	1.309	3.695	0.00*
	Error	15	334.433	0.354		
ความขากง่ายในการเคี้ยว	Treatment	14	230.366	15.358	43.992	0.00*
	A	4	189.616	47.404	135.789	0.00*
	B	2	2.889	1.444	4.138	0.016*
	AB	8	10.211	1.276	3.656	0.00*
	Error	15	329.550	0.349		
ความชอบโดยรวม	Treatment	14	278.917	18.594	48.886	0.00*
	A	4	268.460	67.115	176.448	0.00*
	B	2	0.576	0.288	0.757	0.470
	AB	8	7.213	0.902	2.371	0.016
	Error	15	359.067	0.380		

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติ

A= ชนิดของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส B= อัตราส่วนระหว่างเนื้อมะม่วง : สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส

ตารางที่ ๓4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบค่าคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่นผสม
ผงวุ้นในแต่ละสภาวะการเก็บ

ปัจจัยการทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F	Sig	
ค่าสี	L*	ppnv	7	120.688	17.241	26.100	0.00*
		ppva	7	26.652	3.807	32.061	0.00*
		alnv	7	0.896	0.128	19.933	0.00*
		alva	7	26.652	3.807	32.061	0.00*
	a*	ppnv	7	7.018	1.003	45.251	0.00*
		ppva	7	5.210	0.744	22.359	0.015*
		alnv	7	1.190	0.170	33.906	0.00*
		alva	7	2.954	0.422	84.713	0.00*
	b*	ppnv	7	34.950	4.993	16.815	0.00*
		ppva	7	53.494	7.642	53.637	0.00*
		alnv	7	6.159	0.880	7.727	0.00*
		alva	7	10.161	1.452	18.936	0.019*
	a _w	ppnv	7	0.012	0.002	147.838	0.00*
		ppva	7	0.003	0.000	76.768	0.00*
		alnv	7	0.002	0.000	216.888	0.412
		alva	7	0.001	0.000	52.214	0.416
Hardness(N)	ppnv	7	31.634	4.519	2153.114	0.00*	
	ppva	7	23.007	3.287	4810.389	0.00*	
	alnv	7	8.659	1.237	335.189	0.47	
	alva	7	9.241	1.320	2635.644	0.477	
Tensile strength	ppnv	7	0.341	0.049	64.057	0.00*	
	ppva	7	0.267	0.038	159.567	0.00*	
	alnv	7	0.045	0.006	26.160	0.472	
	alva	7	0.267	0.038	159.567	0.428	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติ

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv บรรจุในสภาวะบรรยากาศ va บรรจุในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ ๑๖ การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบค่าคุณภาพทางเคมีของมะม่วงแผ่นผสมผงวุ้น
ในแต่ละสภาวะการเก็บ

ปัจจัยการทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F	Sig
สี	ppnv	7	266.090	44.348	97.650	0.00*
	ppva	7	376.695	62.783	561.035	0.00*
	alnv	7	275.990	45.998	247.684	0.00*
	alva	7	169.662	28.277	126.344	0.00*
กลิ่นมะม่วง	ppnv	7	310.695	51.783	181.213	0.00*
	ppva	7	318.890	53.148	507.326	0.00*
	alnv	7	215.448	35.908	134.655	0.00*
	alva	7	152.762	25.460	125.804	0.00*
รสหวาน	ppnv	7	357.695	59.616	185.216	0.00*
	ppva	7	326.457	54.410	341.075	0.00*
	alnv	7	191.762	31.960	142.801	0.00*
	alva	7	204.648	34.108	154.036	0.00*
ความเหนียว	ppnv	7	368.781	61.463	233.994	0.00*
	ppva	7	318.867	53.144	314.376	0.00*
	alnv	7	268.500	44.750	174.028	0.00*
	alva	7	189.281	31.547	107.721	0.00*
ความยากง่ายในการเคี้ยว	ppnv	7	361.824	60.304	194.321	0.00*
	ppva	7	303.781	50.630	208.477	0.00*
	alnv	7	241.862	40.310	171.013	0.00*
	alva	7	265.714	44.286	189.796	0.00*
ความชอบโดยรวม	ppnv	7	348.381	58.063	189.617	0.00*
	ppva	7	302.981	50.497	258.642	0.00*
	alnv	7	211.390	35.232	145.072	0.00*
	alva	7	199.648	33.275	99.116	0.00*

