สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉลาดกระบัง

การผลิตผลไม้แผ่นจากผลมะม่วงหิมพานต์

PRODUCTION OF FRUIT LEATHER FROM CASHEW FRUIT

T085156

กรรณิการ์ ทั่งทอง

KANNIKAR TUNGTONG

ศว.
ก173 ก
2551

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....85156.....
วัน,เดือน,ปี.....- 4 พ.ย. 2551

b.....1200663A.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและการบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2008-AI-M-055-025

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRODUCTION OF FRUIT LEATHER FROM CASHEW FRUIT

KANNIKAR TUNGTONG

ATHESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD CATERING TECHNOLOGY

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

KMITL-2008-AI-M-055-025

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2008

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตผลไม้แผ่นจากผลมะม่วงหิมพานต์

Production of Fruit Leather from Cashew fruit

ชื่อนักศึกษา นางสาวกรรณิการ์ หิ่งทอง

รหัสประจำตัว 49068606

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการคหกรรมศาสตร์และการอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์	
รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ	
ผศ.ดร.พอใจ ถามากร	
รศ.ดร.ประภาศรี เทพรักษ์	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 18 กันยายน 2551 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสัมมนา D 213/2 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 3 **เดือน** กรกฎาคม **พ.ศ.** 2551

1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	**การผลิตผลไม้แผ่นจากผลมะม่วงหิมพานต์**
	Production of Fruit Leather from Cashew Fruit
ชื่อนักศึกษา	**นางสาวกรรณิการ์ ทั่งทอง**
รหัสประจำตัว	**49068606**
ปริญญา	**วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต**
สาขาวิชา	**เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร**
พ.ศ.	**2551**
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	**รศ.ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์**

บทคัดย่อ

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลมะม่วงหิมพานต์ พบว่าประกอบด้วยความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และเพคติน 88.22 0.30 0.16 0.37 10.95 และ3.72 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 8.72 องศาบริกซ์ และ3.96 ตามลำดับ ในการศึกษาการลดปริมาณ แทนนินจากผลมะม่วงหิมพานต์ พบว่าการต้มผลมะม่วงหิมพานต์จนอุณหภูมิกึ่งกลาง (core temperature) ได้ 95 องศาเซลเซียส นาน 4 นาที เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด เมื่อศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซที่เหมาะสม พบว่ามะม่วงหิมพานต์แผ่นที่ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้และใช้ปริมาณ แบะแซเพิ่มขึ้นมีผลทำให้มะม่วงหิมพานต์แผ่นมีสีคล้ำขึ้นและมีความเหนียวเพิ่มมากขึ้น โดยมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้เป็น 25 องศาบริกซ์ และใช้ปริมาณแบะแซ 20 เปอร์เซ็นต์ วัดค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) และค่าแรงดึงได้ 48.30 7.50 30.78 และ1.370 N/m^2ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จากมะม่วงกวนแผ่น และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบมาก ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมประมาณร้อยละ 10 วัดค่า a_w ได้เท่ากับ 0.55 และค่าแรงดึงเป็น 1.373 N/m^2 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จากมะม่วงกวนที่ขายในท้องตลาด ได้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด เมื่อใช้สภาวะเวลาอบ 20 ชั่วโมงที่ 60 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาผลไม้แผ่นจากมะม่วงหิมพานต์ที่บรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตจะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและเคมีน้อยกว่าเก็บในซองโพลีโพรพิลีนตลอดระยะเวลาเก็บ 16 สัปดาห์ โดยจะมีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองมากกว่า แต่มีค่าสีแดงน้อยกว่าเมื่อเก็บในซองโพลีโพรพิลีน ส่วนค่าความชื้นและค่า a_w ของตัวอย่างที่เก็บในซองโพลีโพรพิลีนจะมีค่ามากกว่าทำให้ค่าแรงดึงของตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่ามะม่วงหิมพานต์แผ่นที่เก็บในซองโพลีโพรพิลีนและซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตได้คะแนนน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมในทุกด้าน แต่พบว่ามะม่วง หิมพานต์แผ่นที่เก็บในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตได้คะแนนมากกว่ามะม่วงหิมพานต์แผ่นที่เก็บในซองโพลีโพรพิลีนทุกระยะเวลาการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Production of Fruit Leather from Cashew Fruit
Student	Miss Kannikar tungtong
Student ID.	49068606
Degree	Master of Science
Program	Food Management Technology and Service
Year	2008
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Kittiphong Huangrak

ABSTRACT

From the proximal analysis of cashew fruit, it was found that the fruit consisted of 88.22% moisture 0.30% Protein 0.16% Lipid 0.37% Ash 10.95% Carbohydrate 3.72% Pectin Total Soluble Solid (TSS) 8.72 °Brix and pH 3.96. After studying on removing of tannin from cashew fruit, the result showed that boiling until core temperature of fruit reached 95°C for 4 minutes was the optimum condition. Then total soluble solid and optimum amount of glucose syrup were studied. Analysis showed that increasing of Total Soluble Solid(TSS) and glucose syrup caused an incseased of colour develpment (browing) and stickiness. Fruit leather with 25°Brix and 20% glucose syrup, had L-value, a-value, b-value and tensile strength of 48.30, 7.50, 30.78 and 1.370 N/m^2, respectively These values were not much different from the value from mango leather. From sensory evaluation, the overall linking of the product was "like very much". From the study on optimum moisture content of fruit leather from cashew fruit, it was found that sample with 10% moisture content had a_w at 0.55 and tensile strength at 1.373 N/m^2 which were similar to the values from mango leather from the market. This sample also got highest overall liking score. The product could be obtained by drying at 60°C for 20 hours. From the study of changes during storage, the result showed that samples packed in aluminum foil laminated pouch changed more than ones packed in polypropylene pouch during 16 weeks. L-value and b-value of samples packed in aluminum foil laminated pouch were higher than the values from the samples packed in polypropylene pouch while a-value was lower. The moisture content and a_w of samples packed in polypropylene pouch were higher so that tensile strength was lower. From sensory evaluation test, fruit leather from cashew fruit packed in polypropylene pouch and aluminum foil laminated pouch got score less than control but fruit leather from cashew fruit packed in aluminum foil laminated pouch got score more than fruit leather from cashew fruit packed in polypropylene pouch.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาโทของสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ช่วยเหลืองานวิจัยนี้

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VI

สารบัญภาพ..... VIII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

บทที่ 2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 2

2.1 ลักษณะทั่วไปของมะม่วงหิมพานต์..... 2

2.2 สารประกอบแทนนิน..... 5

2.3 คุณสมบัติทางกายภาพเคมี..... 7

2.4 บทบาทและความสำคัญของแทนนินที่มีต่ออาหาร..... 7

2.5 การกำจัดความฝาด..... 8

2.6 ผลไม้แผ่น..... 9

2.7 ภาชนะบรรจุและอายุการเก็บรักษา..... 15

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง..... 19

3.1 วัตถุดิบ..... 19

3.2 สารเคมี..... 19

3.3. อุปกรณ์และเครื่องมือ..... 20

3.4 วิธีการทดลอง..... 20

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์..... 24

4.1 ผลของการวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ..... 24

4.2 ศึกษาวิธีการกำจัดแทนนินในผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่น..... 25

4.3 ศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้และแบะแซที่เหมาะสม..... 26

4.4 ศึกษาความชื้นที่เหมาะสมของมะม่วงหิมพานต์แผ่น..... 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5 ศึกษาภาชนะบรรจุที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่น.....34

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....43

ข้อเสนอแนะ.....44

บรรณานุกรม.....45

ภาคผนวก

ก การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ.....50

ข การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี.....52

ค กราฟมาตรฐาน.....61

ง แบบทดสอบการให้คะแนนความชอบ.....63

จ ภาพกระบวนการผลิตตัวอย่างในการทดสอบ.....67

ฉ ภาพแสดงอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาและภาชนะบรรจุ.....69

ช ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ.....72

ประวัติผู้เขียน.....78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 องค์ประกอบทางเคมีของผลมะม่วงหิมพานต์....4

2.2 คุณลักษณะของผลไม้ที่ใช้ทำผลไม้แผ่น....10

2.3 ดัชนีที่ใช้ในการศึกษาเวลาในการเก็บรักษาผลไม้แผ่น....16

4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของผลมะม่วงหิมพานต์....24

4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแทนนิน (µg/g) ในมะม่วงหิมพานต์แผ่นเมื่อใช้สภาวะการให้ความร้อนต่างกัน....25

4.3 ค่า p-value จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซรวมทั้งอิทธิพลร่วมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซเมื่อแปรค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้และแบะแซในปริมาณที่ระดับต่าง ๆ....26

4.4 ผลของอิทธิพลร่วมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซต่อความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าแรงดึง และค่า a_w....27

4.5 คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี รสหวาน ความเหนียว และความชอบโดยรวม ของมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่มีปริมาณของแข็งละลายได้และปริมาณแบะแซต่างกัน....31

4.6 ผลของปริมาณความชื้นต่อค่าแรงดึงและค่า a_w ของผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่น....33

4.7 คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏและความชอบโดยรวม ที่ปริมาณความชื้นที่ต่างกัน....33

4.8 ค่า p-value ที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติของระยะเวลาและภาชนะบรรจุ รวมทั้งอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาและภาชนะบรรจุต่อค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) ค่าแรงดึง ค่า a_w และความชื้นของมะม่วงหิมพานต์แผ่น เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์..35

4.9 ผลของระยะเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่นต่อความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความชื้น ค่า a_w และค่าแรงดึง....36

4.10 ผลของภาชนะบรรจุต่อค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความชื้น ค่า a_w และค่าแรงดึง....37

4.11 คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏและความชอบโดยรวม ของมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่แต่ละภาชนะการเก็บที่อุณหภูมิห้อง (30-35 องศาเซลเซียส) ในระยะเวลา 16 สัปดาห์....40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ช1 วิเคราะห์ความแปรปรวนของการลดปริมาณแทนนินของมะม่วงหิมพานต์.....70