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติ

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv บรรจุในสภาวะบรรยากาศ

va บรรจุในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ ๗ การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบค่าคุณภาพทางเคมีของมะม่วงแผ่นที่ผสมผง
วุ้นและธัญพืชในแต่ละสภาวะการเก็บ

ปัจจัยการทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F	Sig
สี	ppnv	7	199.048	33.175	162.016	0.00*
	ppva	7	245.390	40.898	173.508	0.00*
	alnv	7	173.781	28.963	114.761	0.00*
	alva	7	153.881	25.647	119.685	0.00*
กลิ่นมะม่วง	ppnv	7	191.324	31.887	145.572	0.00*
	ppva	7	273.057	45.510	241.949	0.00*
	alnv	7	271.767	45.294	226.472	0.00*
	alva	7	158.781	26.463	107.909	0.00*
รสหวาน	ppnv	7	365.729	60.955	287.652	0.00*
	ppva	7	303.433	50.572	210.300	0.00*
	alnv	7	308.790	51.465	209.858	0.00*
	alva	7	300.381	50.063	241.686	0.00*
ความเหนียว	ppnv	7	314.895	52.483	247.670	0.00*
	ppva	7	269.214	44.869	198.368	0.00*
	alnv	7	264.467	44.078	212.789	0.00*
	alva	7	183.567	30.594	102.797	0.00*
ความขากง่ายในการเคี้ยว	ppnv	7	432.357	72.060	285.519	0.00*
	ppva	7	369.448	61.575	344.818	0.00*
	alnv	7	257.981	42.997	177.046	0.00*
	alva	7	162.348	27.058	142.054	0.00*
ความชอบโดยรวม	ppnv	7	353.948	58.991	192.065	0.00*
	ppva	7	347.033	57.839	258.429	0.00*
	alnv	7	148.200	24.700	104.788	0.00*
	alva	7	119.348	19.891	70.204	0.00*

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติ

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์

nv บรรจุในสภาวะบรรยากาศ va บรรจุในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ ๑๘ ค่าคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่นผสมผงวุ้นที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง 12 สัปดาห์

ค่าคุณภาพ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	12 สัปดาห์
ค่าสี L*	ppnv	58.94±1.32 ^a	^c 55.50±0.68 ^a	^b 54.3±0.25 ^b	^b 50.72±0.83 ^c
	ppva	58.94±1.32 ^a	^b 56.86±0.49 ^a	^b 55.39±0.68 ^b	^b 53.49±0.05 ^c
	alnv	58.94±1.32 ^a	^b 56.97±0.49 ^a	^b 55.40±0.67 ^b	^b 53.45±0.97 ^c
	alva	58.94±1.32 ^a	^a 57.41±0.97 ^{ab}	^a 57.27±0.28 ^b	^a 56.79±0.11 ^c
a*	ppnv	8.82±3.11 ^c	^a 9.74±0.21 ^b	^a 9.9±0.02 ^b	^a 10.70±0.04 ^a
	ppva	8.82±3.11 ^c	^a 9.70±0.04 ^b	^a 9.79±0.04 ^b	^b 10.57±0.48 ^a
	alnv	8.82±3.11 ^b	^b 8.86±0.48 ^a	^b 9.57±0.11 ^b	^c 9.78±0.21 ^a
	alva	8.82±3.11 ^a	^b 8.78±0.07 ^b	^b 9.06±0.56 ^a	^d 9.44±0.08 ^a
b*	ppnv	45.29±0.76 ^a	^c 46.69±0.04 ^a	^b 41.46±0.71 ^b	^b 40.31±0.72 ^b
	ppva	45.29±0.76 ^a	^c 43.69±0.04 ^b	^b 41.16±0.07	^b 40.31±0.24 ^c
	alnv	45.29±0.76 ^a	^b 44.58±0.12 ^a	^a 44.29±0.11 ^b	^a 42.43±1.06 ^c
	alva	45.29±0.76 ^a	^a 44.73±0.42 ^a	^a 44.7±0.39 ^{ab}	^a 42.90±0.48 ^b
a _w	ppnv	0.515±0.02 ^c	^a 0.55±0.01 ^b	^b 0.57±0.01 ^{ab}	^b 0.60±0.01 ^a
	ppva	0.515±0.02 ^b	^b 0.52±0.02 ^b	^b 0.55±0.01 ^a	^b 0.55±0.00 ^a
	alnv	0.515±0.02 ^b	^c 0.52±0.01 ^a	^a 0.53±0.00 ^a	^a 0.54±0.01 ^a
	alva	0.515±0.02 ^b	^c 0.52±0.00 ^a	^a 0.53±0.01 ^a	^a 0.53±0.02 ^a
Hardness(N)	ppnv	5.68±0.36 ^a	^b 5.43±0.08 ^b	^d 3.46±0.03 ^c	^c 2.02±0.10 ^d
	ppva	5.68±0.36 ^a	^a 5.58±0.01 ^b	^c 4.59±0.27 ^c	^b 2.29±0.40 ^d
	alnv	5.68±0.36 ^a	^a 5.58±0.49 ^a	^b 5.36±0.28 ^b	^a 3.48±0.45 ^c
	alva	5.68±0.36 ^a	^a 5.62±0.47 ^b	^a 5.36±0.25 ^c	^a 3.43±0.19 ^d
Tensile strength	ppnv	2.86±0.02 ^a	^{ns} 2.26±0.04 ^{ab}	^b 2.11±0.10 ^b	^c 1.79±0.01 ^c
	ppva	2.86±0.02 ^a	2.29±0.0 ^{ab}	^a 2.14±0.82 ^b	^b 1.87±0.03 ^c
	alnv	2.86±0.02 ^a	2.23±0.35 ^b	^a 2.14±0.75 ^b	^b 1.91±0.12 ^c
	alva	2.86±0.02 ^a	2.29±0.54 ^a	^a 2.14±0.82 ^b	^a 2.12±0.78 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ ๑๑ ค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธัญพืชที่
อุณหภูมิห้อง