ช2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการปรับปริมาณของเข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซ.....70

ช3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการปรับปริมาณของเข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะม่วงหิมพานต์แผ่น.....71

ช4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นที่เหมาะสม.....71

ช5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นที่เหมาะสมที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะม่วงหิมพานต์แผ่น..... 72

ช6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมีของมะม่วงหิมพานต์แผ่นในแต่ละภาชนะบรรจุ.....73

ช7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะม่วงหิมพานต์แผ่นในแต่ละภาชนะบรรจุ.....74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ลักษณะโครงสร้างของกรดที่ได้จากการแตกสลายของไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน.....5

2.2 ลักษณะโครงสร้างของโคริราจิน (Corilagin).....6

2.3 ลักษณะโครงสร้างของเคเทชิน (catechin).....7

3.1 กระบวนการผลิตมะม่วงหิมพานต์แผ่น.....20

4.1 แสดงอิทธิพลร่วมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซต่อ
ความสว่าง L(A) ค่าสีแดง a(B) และค่าสีเหลือง b(C)..... 28

4.2 แสดงอิทธิพลร่วมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซต่อค่าแรงดึง.....29

4.3 แสดงอิทธิพลร่วมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซต่อค่า a_w.....30

4.4 แสดงอิทธิพลร่วมของระยะเวลาการเก็บและภาชนะบรรจุที่อุณหภูมิห้อง
(30-35 องศาเซลเซียส) ในระยะเวลา 16 สัปดาห์ที่มีผลต่อค่าความสว่าง L(A) ค่าสีแดง a(B)
ค่าสีเหลืองb (C) ค่าความชื้น(A) ค่า a_w(B) และค่าแรงดึง (C).....38

ค1 Standard tannin.....62

ค2 Standard catechin.....62

จ1 แสดงกระบวนการผลิตตัวอย่างในการทดสอบ.....68

ฉ1 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาและภาชนะบรรจุที่มีผลต่อความสว่าง L(A)
ค่าสีแดง a(B) และค่าสีเหลือง b(C).....70

ฉ2 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาและภาชนะบรรจุที่มีผลต่อความชื้น(A), a_w(B)
และค่าแรงดึง(C).....71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันมะม่วงหิมพานต์เป็นพืชที่ถูกพัฒนาให้เป็นพืชอุตสาหกรรม โดยมีโครงการปลูกมะม่วงหิมพานต์เพื่อทดแทนและลดพื้นที่การปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2530) เพื่อเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรและเป็นสินค้าส่งออกสร้างรายได้ให้แก่ประเทศ ประเทศไทยสามารถผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในภาคใต้เกือบทุกจังหวัด (ชื่นขวัญ บุญทวี, *2546) ต่อมาจึงมีการแพร่ขยายการปลูกไปทางภาคตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือ* ในกระบวนการผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์นั้นจะมีผลมะม่วงหิมพานต์เป็นของเหลือทิ้งอยู่ไม่น้อย โดยเกษตรกรยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจอย่างจริงจัง ปีหนึ่ง ๆ จะมีผลมะม่วงหิมพานต์เหลือทิ้งถึงประมาณ 40 ตัน (ศุภลักษณ์ ออคิด, 2549)

ผลมะม่วงหิมพานต์มีรูปทรงคล้ายชมพู่ มีสีแดงหรือสีเหลือง ส่วนปลายผลรูปร่างเหมือนเมล็ดสีน้ำตาลเข้มรูปทรงคล้ายมะม่วงติดอยู่นั้นเป็นผลจริง (ชื่นขวัญ บุญทวี, 2546) ส่วนผลสีแดงหรือสีเหลืองคล้ายชมพู่นั้นคือผลปลอมของมะม่วงหิมพานต์ซึ่งมีปริมาณน้ำและแร่ธาตุมากแต่ไม่สามารถจำหน่ายได้ ต้องทิ้งไปเป็นจำนวนมาก ซึ่งนอกจากจะทำให้เกิดการสูญเปล่าแล้วยังทำให้พื้นที่ในการเพาะปลูกสกปรก ด้วยเหตุนี้การทดลองนำผลมะม่วงหิมพานต์มาแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้นโดยการนำมาผลิตผลไม้แผ่นซึ่งมีผู้บริโภคนิยมรับประทานในรูปแบบของขบเคี้ยวกันมากจึงน่าจะเป็นแนวทางที่ดีในการเพิ่มมูลค่าให้ของเหลือทิ้งและยังช่วยเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกรอีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลมะม่วงหิมพานต์

1.2.2 ศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตของมะม่วงหิมพานต์แผ่นให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.2.3 ศึกษาชนิดบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่น

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.3.1 เพิ่มพูนมูลค่าให้ของเหลือทิ้งการเกษตรภายในประเทศ

1.3.2 เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีรูปแบบที่แปลกใหม่ขึ้น

1.3.3 ส่งเสริมการนำผลิตผลทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทั่วไปของมะม่วงหิมพานต์

มะม่วงหิมพานต์จัดเป็นไม้ผลยืนต้นในตระกูล Anacardiaceae เช่นเดียวกับมะม่วง ชื่อสามัญภาษาอังกฤษคือ Cashew tree มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Anacadium occidentale* L. สำหรับประเทศไทยนั้นคำว่ามะม่วงหิมพานต์เป็นชื่อเรียกกันอย่างเป็นทางการ ส่วนภาษาท้องถิ่นในจังหวัดต่าง ๆ จะเรียกชื่อพืชนี้แตกต่างกันตามความนิยมของท้องที่ เช่น ยาร่วง เล็ดล่อ ท้ายล่อ หัวครก ยาโทย ยาห้อย กระแตแหล และกาหยี เป็นต้น (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2530) มะม่วงหิมพานต์เป็นพืชที่ปลูกง่าย เจริญได้ดีทุกดินฟ้าอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความทนทานต่อความแห้งแล้งได้เป็นอย่างดี มีรสชาติและคุณค่าทางอาหารเป็นที่ต้องการของตลาดโลก (ทิพาพร อยู่วิทยา, 2534)

ในการเก็บเกี่ยวมะม่วงหิมพานต์นั้น นิยมปล่อยให้ผลมะม่วงหิมพานต์แก่จัดจนร่วงหล่นลงพื้นก่อนที่จะนำส่วนผลจริงที่เรียกว่าเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มาใช้ประโยชน์ ส่วนที่เรียกว่าผลมะม่วงหิมพานต์ที่จริงคือส่วนก้านดอกที่ขยายพองตัวขึ้นจนมีขนาดใหญ่กว่าผลจริงหลายเท่าตัว ก้านดอกหรือผลปลอมนี้เมื่อสุกจะกลมยาว รี ป้อม คล้ายชมพู่ มีสีเหลือง บางชนิดมีสีแดง มีรสเปรี้ยวอมหวาน บางชนิดมีรสฝาด (ทิพาพร อยู่วิทยา, 2534)

2.1.1 ประวัติมะม่วงหิมพานต์

มะม่วงหิมพานต์เป็นต้นไม้ป่าพื้นเมืองทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศบราซิล ต่อมาได้นำมาปลูกขยายพันธุ์แพร่หลายไปอย่างกว้างขวางในอเมริกาตอนเหนือ อเมริกากลาง แอฟริกาใต้ และในที่สุดเข้ามายังภาคพื้นเอเชียทางประเทศอินเดียราวศตวรรษที่ 16 โดยพ่อค้าชาวโปรตุเกส ทำให้อินเดียกลายเป็นผู้นำในการค้าเมล็ดและน้ำมันจากมะม่วงหิมพานต์ มีรายได้นับเป็นพันล้านต่อปี สำหรับประเทศไทยนั้นสันนิษฐานว่ามีการนำเข้ามะม่วงหิมพานต์เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2504 โดยพระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดี ขณะที่ดำรงตำแหน่งเทศาภิบาล ซึ่งเป็นคนแรกที่นำเมล็ดมะม่วงหิมพานต์จากประเทศมาเลเซียมาทดลองปลูกที่จังหวัดตรัง คาดว่าจะนำมาพร้อมกับยางพารา เพราะปัจจุบันแหล่งปลูกยางพารากับมะม่วงหิมพานต์อยู่ในแหล่งเดียวกัน และพื้นเพของพืชทั้งสองชนิดนี้ก็มาจากแหล่งเดียวกัน

เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2504 นายเธท ซิน แห่ง FAC นำเมล็ดพันธุ์จากเมืองโมโรเวีย ประเทศไซบีเรียมาให้กองค้นคว้าทดลอง กรมกสิกรรม 30 เมล็ด นำไปปลูกรักษาพันธุ์ไว้ที่สถานีทดลองไหม ศรีสะเกษ และสถานีทดลองยางโป่งแรด จันทบุรี ต่อมาในวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2504 ม.ร.ว.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จักรทอง ทองใหญ่ อธิบดีกรมกสิกรรม ได้รับมะม่วงหิมพานต์จากสถานทูตไทยที่ประเทศอินเดีย ประมาณ 25 กิโลกรัม ส่งไปปลูกที่สถานีทดลองยางโป่งแรด จันทบุรี หลังจากนั้นในวันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2511 ดร. มัทซูอะ แห่ง FAO ได้นำเมล็ดพันธุ์มะม่วงหิมพานต์ 20 สายพันธุ์ จากประเทศอินเดียมาให้กรมกสิกรรมและได้ปลูกรักษาพันธุ์ไว้ที่สถานีทดลองพืชสวนสวี จังหวัดชุมพร และในปี 2512 กระทรวงเกษตรได้รับเมล็ดพันธุ์มะม่วงหิมพานต์จากประเทศบราซิล และได้ปลูกรักษาพันธุ์ไว้ที่สถานีทดลองยางกระบุรี จังหวัดระนอง (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2530)