ค่าคุณภาพ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	12 สัปดาห์
ค่าสี L*	ppnv	56.92±1.14 ^a	54.33±0.08 ^b	51.97±0.09 ^c	49.12±0.53 ^d
	ppva	56.92±1.14 ^a	54.56±0.04 ^b	52.63±0.07 ^c	49.97±0.13 ^d
	alnv	56.92±1.14 ^a	56.76±0.42 ^a	56.49±0.15 ^b	56.18±0.07 ^c
	alva	56.92±1.14 ^a	56.06±0.07 ^a	54.23±0.06 ^b	54.45±2.23 ^b
a*	ppnv	9.49±0.35 ^d	10.25±0.07 ^c	10.89±0.07 ^b	11.5±0.02 ^a
	ppva	9.49±0.35 ^d	10.01±0.17 ^c	10.62±0.78 ^b	11.39±0.09 ^a
	alnv	9.49±0.35 ^c	9.69±0.01 ^c	9.88±0.13 ^b	10.18±0.03 ^a
	alva	9.49±0.35 ^c	9.67±0.01 ^{bc}	9.75±0.02 ^b	10.17±0.11 ^a
b*	ppnv	42.31±2.83 ^a	41.27±0.07 ^b	39.46±0.04 ^c	37.97±0.15 ^d
	ppva	42.31±2.83 ^a	41.37±0.04 ^b	39.62±0.09 ^c	38.16±0.07 ^d
	alnv	42.31±2.83 ^a	43.57±0.11 ^a	43.38±0.04 ^{ab}	42.84±0.26 ^b
	alva	42.31±2.83 ^a	43.21±0.04 ^a	42.28±0.09 ^a	42.54±0.05 ^b
a _w	ppnv	0.513±0.14 ^d	0.54±0.01 ^c	0.57±0.02 ^b	0.61±0.02 ^a
	ppva	0.513±0.14 ^b	0.53±0.00 ^{ab}	0.54±0.02 ^a	0.54±0.04 ^a
	alnv	0.513±0.14 ^b	0.52±0.00 ^a	0.52±0.00 ^a	0.53±0.02 ^a
	alva	0.513±0.14 ^b	0.51±0.02 ^a	0.51±0.01 ^a	0.53±0.01 ^a
Hardness(N)	ppnv	4.37±0.17 ^a	4.09±0.01 ^b	3.01±0.01 ^c	2.02±0.01 ^d
	ppva	4.37±0.17 ^a	4.37±0.21 ^a	4.05±0.58 ^b	2.48±0.21 ^c
	alnv	4.37±0.17 ^a	4.48±0.77 ^a	4.33±0.15 ^b	2.54±0.28 ^c
	alva	4.37±0.17 ^a	4.49±0.20 ^a	4.42±0.35 ^{ab}	3.30±0.07 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ ๑๑ (ต่อ)

ค่าคุณภาพ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	12 สัปดาห์
Tensile strength	ppnv	2.01±1.47 ^a	^{ns} 2.03±0.04 ^a	^{ns} 1.95±0.01 ^b	^b 1.84±0.03 ^c
	ppvva	2.01±1.47 ^a	2.05±0.33 ^a	1.96±0.02 ^b	^b 1.85±0.03 ^c
	alnv	2.01±1.47 ^a	2.05±0.34 ^a	1.98±0.01 ^b	^a 1.85±0.08 ^c
	alva	2.01±1.47 ^a	2.06±0.03 ^a	2.02±0.01 ^{ab}	^a 1.93±0.03 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 10 ค่าคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่นผสมผงวุ้นที่อุณหภูมิ 45°C 2 สัปดาห์

ค่าคุณภาพ	สถานะการเก็บ	0 สัปดาห์	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์	
ค่าสี L*	ppnv	58.94±1.32 ^a	^{ns} 55.39±0.23 ^b	^{ns} 55.09±0.50 ^b	
		58.94±1.32 ^a	55.53±0.03 ^b	53.54±0.53 ^b	
		58.94±1.32 ^a	53.76±0.37 ^b	53.24±0.13 ^c	
		58.94±1.32 ^a	55.59±0.57 ^b	53.24±0.26 ^c	
	a*	ppnv	8.82±3.11 ^c	^a 10.51±0.45 ^b	^b 12.26±0.77 ^a
		ppva	8.82±3.11 ^c	^a 10.62±0.16 ^b	^a 12.57±0.11 ^a
		alnv	8.82±3.11 ^c	^a 10.50±0.07 ^b	^b 12.32±0.01 ^a
		alva	8.82±3.11 ^a	^b 10.28±0.89 ^b	^a 12.67±0.45 ^c
	b*	ppnv	45.29±0.76 ^a	^a 40.56±0.17 ^b	^a 36.39±0.25 ^c
		ppva	45.29±0.76 ^a	^a 40.50±0.39 ^b	^b 36.23±0.78 ^c
		alnv	45.29±0.76 ^a	^b 40.43±1.41 ^b	^a 36.35±0.89 ^c
		alva	45.29±0.76 ^a	^b 40.24±0.78 ^b	^a 36.40±0.56 ^c
	a _w	ppnv	0.515±0.02 ^a	^{ns} 0.519±0.07 ^b	^{ns} 0.510±0.02 ^c
		ppva	0.515±0.02 ^a	0.515±0.00 ^a	0.508±0.02 ^b
		alnv ^{ns}	0.515±0.02	0.513±0.01	0.514±0.05
		alva ^{ns}	0.515±0.02	0.515±0.04	0.515±0.02
Hardness(N)	ppnv	5.68±0.36 ^b	^a 5.89±0.14 ^b	^a 6.17±0.41 ^a	
	ppva	5.68±0.36 ^c	^a 5.78±0.36 ^b	^b 5.98±0.07 ^a	
	alnv ^{ns}	5.68±0.36	^b 5.66±1.41	^c 5.68±0.00	
	alva ^{ns}	5.68±0.36	^{ab} 5.71±0.82	^d 5.72±0.41	

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv เก็บในสถานะบรรยากาศ

va เก็บในสถานะสุญญากาศ

ตารางที่ ๑๑๐ (ต่อ)

ค่าคุณภาพ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์
Tensile strength	ppnv	2.86±0.02 ^b	^a 2.98±0.19 ^a	^a 2.94±0.01
	ppvva	2.86±0.02 ^b	^a 3.01±0.04 ^a	^a 3.00±0.19 ^a
	alnv ^{ns}	2.86±0.02	^b 2.24±0.28	^b 2.23±0.42
	alva ^{ns}	2.86±0.02	^b 2.27±0.49	^b 2.26±0.19

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 11 ค่าคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและรัฐพีชที่อุณหภูมิ 45°C
2 สัปดาห์