2.1.2 การจำแนกพันธุ์มะม่วงหิมพานต์

มะม่วงหิมพานต์มีปลูกกันอยู่ทั่วโลก ในปัจจุบันไม่ต่ำกว่า 300 สายพันธุ์ในประเทศไทย แต่กรมวิชาการเกษตรได้สายพันธุ์ที่เหมาะสมไว้ 10 สายพันธุ์ในจำนวนนั้นที่กำลังใช้เป็นพันธุ์ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกอยู่ในปัจจุบันคือ

พันธุ์ ศก. 5-1 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และออกผลสม่ำเสมอตลอดทั้งปี

พันธุ์ ศก. 5-10 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และมีเนื้อภายในเมล็ดมาก

พันธุ์ ศก. 12-13 ขนาดเมล็ดโต และให้ผลผลิตสูง

พันธุ์ กส. 19-5 ให้ผลผลิตสูง ขนาดเมล็ดปานกลาง การติดผลสม่ำเสมอเช่นกัน

มะม่วงหิมพานต์พันธุ์ต่าง ๆ สามารถแยกพันธุ์เหล่านี้ออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. พันธุ์สีเหลือง ลักษณะผลเมื่อสุกมีสีเหลืองจัด บางพันธุ์ผลกลม บางพันธุ์ผลยาวรี บางพันธุ์ผลป้อม รสชาติผิดกันตามพันธุ์ บางพันธุ์รสหวาน บางพันธุ์รสหวานอมเปรี้ยว ลักษณะเมล็ดไม่แตกต่างกันมากนักไม่สามารถวินิจฉัยได้ว่าเป็นพันธุ์ใด นอกจากจะเห็นต้นพันธุ์เท่านั้น ลักษณะใบอ่อนของพันธุ์เหลือง ยอดอ่อนสีเขียวปนเหลือง ใบโตยาวเรียว และให้ผลออกดอก

2. พันธุ์ครั่ง ลักษณะผลเมื่อสุกจัด ผลสีแดงคล้ำเหมือนครั่ง ลักษณะรูปร่างผลคล้ายพันธุ์เหลือง ยอดอ่อนมักมีสีน้ำตาล ใบอ่อนค่อนข้างมนและหนา มีรสฝาด (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2530)

2.1.3 ฤดูกาลเก็บเกี่ยว

การปลูกมะม่วงหิมพานต์ในประเทศไทย ส่วนใหญ่นิยมปลูกกันแบบไม่เอาใจใส่ ผลผลิตที่ได้จึงมักไม่ค่อยจะดีเท่าที่ควร โดยในประเทศไทย ภายหลังจากที่มะม่วงหิมพานต์ออกดอกจนถึงการเก็บเกี่ยวได้ใช้ระยะเวลาประมาณ 2 เดือนครึ่ง คือ มะม่วงหิมพานต์จะเริ่มออกดอกประมาณเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ ฉะนั้นการเก็บเกี่ยวก็จะเริ่มตั้งแต่กลางเดือนมีนาคมเป็นต้นไป ซึ่งฤดูกาลเก็บเกี่ยวนี้จะตรงกับฤดูกาลการเก็บเกี่ยวมะม่วงหิมพานต์ในประเทศอินเดีย แต่อินเดียสามารถเก็บเกี่ยวได้อีกครั้งหนึ่งราวเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน แต่ก็มีจำนวนไม่มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การใช้ประโยชน์จากมะม่วงหิมพานต์

ผลมะม่วงหิมพานต์ใช้รับประทานได้ทั้งอ่อนและสุก ผลอ่อนใช้ยำและแกงกะทิ ผลสุกจะมีกลิ่นหอมใช้รับประทานแบบผลไม้ มีองค์ประกอบทางเคมีดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของผลมะม่วงหิมพานต์

องค์ประกอบ	ปริมาณ
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	87.8
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	0.2
ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	0.1
คาร์โบไฮเดรต (เปอร์เซ็นต์)	11.6
ใยอาหาร (เปอร์เซ็นต์)	0.9
แคลเซียม (มก./100 ก.)	10.0
ฟอสฟอรัส (มก./100 ก.)	10.0
เหล็ก (มก./100 ก.)	0.2
แร่ธาตุอื่น ๆ (มก./100 ก.)	200.0
วิตามินซี (มก./100 ก.)	261.0
ไทอามีน (มก./100 ก.)	0.02
ไรโบฟลาวิน (มก./100 ก.)	0.05
วิตามินเอ (มก./100 ก.)	39.0
แทนนิน (เปอร์เซ็นต์)	0.24-0.84

ที่มา: นพรัตน์ บำรุงรักษ์ (2536)

ในการนำผลมาใช้ประโยชน์นั้น จำเป็นต้องกำจัดแทนนินในผลมะม่วงหิมพานต์เสียก่อน เนื่องจากแทนนินจะทำให้เกิดรสฝาดซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การกำจัดแทนนินสามารถทำได้โดยการตกตะกอนด้วยเจลาติน หลังจากนั้นจึงนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้ (ทิพาพร อยู่วิทยา, 2534)

เนื้อมะม่วงหิมพานต์ แปรรูปเป็น แยม ผลไม้กวน ผลไม้แช่อิ่ม

น้ำมะม่วงหิมพานต์ ทำเป็นน้ำผลไม้พร้อมดื่มซึ่งเป็นที่นิยมในประเทศอินเดีย บราซิล เชื่อกันว่าสามารถกระตุ้นสมองและทำให้ความทรงจำดีขึ้น

น้ำมะม่วงหิมพานต์ใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักไวน์ซึ่งเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในประเทศบราซิล อินเดีย และแทนซาเนีย ชาวบราซิลนิยมดื่มไวน์ที่ทำจากน้ำจากมะม่วงหิมพานต์มาก เพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อว่าสามารถรักษาโรคบิดเรื้อรัง และบรรเทาความเจ็บปวดเนื่องจากโรคประสาทพิการและโรคปวดตามข้อได้

นอกจากนี้ในอุตสาหกรรมการหมัก ยังนิยมนำน้ำมะม่วงหิมพานต์มาหมักเป็นน้ำส้มสายชู และใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว (single cell protein)

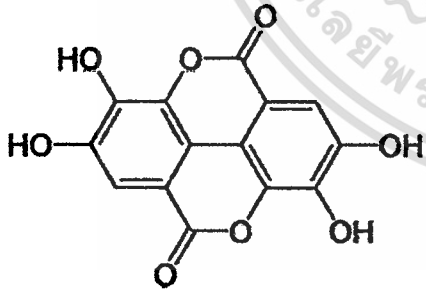
กากมะม่วงหิมพานต์ ใช้เป็นอาหารสัตว์โดยตรง หรือนำมาเลี้ยงเชื้อราเพื่อเพิ่มโปรตีนแล้วนำไปเลี้ยงสัตว์

2.2 สารประกอบแทนนิน (วัฒนา วิริวุฒิกร, 2539)

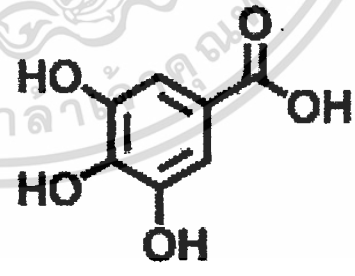
สารประกอบกลุ่มแทนนิน (tannins) เป็นสารประกอบจำพวกฟีนอลที่ละลายน้ำ (water-soluble phenolics) ที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl) เป็นจำนวนมากและโมเลกุลมีโครงสร้างที่ซับซ้อน น้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 500-3000 นอกจากนี้สารกลุ่มนี้ยังสามารถแสดงสมบัติของการเกิดปฏิกิริยาที่เฉพาะเจาะจงของฟีนอลได้ เช่น สามารถตกตะกอนกับโปรตีนต่าง ๆ อัลคาลอยด์ รวมทั้งโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น เซลลูโลส และ เพคติน ฯลฯ แทนนินแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

2.2.1 ไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน (hydrolyzable tannins)

เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อนซึ่งสามารถสลายตัวได้ง่ายเมื่อทำการแยกสลายด้วยน้ำ แทนนินชนิดนี้เป็นเอสเทอร์ระหว่างน้ำตาล 1 โมเลกุลกับกรดโพลีคาร์บอกซิลิก (polycarboxylic acid) อีก 1 โมเลกุลหรือมากกว่า น้ำตาลส่วนใหญ่ที่พบเป็นน้ำตาลกลูโคส เกิดการเชื่อมโยงแบบเดปไซด์ (depside linkage) ทำให้แทนนินถูกไฮโดรไลซ์ได้ง่ายด้วยกรด ด่าง และเอนไซม์บางชนิด (ภาพที่ 2.1) ไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนินยังสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ



กรดแอลลาจิค (Ellagic acid)



กรดแกลลิค (Gallic acid)

ภาพที่ 2.1 ลักษณะโครงสร้างของกรดที่ได้จากการแตกสลายของไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน

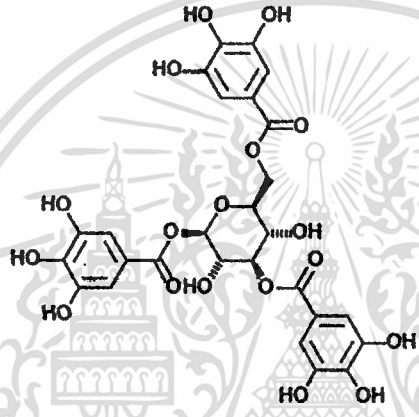
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.1 *แกลโลแทนนิน (gallotannins)*

เป็นแทนนินที่มีโครงสร้างของโมเลกุลประกบด้วยกรดแกลลิคตั้งแต่ 2 โมเลกุลขึ้นไปเชื่อมต่อกับน้ำตาลกลูโคส ตัวอย่างของแทนนินชนิดนี้ได้แก่ กลูโคแกลลิน (glucogallin) ในชาจีน และไดแกลลอลกลูโคส (3,6-digalloyl glucose) ในลูกสมอ เป็นต้น

2.2.1.2 แอลลาจิคแทนนิน (Ellagitannin)

โครงสร้างของโมเลกุลประกอบด้วยกรดแอลลาจิคและน้ำตาลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเอสเทอร์ เมื่อถูกย่อยสลายจะได้กรดแอลลาจิคและน้ำตาล ตัวอย่างของแทนนินชนิดนี้ได้แก่ โคริราจิน (corilagin) พบในลูกสมอ เป็นต้น ลักษณะโครงสร้างของแทนนินชนิดนี้ดังภาพที่ 2.2

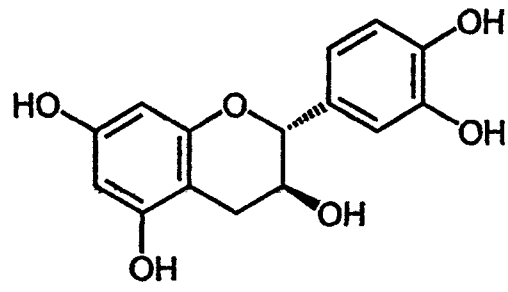


ภาพที่ 2. 2 ลักษณะโครงสร้างของโคริราจิน (Corilagin)

2.2.2 คอนเดนซ์แทนนิน (condensed tannins)

คือแทนนินชนิดรวมตัวกันแน่น เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างของโมเลกุลที่ซับซ้อนมาก จัดอยู่ในประเภทโพลีเมอริกโพลีฟีนอล (polymeric polyphenols) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 500-3000 ขึ้นไป ถูกย่อยสลายได้ยาก คอนเดนซ์แทนนินประกอบด้วยโพลีไฮดริกฟีนอล (polyhydric phenols) ซึ่งเชื่อมกันเป็นโมเลกุลใหญ่ด้วยพันธะบริเวณ C-5 ไม่สามารถไฮโดรไลซ์ด้วยกรดหรือด่าง แต่ละลายได้ดีในน้ำร้อน แอลกอฮอล์ และอะซีโตน พบมากในพืชชั้นสูง คอนเดนซ์แทนนินทุกตัวถูกสร้างขึ้นจากสารตั้งต้นคือ เคเทชิน (catechin) เป็นโครงสร้างหลักโดยรวมตัวกับกรดหรือสารอินทรีย์ต่าง ๆ ทำให้น้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้น และเมื่อนำคอนเดนซ์แทนนินไปไฮโดรไลซ์กับกรดจะเกิดโพลิเมอไลเซชัน (polymerlization) ได้ตะกอนสีแดง เรียกแทนนินชนิดนี้ว่า เรดแทนนิน (red tannin) แทนนินชนิดนี้ได้แก่ แกลลอลคาเทชิน (3-galloyl catechin) พบในใบชา และลิวโคแอนโทไซยานิน (leucoanthocyanin) พบในผลไม้สุก ลักษณะโครงสร้างของแทนนินชนิดนี้ดังภาพที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ลักษณะโครงสร้างของเคเทชิน (catechin)

2.3 คุณสมบัติทางกายภาพเคมี (physico-chemical properties)

แทนนินเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างซับซ้อน จึงไม่สามารถแยกสารสกัดที่มีสารโพลีฟีนอลหลายชนิดที่รวมกันให้บริสุทธิ์ได้โดยการตกผลึก การละลาย และพบว่าเมื่อละลายน้ำจะได้เป็นสารละลายคอลลอยด์ (colloidal solution) ส่วนการละลายขึ้นกับความสามารถในการเกิดโพลีเมอร์หรือขนาดของโพลีเมอร์นั่นเอง (degree of polymerization) ซึ่งแทนนินละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ และอะซิโตน ส่วนความคงตัวในตัวทำละลายที่เป็นน้ำ (aqueous solution) ขึ้นอยู่กับโครงสร้าง เช่น ระหว่างสกัดโดยวิธีการต้มหรือเคี่ยว สารประกอบแทนนินประเภทไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนินจะสลายตัวเป็นกรดแกลลิค (gallic acid) กรดเอลลาจิค (ellagic acid) และโคริราจิน (corilagin) ใน 30 นาที และแทนนินยังสามารถรวมตัวกับโปรตีนและอัลคาลอยด์ โดยตกตะกอนกับโปรตีน เช่น เจลาติน และ อัลบูมินได้

2.4 บทบาทและความสำคัญของแทนนินที่มีต่ออาหาร

สามารถแสดงความฝาดของแทนนินในอาหาร โดยการเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างโปรตีนและแทนนิน เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าปริมาณและชนิดของแทนนินในพืชนั้นขึ้นอยู่กับ ชนิดของพืช ความแก่อ่อน สภาพอากาศ ฤดูกาล แหล่งเพาะปลูก และช่วงการเจริญเติบโต โดยทั่วไปแทนนินเป็นสารประกอบที่ทำให้เกิดรสฝาด สารที่ทำให้เกิดรสฝาดคือ โพลิเมอริค (polymeric) ของสารประกอบกลุ่มฟีนอลและเคเทชิน (catechin) หรือฟลาโวนอล (flavanol) ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลสูง ๆ ความเข้มข้นของความฝาดที่ยอมรับได้คือ 20 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร สามารถตรวจสอบได้เมื่อนำมาละลายน้ำ ส่วนคอนเดนซ์แทนนินชนิดลิวโคแอนโทไซยานิน (leucoanthocyanin) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาพันธะเชื่อมข้ามระหว่างไกลโคโปรตีนกับโปรตีน ทำให้ผลไม้ไม่เกิดรสฝาด ในผลไม้จะมีสารประกอบฟลาโวนอย สามารถเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชันเป็นลิวโคแอนโทไซยานิน เมื่อผลไม้สุก ลิวโคแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนเป็นตะกอนแข็งไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาเชื่อมพันธะข้ามระหว่างไกลโคโปรตีนและโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ต่อไป ดังนั้นผลไม้สุกจึงมีรสฝาดน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากแทนนินอยู่ในรูปเฉื่อย (inactive) สามารถรวมตัวกับสารประกอบประเภทโปรตีนหลาย ๆ ชนิดหรือคาร์โบไฮเดรต หรือแทนนินอาจจะรวมตัวกันเอง เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงหรือมีขนาดใหญ่ จึงมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยาของผลไม้ ซึ่งสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปได้คือปฏิกิริยานั้นอาจจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรืออาจเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ สาเหตุของความฝาดนอกจากจะเกิดจากแทนนินแล้วยังมีสาเหตุอื่น ๆ ที่สามารถเกิดความฝาดได้อีก ได้แก่ เกลือของโลหะอะลูมิเนียม โครเมียม สังกะสี ตะกั่ว แคลเซียม แมกนีเซียม สารบอแรกซ์ ครคบอริกซ์ และสารคีไฮเดรต เช่น แอลกอฮอล์ อะซีโตน และกรดมิเนอรัล เช่น ฮาโลจิเนตอะซิติก

การเปลี่ยนสีในอาหาร เกิดจากปฏิกิริยาหลายแบบด้วยกัน คือเกิดจากการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอล ออกซิเดส (polyphenol oxidase) กระตุ้นให้แทนนินทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ เปลี่ยนเป็นสารประกอบสีดำ และเกิดจากปฏิกิริยารวมตัวระหว่างแทนนินกับเหล็กของมีดหรือภาชนะที่ใช้ ทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนเหล็กแทนเนท ซึ่งเป็นสีน้ำเงินดำของกรดแทนนิค (tannic acid) เกิดเป็นจุดรอยด่างสีเขียวคล้ำบนอาหาร โดยการเปลี่ยนสีในอาหารจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารด้วย และแทนนินยังทำปฏิกิริยากับโลหะแคลเซียม แมกนีเซียมที่มาจากน้ำกระด้างได้อีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเมื่อนำชา กาแฟ มาชงในน้ำกระด้าง พบว่าเกิดเป็นตะกอนสีน้ำตาลลอยบนผิวหน้าของเหลว และถ้าน้ำกระด้างมาก ยิ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชัดเจนขึ้น

แทนนินใช้เป็นสารเคลือบอาหารบางชนิด ในกรณีนี้คือมีสารบางชนิด เช่น เจลาติน นม (โดยเฉพาะเคซีน) สามารถทำปฏิกิริยากับแทนนินที่มีอยู่ในอาหารได้ เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่สามารถเคลือบอาหารบางชนิด ทำให้อายุการเก็บนานขึ้น เช่น การเก็บรักษาเนื้อ สารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นจากแทนนินและเจลาตินสามารถรวมตัวได้เป็นผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนื้อ (meat analogue) และอาหารจำพวกหมากฝรั่งที่มีความเหนียว เป็นต้น

2.5 การกำจัดความฝาดของมะม่วงหิมพานต์

การกำจัดความฝาดของผลมะม่วงหิมพานต์มีอยู่หลากหลายวิธี ซึ่งก็จะแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยผลของมะม่วงหิมพานต์สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น ไวน์ น้ำผลไม้ แยม และผลไม้กวน เป็นต้น แต่ละวิธีในการกำจัดความฝาดมีดังนี้

1. การนึ่งด้วยไอน้ำร้อนภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (Salunkhe, 1995)

2. การต้มผลมะม่วงหิมพานต์ในน้ำเดือดก่อนการนำไปแปรรูปเพื่อแยกเอาแทนนินออก (Salunkhe, 1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แช่ในน้ำเกลือที่ความเข้มข้น 2-3 เปอร์เซ็นต์ เพื่อลดปริมาณแทนนิน จากนั้นนึ่งด้วยไอน้ำเป็นเวลา 15 - 30 นาที เหมาะกับการทำผลิตภัณฑ์แยม เป็นต้น (Salunkhe, 1995)

4. การตกตะกอนด้วยเจลาตินที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์เพื่อแยกเอาแทนนินออกก่อนที่จะนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยส่วนมากจะใช้ในผลิตภัณฑ์พวกน้ำผลไม้หรือไวน์ เป็นต้น (Jackson and Schuster, 1981)

5. การสกัดเอาแทนนินออกโดยผสมสารโพลีไวนิล ไพโรไรดัน (polyvinyl pyrolidone) ประมาณ 1.4 กรัมต่อปริมาณน้ำมะม่วงหิมพานต์สด 1 กิโลกรัม จากนั้นตั้งทิ้งไว้จนตกตะกอน แล้วจึงนำไปกรองออกเพื่อให้น้ำมีความใสมากขึ้น เหมาะกับการทำน้ำผลไม้ และน้ำสควอช เป็นต้น (Jose, 2002)