ค่าคุณภาพ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์
L*	ppnv	56.92±1.14 ^a	^a 53.89±0.24 ^b	^d 52.77±0.05 ^b
	ppva	56.92±1.14 ^a	^c 52.77±0.07 ^b	^c 53.53±0.06 ^b
	alnv	56.92±1.14 ^a	^b 54.51±2.12 ^b	^a 56.10±0.16 ^b
	alva	56.92±1.14 ^a	^a 53.98±0.07 ^b	^b 55.61±0.04 ^b
a*	ppnv	9.49±0.35 ^b	^b 11.57±3.00 ^b	^c 11.80±3.54 ^a
	ppva	9.49±0.35 ^c	^a 11.80±0.35 ^b	^a 13.76±0.12 ^a
	alnv	9.49±0.35 ^c	^c 11.43±0.48 ^b	^b 13.00±0.03 ^a
	alva	9.49±0.35 ^c	^c 11.04±0.28 ^b	^b 13.01±0.77 ^a
b*	ppnv	42.31±2.83 ^a	^a 41.23±3.54 ^b	^a 40.14±0.09 ^c
	ppva	42.31±2.83 ^a	^b 38.76±0.25 ^b	^b 36.85±0.28 ^c
	alnv	42.31±2.83 ^a	^b 40.32±0.36 ^b	^b 37.22±0.28 ^c
	alva	42.31±2.83 ^a	^b 40.37±2.82 ^c	^b 37.03±0.21 ^c
a _w	ppnv	0.513±0.14 ^b	^{ns} 0.51±0.03 ^{ab}	^b 0.523±0.03 ^a
	ppva	0.513±0.14 ^b	0.509±0.11 ^b	^a 0.614±0.04 ^a
	alnv ^{ns}	0.513±0.14	0.509±0.01	^a 0.612±0.01
	alva ^{ns}	0.513±0.14	0.512±0.00	^a 0.514±0.04
Hardness(N)	ppnv	4.37±0.14 ^c	^a 4.66±3.54 ^b	^a 4.83±0.91 ^a
	ppva	4.37±0.14 ^c	^a 4.84±2.68 ^b	^b 5.07±0.68 ^a
	alnv ^{ns}	4.37±0.14	^b 4.39±0.02	^c 4.41±0.64
	alva ^{ns}	4.37±0.17	^b 4.40±0.03	^d 4.45 ±0.97

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ค่าคุณภาพ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์
Tensile strength	ppnv	2.01±1.44 ^c	^a 2.78±2.05 ^b	^a 2.83±0.84 ^a
	ppvva	2.01±1.44 ^c	^a 2.76±0.48 ^b	^a 2.83±0.67 ^a
	alnvns	2.01±1.44	^b 2.12±0.28	^b 2.15±2±0.23
	alvans	2.01±1.44	^b 2.02±0.07	^b 2.08±0.70

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 12 ค่าคุณภาพทางเคมีของมะม่วงแผ่นผสมผงวุ้นที่อุณหภูมิ 45 °C 2 สัปดาห์

ค่าคุณภาพ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์
ปริมาณกรดที่ไตรครดได้	ppnv	2.09±0.00 ^c	^{ns} 2.19±0.02 ^b	^a 2.27±0.00 ^a
	ppvva	2.09±0.01 ^c	2.19±0.03 ^b	^a 2.24±0.00 ^a
	alnv ^{ns}	2.09±0.02	2.15±0.00	^b 2.16±0.02
	alva ^{ns}	2.09±0.03	2.19±0.01	^b 2.15±0.00
ปริมาณน้ำตาลรีควิง	ppnv	20.34±0.74 ^b	^a 22.06±0.30 ^a	^a 22.10±0.25 ^a
	ppvva	20.34±0.74 ^b	^a 22.15±0.64 ^a	^a 22.23±0.69 ^a
	alnv ^{ns}	20.34±0.74	^c 20.45±0.62	^b 20.66±1.69
	alva ^{ns}	20.34±0.74	^b 21.27±0.59	^b 20.49±0.31
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	ppnv	58.41±0.30 ^c	^a 58.77±0.28 ^b	^b 59.53±0.18 ^a
	ppvva	58.41±0.30 ^b	^b 58.38±0.62 ^b	^a 59.74±0.78 ^a
	alnv ^{ns}	58.41±0.30	^a 58.67±0.49	^a 59.79±0.82
	alva ^{ns}	58.41±0.30	^a 58.68±0.10	^a 59.78±1.21

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตพอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ ๑๓ ค่าคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและธาตุฟิซซูลูมิก 45 °C
2 สัปดาห์