6. การสกัดเอาแทนนินออกโดยผสมน้ำผลมะม่วงหิมพานต์สด 1 ลิตรกับ rice gruel หรือ kanjivellam (น้ำต้มข้าวโอ๊ต) ปริมาณ 125 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้จนตกตะกอน แล้วจึงนำไปกรองให้ใสขึ้น จากนั้นสกัดซ้ำอีกครั้ง (Jose, 2002)

2.6 ผลไม้แผ่น

ผลไม้แผ่น คือ ผลไม้ปั่นละเอียด ทำให้แห้ง แล้วม้วนเก็บไว้รับประทาน กรรมวิธีในการผลิตเริ่มจากการทำความสะอาดผลไม้ ปอกเปลือกสำหรับผลไม้บางชนิด นำเมล็ดและไส้ออก หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปปั่นละเอียด ใส่สารเพิ่มกลิ่นรสตามต้องการ เทลงบนถาดให้ได้ความหนาประมาณ 1/8-1/4 นิ้ว อบจนกระทั่งแห้งและสามารถลอกออกเป็นแผ่นได้ ม้วนหรือตัดเป็นแผ่นบรรจุในพลาสติกที่ปิดมิดชิด เก็บไว้ในที่แห้งหรือเก็บไว้ในตู้เย็น (Nada, 2001) ผลไม้แผ่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะกับคนทุกเพศทุกวัยทั้งเด็กและผู้สูงอายุ สามารถรับประทานได้ง่าย และสะดวกสบายในการเก็บ พกพาได้ง่ายในการเดินทาง (Raab and Oehler, 2001) ผลไม้หลายชนิดสามารถนำมาทำเป็นผลไม้แผ่นได้ เช่น แอปเปิล เบอร์รี่ องุ่น แพร์ พีช มะเขือเทศ สับปะรด ส้ม และกล้วย (Havana, 2001) นอกจากนั้นยังสามารถผลิตผลไม้แผ่นจากผลไม้ 2 ชนิดหรือมากกว่ารวมกันเพื่อให้ได้รสชาติที่หลากหลายมากขึ้น

2.6.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตผลไม้แผ่น

จากรายงานของ Raab และ Oehler (2001) พบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลไม้แผ่นประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

2.6.1.1 ผลไม้ที่ใช้ในการผลิตผลไม้แผ่น

ผลไม้ที่ใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นสามารถใช้ผลไม้ตามฤดูกาล แต่ควรเป็นผลไม้ที่สุกหรือค่อนข้างสุกงอม มีเนื้อผลไม้นุ่ม เหมาะที่จะใช้เป็นส่วนประกอบหลักในการทำผลไม้แผ่น และอาจเติมส่วนผสมต่าง ๆ เช่น น้ำตาลหรือน้ำผึ้ง สำหรับน้ำผึ้งนอกจากจะช่วยเพิ่มความหวานแล้วยังทำให้ผลไม้เหนียวขึ้น (Nada, 2001) ส่วนผลไม้ที่มีผลขนาดเล็ก มีเนื้อแข็ง มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นกรดสูง และมีรสขม เหมาะกับการใช้เป็นส่วนผสมเพิ่มมากกว่า (Reynolds, 2002) คุณภาพของผลไม้แผ่นที่ได้จากผลไม้ชนิดต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณลักษณะของผลไม้ที่ใช้ทำผลไม้แผ่น

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

ที่มา: ดัดแปลงจาก Henneman และ Malone (1993)

จากตารางที่ 2.2 จะพบว่าผลไม้ที่ใช้ทำผลไม้แผ่น ส่วนใหญ่เป็นผลไม้ที่อยู่ในเขตอบอุ่น (temperate fruits) เช่น แอปเปิ้ล แอปปริคอต เบอร์รี่ที่มีเมล็ด และแพร์ เป็นต้น คุณลักษณะของผลไม้แผ่นที่ได้อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

Esam และ Bakri (1992) ทำการผลิตแพร์แผ่น โดยการคัดเลือกลูกแพร์ นำมาทำความสะอาด ปอกเปลือก และนำเมล็ดออก ปั่นให้ละเอียด นำเนื้อลูกแพร์ปั่นออกมาเมื่อต้องการใช้ โดยนำเนื้อลูกแพร์ออกมาปั่นร่วมกับส่วนผสมอื่น ๆ จนละเอียดเป็นเวลา 2-3 นาที ส่วนผสมต่าง ๆ มีดังนี้ เนื้อลูกแพร์ปั่น 1400 กรัม น้ำตาลทราย 140 กรัม น้ำมันมะกอก 7 กรัม (เพื่อช่วยให้ลักษณะของเนื้อสัมผัสมีความคงตัวและเป็นประกายมากขึ้น) กรดซิตริก 15.4 กรัม และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 2.1 กรัม เมื่อส่วนผสมเข้ากันดี นำส่วนผสมทั้งหมดเทลงในถาดสแตนเลส เกลี่ยผิวหน้าให้เรียบแล้วนำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40-48 ชั่วโมง ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความยืดหยุ่น มีความนุ่ม ไม่เหนียว เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.5 ทั้งก่อนและภายหลังการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hughes และ Willeberg (2001) ผลิตแอปเปิ้ลแผ่นจากการนำแอปเปิ้ลมาทำความสะอาด ปอกเปลือก และนำไส้ออก หั่นเป็นแผ่นบาง ๆ หนาประมาณ 1/8 นิ้ว แช่ในสารละลายซัลไฟต์ (โซเดียมไบซัลไฟต์ 0.5-2 ช้อนชา ต่อน้ำ 1 ควอร์ต) นำไปลวกโดยใช้ไอน้ำร้อนนาน 3-5 นาที และนำมาเข้าตู้อบเป็นเวลา 6-12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 140 องศาฟาเรนไฮต์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะนุ่ม ยืดหยุ่น และไม่ชื้นบริเวณกลางแผ่นเมื่อตัดเป็นแผ่น

Hughes และ Willeberg (2001) ผลิตเบอร์รี่แผ่นจากการนำเบอร์รี่มาทำความสะอาดเพื่อล้างไขที่เคลือบอยู่ที่ผิวออก ลวกในน้ำเดือดนาน 15-30 นาที ทำให้เย็นโดยใส่ลงในน้ำเย็นจัด นำขึ้นมาพักไว้ให้แห้ง ปั่นให้ละเอียด และนำเข้าตู้อบเป็นเวลา 24-36 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 140 องศาฟาเรนไฮต์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะแห้งและเป็นแผ่น

นอกจากผลไม้ที่อยู่ในเขตอบอุ่นที่สามารถใช้ในการทำผลไม้แผ่นให้มีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคแล้ว ผลไม้ที่อยู่ในกลุ่มเขตร้อน (tropical fruits) ได้แก่ ขนุน มะม่วง ทุเรียน มะละกอ และสับปะรด ก็สามารถใช้ทำเป็นผลไม้แผ่นที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้เช่นกัน โดยในปี 1980 Satyaprakash และ Roy ได้ศึกษาการผลิตมะม่วงแผ่น (mango leather) จากการนำมะม่วงสุกมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก นำเนื้อมะม่วงที่ได้แช่ในสารละลายซัลไฟต์ เก็บที่อุณหภูมิ 20 30 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน จากนั้นนำเนื้อมะม่วงมาปั่นให้ละเอียด แล้วเทลงในถาดสแตนเลส เกลี่ยผิวหน้าให้เรียบแล้วนำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลรีดิวซิง น้ำตาลทั้งหมด แคโรทีนอยด์ กรดแอสคอร์บิก และการเกิดสีน้ำตาล ผลการศึกษาอายุการเก็บพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้น สำหรับที่อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส พบว่าแคโรทีนอยด์ยังคงอยู่ มีแต่กรดแอสคอร์บิกที่สูญเสียไปเมื่อผ่านความร้อน และการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส มีคุณภาพดีกว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

2.6.1.2 กรรมวิธีการทำแห้งผลไม้แผ่น

กรรมวิธีการทำแห้งผลไม้แผ่นสามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือการอบแห้งโดยตู้อบ (hot air drying) และการทำแห้งโดยใช้แสงอาทิตย์ (sun drying) โดยนำไปวางกลางแดด เมื่อไม่มีแดดแล้วให้นำถาดกลับมาแล้วนำถาดกลับไปวางอีกครั้งเมื่อมีแดด เวลาที่ใช้ในการทำแห้งด้วยวิธีนี้จะนานกว่าตัวอย่างจะแห้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม ความแรงของแดด ความชื้นของบรรยากาศ ซึ่งไม่สามารถกำหนดเวลาที่แน่นอนได้ ผลไม้แผ่นที่ได้จะมีความไม่สม่ำเสมอกันทุกครั้งและยากต่อการควบคุมคุณภาพ (Raab และ Oehler, 2001)

สำหรับการทำแห้งโดยแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ทั่วไปในการทำมะม่วงแผ่น โดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 2 วัน ขึ้นอยู่กับแดดในแต่ละวันและต้องมีการกลับหน้าของมะม่วงแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้แห้งทั่วถึง เมื่อแห้งแล้วนำมาซ้อนหรือม้วนเป็นทรงกระบอก ก่อนที่จะนำไปจำหน่าย โดยมีราคาส่งอยู่ในช่วงประมาณ 25-50 บาทต่อกิโลกรัม (สุกัญญา พัวพันธ์, 2545)

การอบแห้งผลไม้แผ่น (oven drying) วิธีนี้ใช้ได้ทั้งเตาอบไฟฟ้าและเตาอบแก๊สที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้โดยอัตโนมัติ แต่ละชั้นต้องห่างกันอย่างน้อย 2 นิ้วห่างจากผนังด้านบนและผนังด้านล่างอย่างละ 3 นิ้ว ก่อนนำส่วนผสมเข้าอบต้องเปิดเตาและตั้งอุณหภูมิ เพื่อไล่ความชื้นที่เหลือออกจากตู้อบ

Che Man and Sin (1997) ได้ศึกษาผลของชนิดเครื่องอบแห้งและสภาวะในการอบแห้งต่อคุณลักษณะของทุเรียนแผ่น พบว่าการอบแห้งตู้อบแบบ Cabinet dryer ใช้ระยะเวลาการอบแห้งสั้นกว่าการอบแห้งด้วยตู้อบแบบ Oven dryer ซึ่งขึ้นอยู่กับการหมุนเวียนอากาศภายในตู้อบด้วย การอบแห้งที่ตู้อบ 75 องศาเซลเซียสด้วยตู้อบ Cabinet dryer นาน 7 ชั่วโมง ทำให้ทุเรียนแผ่นมีสีเหลืองไหม้ ซึ่งในกรณี Oven dryer ยังได้รับการยอมรับอยู่ สำหรับเครื่องอบแห้งทั้ง 2 แบบ การใช้อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานทำให้ค่า a_w ของทุเรียนต่ำกว่า แต่เสี่ยงต่อการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ และการสูญเสียวิตามินซี ซึ่งจากการทดลองอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับเครื่องอบแห้งทั้ง 2 ชนิดนี้คือ อุณหภูมิ 47-55 องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาในการอบนาน 10-14 ชั่วโมง

2.6.1.3 ปัจจัยในการผลิต

1. กรรมวิธีและเวลาในการปั่นเนื้อผลไม้

การปั่นผสมในกระบวนการผลิตผลไม้แผ่นสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

- การผ่านความร้อนก่อนการปั่นผสม (hot break method) โดยหั่นผลไม้ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปผ่านความร้อนโดยการนึ่งเป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็นแล้วจึงนำผลไม้ไปปั่น วิธีนี้เหมาะสำหรับผลไม้ที่มีสีอ่อน และมีเนื้อแข็ง เพราะความร้อนจะทำให้การปั่นผลไม้ง่ายขึ้น เนื่องจากเนื้อผลไม้มีความอ่อนตัวลง

- การไม่ผ่านความร้อนก่อนการปั่นผสม (cold break method) โดยการหั่นผลไม้ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ปั่นให้ละเอียด แล้วนำไปผ่านความร้อนโดยการนึ่งเป็นเวลา 10 นาทีแล้วทิ้งให้เย็น

ทั้งสองวิธีจะให้ผลแตกต่างกันคือ การผ่านความร้อนก่อนการปั่นผสมจะสามารถรักษากลิ่นรส และสีของผลไม้ได้ดีกว่า

ศิริลักษณ์ ปิยพรไพบูรณ์ (2546) ศึกษาเวลาในการปั่นเนื้อสับปะรดในการทำสับปะรดแผ่น 5 ระดับคือ 2 4 6 8 และ 10 นาที เทตัวอย่างลงในถาดแล้วจึงนำเข้าตู้อบลมร้อนจนกระทั่งตัวอย่างแห้ง แล้วจึงนำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วมาทดสอบทางกายภาพพบว่าค่าความแข็ง (hardness) ของสับปะรดแผ่นลดลงเมื่อใช้ระยะเวลาการปั่นนานขึ้น เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการปั่นทำให้เส้นใยของสับปะรดมีขนาดเล็กลง โดยเรียงลำดับค่าความแข็งได้ดังนี้ 18.89 17.12 16.45 15.91 และ 15.56 นิวตัน เมื่อพิจารณาค่า a_w ค่าสี ของสับปะรดแผ่นทั้ง 5 ชนิด พบว่า มีค่า a_w อยู่ในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. เวลาในการกวน

การทำให้เนื้อผลไม้มีความเข้มข้นทำโดยนำเนื้อผลไม้ที่ผ่านการปั่นให้ละเอียดไปให้ความร้อนโดยการเคี่ยวหรือกวนที่อุณหภูมิต่ำจนกระทั่งเนื้อผลไม้เหนียว อาจเติมน้ำตาลลงไปในส่วนผสมเพื่อช่วยลดระยะเวลาในการกวน (Raab and Oeheler, 2001) จะกวนจนกระทั่งเนื้อผลไม้มีอุณหภูมิอยู่ที่ 70-85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-10 นาที เช่น สับปะรดแผ่นที่ใช้เวลาในการกวนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (ศิริลักษณ์ ปิยพรไพบูรณ์, 2546) เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่อยู่ในเนื้อผลไม้ซึ่งเป็นสาเหตุให้ผลไม้มีสีคล้ำ (Raab and Oeheler, 2001) ในขณะที่มะม่วงแผ่นจะใช้วิธีกวนมะม่วงสุกไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งร้อนจัด และกวนจนงวดลงเล็กน้อย มีความเหนียว จึงยกลงจากเตา จากการที่ผลไม้แผ่นส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำตาลเป็นองค์ประกอบค่อนข้างมากจึงไม่ควรใช้เวลาในการกวนนานเกินไป จะทำให้ผลไม้มีสีคล้ำ

3. อุณหภูมิและเวลาในการอบ

อุณหภูมิในเตาที่ใช้ในการอบตัวอย่างควรอยู่ประมาณ 140 องศาฟาเรนไฮต์ ถ้าใช้อุณหภูมิในการอบต่ำเกินไป ต้องใช้ระยะเวลาในการทำแห้งนานขึ้น แต่ถ้าใช้อุณหภูมิในการอบสูงเกินไปจะเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล และผิวหน้าของผลไม้แห้งแข็ง (case hardening) แต่ภายในยังชื้นอยู่ (Henneman และ Malone, 1993) สำหรับการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในขณะที่อบทำได้โดยการผสมกรดแอสคอร์บิกหรือน้ำผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น น้ำมะนาว น้ำสับปะรดลงไปในส่วนผสมของผลไม้แผ่น (Hughes and Willenberg, 2001; Arthey and Asherst, 1996)

ศิริลักษณ์ ปิยพรไพบูรณ์ (2546) ศึกษาเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 140 องศาฟาเรนไฮต์ในการทำสับปะรดแผ่น 9 ระดับคือ 25 26 27 28 29 30 31 32 และ 33 ชั่วโมงต่อคุณภาพด้านกายภาพของสับปะรดแผ่นพบว่า เมื่อใช้ระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้น ค่า a_w และความชื้นจะลดลง โดยค่า a_w และความชื้นของสับปะรดแผ่นที่มีค่าน้อยที่สุดคือใช้เวลาอบนาน 33 ชั่วโมงเท่ากับ 0.411 และ 3.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4. ความหนาของชิ้น

ภายหลังการกวนผสมเนื้อผลไม้ จึงเทผลไม้กวนลงถาดที่เตรียมไว้ โดยปกติจะเทเนื้อผลไม้ให้หนาประมาณ 1/8-1/4 นิ้ว เมื่อผ่านการอบแห้งแล้วจะทำให้เนื้อผลไม้มีความหนาที่เหมาะสม สามารถลอกออกจากถาดได้ง่าย (Reynold, 2002) มะม่วงแผ่นที่เทเนื้อมะม่วงให้มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนาประมาณ 1/8-1/4 นิ้ว หลังจากอบแห้งแล้วจะมีความหนาประมาณ 1.76 มิลลิเมตร (Reynold, 2002)

พรศักดิ์ ประสิทธิแพทย์ (2545) ศึกษาความหนาที่เหมาะสมต่อการผลิตทุเรียนแผ่น โดยเทส่วนผสมที่เตรียมไว้ 150 200 และ 250 กรัม ลงในถาดอะลูมิเนียมขนาด 18.5x27 เซนติเมตร หลังจากอบแห้งแล้ว จะมีความหนาเฉลี่ยตามลำดับดังนี้ 1.58 1.18 และ 0.70 มิลลิเมตร เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าทุเรียนแผ่นที่มีความหนา 1.58 มิลลิเมตรได้รับคะแนนความชอบด้านความหนาสูงสุดไม่แตกต่างกับทุเรียนแผ่นที่มีความหนา 1.18 มิลลิเมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ศิริลักษณ์ ปิยพรไพบูรณ์ (2545) ศึกษาความหนาของสับปะรดแผ่นต่อคะแนนความชอบที่ผู้บริโภคมีต่อสับปะรดแผ่น เนื่องจากผู้บริโภคต้องการสับปะรดแผ่นที่บางมาก แต่เมื่อรับประทานแล้วพบว่ามีเนื้อสัมผัสไม่ดีเท่ากับสับปะรดแผ่นที่มีความหนามากกว่า จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า สับปะรดแผ่นที่ผลิตจากเนื้อสับปะรดปั่นน้ำหนัก 300 400 500 600 และ 700 กรัม เทลงถาดสแตนเลสขนาด 21x29 เซนติเมตร หลังจากอบแห้งแล้วพบว่า สับปะรดแผ่นมีความหนาเฉลี่ยตามลำดับดังนี้ 0.75 1.00 1.25 1.50 และ 1.75 มิลลิเมตร เมื่อทดสอบความชอบที่มีผลต่อความหนา พบว่าสับปะรดแผ่นที่มีความหนา 1.5 และ 1.75 มิลลิเมตรได้คะแนนความชอบสูงสุดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

2.6.1.4 ปัจจัยในด้านองค์ประกอบ

จากรายงานของ Satyaprakash and Roy (1980) ปัจจัยที่สำคัญในการทำผลไม้แผ่นประกอบด้วย ปริมาณน้ำตาล ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total soluble solids) และปริมาณเพคติน ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในผลไม้ในปริมาณแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความแก่อ่อน เพราะการทำผลไม้แผ่นเป็นการระเหยน้ำที่มีอยู่ในผลไม้ ซึ่งทำให้องค์ประกอบเหล่านี้มีความเข้มข้นสูงขึ้น