ค่าคุณภาพ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์
ปริมาณกรดที่ไคตรรได้	ppnv	1.75±0.02 ^b	^a 1.83±0.03 ^a	^a 1.84±0.03 ^a
	ppva	1.75±0.02 ^b	^a 1.82±0.01 ^a	^a 1.82±0.02 ^a
	alnv ^{ns}	1.75±0.02	^b 1.74±0.02	^b 1.73±0.01
	alva ^{ns}	1.75±0.02	^b 1.75±0.04	^b 1.73±0.01
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง	ppnv	29.59±0.11 ^b	^a 31.52±0.03 ^a	^a 31.57±0.05 ^a
	ppva	29.59±0.11 ^b	^a 31.45±0.72 ^a	^a 31.49±1.06 ^a
	alnv ^{ns}	29.59±0.11	^b 29.73±0.84	^b 29.80±0.82
	alva ^{ns}	29.59±0.11	^b 29.55±1.14	^b 29.59±0.73
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	ppnv	63.65±0.24 ^b	^b 63.69±0.56 ^b	^c 64.02±0.19 ^a
	ppva	63.65±0.24 ^c	^a 64.48±0.07 ^b	^a 65.16±0.34 ^a
	alnv ^{ns}	63.65±0.24	^a 64.01±0.46	^b 64.28±0.14
	alva ^{ns}	63.65±0.24	^a 64.16±0.23	^b 64.69±0.37

หมายเหตุ ตัวอักษร ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ ๑14 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นผสมผงวุ้นที่อุณหภูมิ 45°C

2 สัปดาห์

คะแนนความชอบเฉลี่ย (5-point hedonic scale)				
ค่าคุณลักษณะ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์
สี	ppnv	4.48±0.56 ^a	^a 3.45±0.98 ^b	^b 1.76±0.39 ^c
	ppva	4.48±0.56 ^a	^b 3.09±0.34 ^b	^b 1.65±0.48 ^c
	alnv	4.48±0.56 ^a	^b 3.06±0.25 ^b	^a 1.97±0.26 ^c
	alva	4.48±0.56 ^a	^b 3.08±0.27 ^b	^a 1.96±0.25 ^c
กลิ่นมะม่วง	ppnv	3.83±0.64 ^a	^a 3.10±1.01 ^b	^b 1.06±0.18 ^c
	ppva	3.83±0.64 ^a	^a 3.01±0.95 ^b	^{ab} 1.85±0.36 ^c
	alnv	3.83±0.64 ^a	^{ab} 3.17±0.18 ^b	^a 1.95±0.22 ^c
	alva	3.83±0.64 ^a	^a 3.06±0.96 ^b	^a 2.01±0.23 ^c
ความหวาน	ppnv	4.05±0.65 ^a	^b 3.40±1.02 ^b	^b 1.87±0.34 ^c
	ppva	4.05±0.65 ^a	^b 3.30±1.06 ^b	^a 1.91±0.28 ^c
	alnv	4.05±0.65 ^a	^c 3.18±0.94 ^b	^a 1.98±0.23 ^c
	alva	4.33±0.54 ^a	^a 3.70±1.01 ^b	^a 1.92±0.28 ^c
ความเหนียว	ppnv	4.33±0.54 ^a	^b 3.38±0.94 ^b	^b 1.61±0.49 ^c
	ppva	4.33±0.54 ^a	^b 3.23±1.03 ^b	^b 1.56±0.49 ^c
	alnv	4.33±0.54 ^a	^c 3.16±1.05 ^b	^b 1.65±0.48 ^c
	alva	4.33±0.54 ^a	^a 3.70±1.01 ^b	^a 1.92±0.28 ^c
ความยากง่าย ในการเคี้ยว	ppnv	4.20±0.62 ^a	^c 3.40±3.25 ^b	^c 1.58±0.49 ^c
	ppva	4.20±0.62 ^a	^b 3.25±1.05 ^b	^b 1.62±0.48 ^c
	alnv	4.20±0.62 ^a	^a 3.66±0.90 ^b	^a 1.81±0.39 ^c
	alva	4.20±0.62 ^a	^a 3.71±0.99 ^b	^a 1.83±0.37 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 14 (ต่อ)

คะแนนความชอบเฉลี่ย (5-point hedonic scale)				
ค่าคุณลักษณะ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์
ความชอบ	ppnv	4.16±0.58 ^a	^b 3.25±0.95	^b 1.63±0.48 ^c
โดยรวม	ppvva	4.16±0.58 ^a	^b 3.20±0.94	^b 1.55±0.50 ^c
	alnv	4.16±0.58 ^a	^a 3.61±0.97 ^b	^a 1.90±0.32 ^c
	alva	4.16±0.58 ^a	^a 3.65±1.02 ^b	^a 1.90±0.30 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ 15 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ผสมผงวุ้นและรัฐพีชที่อุณหภูมิ
45 °C 2 สัปดาห์

คะแนนความชอบเฉลี่ย (5-point hedonic scale)

ค่าคุณลักษณะ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์
สี	ppnv	4.42±0.54 ^a	^c 3.00±0.50 ^b	^c 1.93±0.45 ^c
	ppva	4.43±0.58 ^a	^b 3.43±0.49 ^b	^c 1.88±0.49 ^c
	alnv	4.48±0.63 ^a	^b 3.48±0.06 ^b	^b 2.41±0.67 ^c
	alva	4.53±0.60 ^a	^a 3.92±0.98 ^b	^a 2.60±0.67 ^c
กลิ่นมะม่วง	ppnv	4.31±0.59 ^a	^c 2.93±0.25 ^b	^c 1.88±0.64 ^c
	ppva	4.35±0.48 ^a	^a 3.35±0.48 ^b	^b 1.75±0.54 ^c
	alnv	4.23±0.59 ^a	^b 3.23±0.57 ^b	^b 1.57±0.32 ^c
	alva	4.43±0.56 ^a	^a 3.39±0.49 ^b	^a 2.31±1.06 ^c
ความหวาน	ppnv	4.30±0.56 ^a	^c 2.95±0.22 ^b	^c 1.2±0.40 ^c
	ppva	4.25±0.60 ^a	^b 3.25±0.60 ^b	^b 1.45±0.50 ^c
	alnv	4.31±0.56 ^a	^b 3.31±0.57 ^b	^b 1.43±0.54 ^c
	alva	4.33±0.62 ^a	^a 3.74±0.08 ^b	^a 1.67±0.50 ^c
ความเหนียว	ppnv	4.83±0.49 ^a	^c 3.00±0.90 ^b	^c 1.50±0.53 ^c
	ppva	4.40±0.49 ^a	^a 3.40±0.49 ^b	^c 1.45±0.52 ^c
	alnv	4.50±0.51 ^a	^a 3.50±0.65 ^b	^b 2.08±0.71 ^c
	alva	4.58±0.49 ^a	^b 3.18±0.99 ^b	^a 2.44±0.50 ^c
ความขากง่ายในการเคี้ยว	ppnv	4.53±0.50 ^a	^b 3.01±0.17 ^b	^c 1.40±0.49 ^c
	ppv	4.45±0.50 ^a	^a 3.45±0.51 ^b	^c 1.42±0.49 ^c
	alnv	4.48±0.53 ^a	^a 3.48±0.75 ^b	^b 2.03±0.83 ^c
	alva	4.51±0.51 ^a	^a 3.49±1.08 ^b	^a 2.53±0.54 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ตารางที่ ๑15 (ต่อ)

คะแนนความชอบเฉลี่ย (5-point hedonic scale)

ค่าคุณลักษณะ	สภาวะการเก็บ	0 สัปดาห์	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์
ความชอบโดยรวม	ppnv	4.53+0.50 ^a	^b 3.06+0.88 ^b	^b 1.53+0.50 ^c
	ppv	4.43+0.49 ^a	^a 3.43+0.49 ^b	^b 1.46+0.50 ^c
	alnv	4.44+0.43 ^a	^a 3.43+0.66 ^b	^a 2.43+0.85 ^c
	alva	4.45+0.53 ^a	^a 3.33+0.11 ^b	^a 2.53+0.54 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรบนขวาที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)ตัวอักษรบนซ้ายที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

pp บรรจุในซองพลาสติกชนิด PP

al บรรจุในซองอลูมิเนียมลามิเนตฟอยล์

nv เก็บในสภาวะบรรยากาศ

va เก็บในสภาวะสุญญากาศ

ประวัติผู้เขียน

นางสาวนิรชรา รั้วคุณ เกิดวันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดอุดรธานี สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จากมหาวิทยาลัยรังสิต จ. ปทุมธานี
ในปีการศึกษา 2544 ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท ในสาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2548