1. ปริมาณน้ำตาล

หน้าที่ของน้ำตาลในการทำผลไม้แผ่นคือ ทำให้การเคี่ยวหรือกวนผสมเนื้อผลไม้ขณะให้ความร้อนถึงจุดเข้มข้นที่ต้องการเร็วขึ้น โดยความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสมของผลไม้แผ่นจะแตกต่างไปตามชนิดของผลไม้

พรศักดิ์ ประสิทธิแพทย์ (2545) ศึกษาผลของปริมาณน้ำตาลต่อค่าทางกายภาพของทุเรียนแผ่น เมื่อผสมน้ำตาลปริมาณ 0 5 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมทั้งหมด พบว่าปริมาณน้ำตาลไม่มีอิทธิพลต่อค่า a_w และความชื้น โดยมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.56-0.62 และความชื้น 6.69-8.54 เปอร์เซ็นต์

มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด และคณะ (2543) ศึกษาการทำมะม่วงแผ่น พบว่าการทำมะม่วงแผ่นจะใช้น้ำตาลทรายเป็นส่วนประกอบประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อมะม่วงทั้งหมด แล้วอบแห้งเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นของน้ำตาลที่สูงขึ้น ถึงแม้ว่าการใช้น้ำตาลจะมีผลทำให้เนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะม่วงกวนและส่วนผสมถึงจุดเข้มข้นที่ต้องการเร็วขึ้น แต่เนื่องจากเนื้อมะม่วงสุกมีปริมาณน้ำตาลสูงอยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องใช้น้ำตาลมาก เพราะหากน้ำตาลสูงเกินไปจะมีผลเสียคือผลไม้แผ่นนั้นจะมีรสหวานจัด และน้ำตาลส่วนที่เกินอาจจะตกผลึกทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นเนื้อทรายขณะรับประทาน

2. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total Soluble Solids)

จากรายงานของ Satyaprakash and Roy (1980) ผลไม้แผ่นเป็นอาหารที่ทำจากการต้มเนื้อผลไม้กับน้ำตาล ตั้งไฟอ่อนคนจนน้ำตาลละลาย จนกระทั่งถึงจุดเข้มข้นที่ต้องการ ซึ่งจุดนี้จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ไม่เกิน 22-25 องศาบริกซ์ แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งแห้ง จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ใส เป็นประกาย สีน่ารับประทาน ไม่เหนียวหนืด เพราะหากใช้ปริมาณน้ำตาลจนวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้มากกว่า 25 องศาบริกซ์ จะต้องใช้เวลาในการอบนาน ส่งผลให้ผลไม้มีรสหวานจัด สีคล้ำ และมีความเหนียวมาก

3. ปริมาณเพคติน

โดยทั่วไปในผลไม้จะมีสารประกอบเพคตินอยู่ในส่วนเนื้อผลไม้ ทำให้การทำมะม่วงแผ่นไม่จำเป็นต้องเติมเพคตินเพิ่มเติม จากรายงานของ Satyaprakash และ Roy (1980) พบว่าผลไม้ทุกชนิดสามารถทำเป็นผลไม้แผ่นได้ แต่เนื่องจากปริมาณน้ำตาลในผลไม้ชนิดหนึ่ง ๆ ไม่เท่ากัน ทำให้ผลไม้แต่ละชนิดจะใช้น้ำตาลในการทำผลไม้แผ่นไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับปริมาณเพคตินเป็นสำคัญ และความเปรี้ยวรองลงมา โดยปริมาณของเพคตินที่มีอยู่ในผลไม้ประมาณ 0.9-3.0 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้งก็เพียงพอต่อการทำผลไม้แผ่นแล้ว

นอกจากต้องคำนึงถึงองค์ประกอบทั้ง 3 แล้วยังต้องคำนึงถึงรสชาติของผลไม้นั้นว่าเหมาะสมแค่ไหน และผู้บริโภคนิยมมากน้อยเพียงใด สีของผลไม้นั้นเมื่อทำให้เป็นผลไม้แผ่นจะดึงดูดใจผู้บริโภคหรือไม่ (มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด และคณะ, 2543)

2.7 ภาชนะบรรจุและอายุการเก็บรักษา

บรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยสำคัญในการรักษาคุณภาพของอาหารให้ใกล้เคียงกับเมื่อออกจากกระบวนการผลิต (ปุ่น คงเกียรติเจริญ และสมพร คงเกียรติเจริญ, 2541) อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับว่าภาชนะบรรจุนั้นสามารถป้องกันผลจากปัจจัยหลายประการ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ออกซิเจน และแสง เป็นต้น

ซองโพลีโพรพิลีน ซึ่งรู้จักในชื่อถุงร้อน มีสมบัติป้องกันการซึมผ่านของอากาศและความชื้นได้น้อย เนื่องจากช่วงอุณหภูมิในการหลอมละลายที่สั้น ทำให้ซองโพลีโพรพิลีนเชื่อมติดได้ยาก แต่สมบัติเด่นประการหนึ่งของโพลิเมอร์นี้คือมีจุดหลอมเหลวสูงทำให้สามารถใช้เป็นบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภัณฑ์สำหรับบรรจุอาหารในขณะร้อน (Hot-Fill) (ปุ่น คงเกียรติเจริญ และสมพร คงเกียรติเจริญ, 2541)

ซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต เป็นบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว ประกอบด้วยวัสดุหลายชั้น ได้แก่ ฟิล์มพลาสติกชนิดต่าง ๆ และชั้นบาง ๆ ของอะลูมิเนียม ประกอบกันโดยใช้กาวเชื่อมชนิดต่าง ๆ เป็นตัวประสาน เช่น กาวเหลว (wet adhesives) กาวเทอร์โมพลาสติก (thermoplastic adhesives) และกาวหลอม (hot-melt laminated) ซองอะลูมิเนียมฟิล์มลามิเนตที่ได้แตกต่างกันตามความสามารถในการป้องกันการผ่านไอน้ำ ออกซิเจน แสง และแรงเจาะทะลุ ซองแบบนี้เหมาะสำหรับการเก็บอาหารแห้ง (Dauthy, 1995)

การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นที่ได้จากการทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์หลายชนิดด้วยกันพบว่าจุดตัดสินใจการเสื่อมเสียเป็นดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ดัชนีที่ใช้ในการศึกษาเวลาในการเก็บรักษาผลไม้แผ่น

ชนิดผลไม้	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ดัชนีในการเสื่อมเสีย	อายุการเก็บรักษาจริง (สัปดาห์)
ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง	OPP	28-33	สี	6
ทุเรียนพันธุ์ชะนี	OPP	28-33	สี	6
	อะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต	30-35	สี	10
		45	สี	1
		55	สี	<1
	ไนล่อน	30-35	สี	8
		45	สี	1

ที่มา : พรศักดิ์ ประสิทธิแพทย์ (2545)

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย (2533) กล่าวว่า การที่ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้ช่วงระยะเวลาหนึ่งโดยไม่เสื่อมเสียเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง และการที่จะยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารให้มีคุณภาพใกล้เคียงกับคุณภาพที่เพิ่งออกจากกระบวนการผลิต โดยปัจจัยเรื่องบรรจุภัณฑ์เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์จะเท่าใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์จะสามารถเก็บได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ออกซิเจน และแสง ก่อนที่จะศึกษาอายุการเก็บจึงจำเป็นต้องเข้าใจหลักการในการแปรรูปผลิตภัณฑ์นั้น ๆ และเข้าใจถึงลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเสื่อมเสียที่สำคัญที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์นั้น ฉะนั้นในผลิตภัณฑ์ประเภทตากแห้ง การควบคุมความชื้นให้ได้ปริมาณตามต้องการจะมีประสิทธิภาพต่อเมื่อบรรจุภัณฑ์นั้นสามารถบรรจุผลิตภัณฑ์ได้สนิท ถ้าความชื้นเกินกว่าขอบเขตที่ตั้งไว้จะก่อให้เกิดปัญหาต่อไปนี้

-ความชื้นน้อยเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์แตกหัก และยังช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันอีกด้วย

-ความชื้นมากเกินไปจะให้ผลตรงกันข้าม คือ ทำให้รสชาติและเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป

อายุการเก็บรักษาหมายถึง ช่วงระยะเวลาของการเก็บรักษาได้ตั้งแต่ผลิตภัณฑ์นั้นถูกผลิตออกมาจนกระทั่งผลิตภัณฑ์นั้นอยู่ในสภาพที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ความสำคัญของการศึกษาอายุการเก็บรักษาสามารถทำให้ผู้ผลิตกำหนดวันหมดอายุของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผู้บริโภคทราบและประกันคุณภาพว่าผลิตภัณฑ์ในช่วงนี้มีคุณภาพตรงกับที่แจ้งไว้ในฉลาก ผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บนานจึงได้มีการศึกษาโดยวิธีการเร่งอุณหภูมิแทน วิธีนี้คล้ายกับการเก็บจริงแต่เร่งเวลาการเสียให้เร็วขึ้น โดยการเพิ่มอุณหภูมิหรือความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น

Borlin และ Stanfford (1976) กล่าวว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อย่างมาก บรรจุภัณฑ์ที่ต้านทานการซึมผ่านของไอน้ำและออกซิเจนได้ดีอย่างเช่นซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น

Irwandi และ Che Man (1995) ได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาทุเรียนแผ่นเป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 และจะลดลงในสัปดาห์ที่ 8 และ 12 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าการยอมรับในผลิตภัณฑ์ยังมีระดับคะแนนสูงถึงแม้ว่าการเก็บรักษาเกิน 12 สัปดาห์

Che Man และ Sin (1997) พบว่าขนุนแผ่นที่บรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการบรรจุในซองโพลีโพรพิลีน (PP) การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจริงในท้องตลาดพบว่าผู้บริโภคในท้องตลาดให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นมากกว่าผู้ทดสอบในห้องทดลอง

Irwandi และคณะ (1998) ศึกษาอายุการเก็บรักษาของทุเรียนแผ่นในภาชนะบรรจุ 4 ชนิด ได้แก่ อะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต (LAF) ไฮเดนซิตี้โพลีเอทธิลีน (HDPE) โลว์เดนซิตี้โพลีเอทธิลีน (LDPE) และโพลีโพรพิลีน (PP) ที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามีการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลขึ้นในทุเรียนแผ่นที่บรรจุในซองที่ทำด้วยวัสดุทั้ง 4 ชนิด เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยมีการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลมากที่สุดในทุเรียนแผ่นที่บรรจุซองโลว์เดนซิตี้พอลิเอทธิลีน (LDPE) เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ทุเรียนแผ่นจะมีความชื้นเพิ่มขึ้น ทำให้มีค่าความแข็ง (hardness) ลดลง การบรรจุทุเรียนแผ่นในอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตช่วยป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับภาชนะบรรจุอีก 3 ชนิด จึงสามารถรักษาเนื้อสัมผัสของทุเรียนแผ่นได้ดีที่สุด นอกจากนี้อะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตยังเป็นบรรจุภัณฑ์ที่สามารถยับยั้งการเจริญของ mesophile bacteria ราและยีสต์ การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 7-points hedonic scale พบว่าทุเรียนแผ่นที่เก็บในภาชนะบรรจุ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
85156

ชนิด ได้รับการยอมรับในระดับชอบถึงชอบมากที่สุด (มีคะแนนความชอบมากกว่า 4) จากผู้ทดสอบตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์

พรศักดิ์ ประสิทธิ์แพทย์ (2545) ศึกษาการเก็บทุเรียนแผ่นที่เติมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 500 ppm ซึ่งบรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะเหมาะกับการเก็บรักษาทุเรียนแผ่นจากพันธุ์ชะนีแต่ไม่เหมาะกับทุเรียนแผ่นจากทุเรียนหมอนทอง การเก็บรักษาทุเรียนแผ่นทั้ง 2 ชนิดในตู้เย็นจะช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-33 องศาเซลเซียส) ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและบรรจุในอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตจะช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ดีกว่าบรรจุในซองพลาสติกใส (OPP) เล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ผลมะม่วงหิมพานต์จากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์และจังหวัดตราด

3.1.2 น้ำตาลทราย ตรามิตรผลของบริษัทน้ำตาลมิตรผล

3.1.3 แบะแซ ตราช. ช้างของบริษัทเซฟสไตร์ (DE เท่ากับ 42)

3.1.4 เกลือ ตราปรุงทิพย์ของบริษัทอุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด

3.1.5 ซองโพลีโพรพิลีน ขนาด 4x7.5 นิ้ว จากตลาดสำเพ็ง

3.1.6 ซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต ขนาด 4x6 นิ้ว (PET/ALU/PE) จากตลาดสำเพ็ง

3.2 สารเคมี

3.2.1 สารเคมีในการวิเคราะห์หาปริมาณแทนนิน (Brune *et. al*, 1991)

3.2.1.1 โซเดียมอะซิเตท (sodium acetate)

3.2.1.2 กรดอะซิติก (acetic acid)

3.2.1.3 ไดเมทิลฟอร์มาไมด์ (dimethyformamide)

3.2.1.4 เคเทชิน (catechin)

3.2.1.5 กรดแทนนิค (tannic acid)

3.2.1.6 เฟอร์ริก แอมโมเนียม ซัลเฟต (ferric ammonium sulfate)

3.2.1.7 กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid)

3.2.1.8 อาราบิก กัม (arabic gum)

3.2.1.9 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide)

3.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเพคติน (AOAC, 2000)

3.2.2.1 กรดซัลฟูริก (sulfuric acid)

3.2.2.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide)

3.2.2.3 เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ (ethanol 95%)

3.2.2.4 กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 อุปกรณ์ในการผลิต

3.3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1.1 เครื่องอบลมร้อน (Tray dry)	Model BWS-3	ไทย
3.1.1.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก	Mettler. AE 204	สวิสเซอร์แลนด์
3.1.1.3 เครื่องวัดค่าสี	Minoltra, CRD-30D	สวิสเซอร์แลนด์
3.1.1.4 เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส	TA-XT2	อังกฤษ
3.1.1.5 เครื่องวัดค่า a_w	NOVZSINA RS 232	สวิสเซอร์แลนด์
3.1.1.6 รีแฟรคโตมิเตอร์	ATAGO N-1E	ญี่ปุ่น

3.4 วิธีการทดลอง

กระบวนการผลิตมะม่วงหิมพานต์แผ่น

เนื้อมะม่วงหิมพานต์หนัก 300 กรัม (ทั้งเปลือกทั้งผล)

⇩

ปั่นให้ละเอียด

⇩

ปรับความหวานด้วยน้ำตาลทราย แบะแซ ตามปริมาณที่ต้องการศึกษา เติมเกลือ 0.02 เปอร์เซ็นต์

ใส่ลงในกระทะทองเหลือง

⇩

กวนส่วนผสมจนกระทั่งมีอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

⇩

เทส่วนผสมปริมาณ 330 กรัมลงถาดขนาด 28x38x1.5 เซนติเมตร

⇩

เกลี่ยให้เรียบและสม่ำเสมอ

⇩

อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนเหลือความชื้นตามต้องการ

⇩

ตัวอย่างหนา 1.55 มิลลิเมตร และตัดเป็นชิ้นขนาด 4x4 เซนติเมตร

⇩

มะม่วงหิมพานต์แผ่น

ภาพที่ 3.1 กระบวนการผลิตมะม่วงหิมพานต์แผ่น (ดัดแปลงจากนิรชรา รู้คุณ, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 วิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ

การเตรียมวัตถุดิบ

ล้างทำความสะอาดผลมะม่วงหิมพานต์ด้วยน้ำเปล่า จากนั้นผึ่งให้แห้งแล้วบรรจุลงในถุงโลว์เดนซิตี้โพลีโพรพีลีน (low density polyethylene) หนักถุงละ 600 กรัม เก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

เมื่อต้องการนำมาใช้ นำผลมะม่วงหิมพานต์ออกจากตู้แช่แข็ง ทำให้ละลายด้วยไมโครเวฟโดยใช้ระดับไฟ MEDIUM LOW 30 เปอร์เซ็นต์ (ระดับ 2) เป็นเวลา 3 นาที

วิเคราะห์ส่วนประกอบของผลมะม่วงหิมพานต์ (ทั้งเปลือกทั้งผล)ในด้าน

3.4.1.1 ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

3.4.1.2 ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)

3.4.1.3 ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)

3.4.1.4 ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)

3.4.1.5 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000)

3.4.1.8 ปริมาณเพคติน (AOAC, 2000)

3.4.1.6 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)

3.4.1.7 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

3.4.2 ศึกษาวิธีการกำจัดแทนนินในผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่น

นำผลมะม่วงหิมพานต์ที่ทำให้ละลายแล้วมาศึกษาวิธีการกำจัดแทนนิน โดยใช้แปรปัจจัยเป็นสภาวะต่างๆ 3 สภาวะดังนี้

ปัจจัยที่ 1 คือไม่แช่สารละลายใด ๆ เป็นตัวควบคุม

ปัจจัยที่ 2 คือนึ่งผลมะม่วงหิมพานต์ด้วยไอน้ำร้อนที่ความดันประมาณ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 4 นาที

ปัจจัยที่ 3 คือต้มผลมะม่วงหิมพานต์จนอุณหภูมิกึ่งกลาง (core temperature) ได้ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที วัดอุณหภูมิด้วยเครื่อง Thermocouple

นำมะม่วงหิมพานต์ที่ได้มาตรวจวิเคราะห์ปริมาณแทนนิน (Brune *et al.*, 1989) และวิเคราะห์ผลการทดลองตามแผนการทดลองแบบ Complete Randomize Design (CRD) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 9.0 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ทดลอง 2 ซ้ำ เพื่อเลือกวิธีการกำจัดแทนนินที่เหมาะสมมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ศึกษาการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้และแบะแซที่เหมาะสม

ผลิตมะม่วงหิมพานต์แผ่นด้วยกระบวนการดังรูปที่ 3.1 โดยใช้วิธีลดแทนนินที่เหมาะสมจากการทดลองข้อ 3.4.2 ศึกษาผลของการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้และแบะแซที่แตกต่างกัน โดยมีปัจจัยที่ศึกษาคือ

ปัจจัย 1 ปริมาณแบะแซ 3 ระดับคือ 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ (w/w ของปริมาณแบะแซ/เนื้อมะม่วงหิมพานต์บด)

ปัจจัย 2 ปริมาณน้ำตาลทราย 2 ระดับคือ 25 และ 30 องศาบริกซ์

นำตัวอย่างมะม่วงหิมพานต์แผ่นอบแห้งที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพในด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.4.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

-วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้านแรงดึงด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส รุ่น TA-XT2i

-วัดค่า water activity ด้วยเครื่องวัดค่า a_w รุ่น Novasina MS1

-วัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี รุ่น Minoltra, CR-30D

3.4.3.2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนความชอบแบบ 7-point hedonic scale ในด้านสี รสหวาน ความเหนียว ความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน

ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติข้อ 3.4.3.1โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial in Complete Randomize Design ขนาด 3x2 ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในข้อ 3.4.3.2 วิเคราะห์แบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยใช้แกรมสำเร็จรูป SPSS Version 9.0 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อเลือกปริมาณของแข็งที่ละลายได้และแบะแซที่เหมาะสมมาใช้ในการทำมะม่วงหิมพานต์แผ่นต่อไป

3.4.4 ศึกษาความชื้นที่เหมาะสมของมะม่วงหิมพานต์แผ่น

ผลิตมะม่วงหิมพานต์แผ่นด้วยกระบวนการดังรูปที่ 3.1 โดยใช้วิธีลดแทนนินจากการทดลองข้อ 3.4.2 ใช้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้และแบะแซจากการทดลองข้อ 3.4.3 จากนั้นนำตัวอย่างมะม่วงหิมพานต์แผ่นไปอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน (Tray dry) จนเหลือความชื้นประมาณ 8 10 และ12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ บันทึกระยะเวลาที่ใช้ในกาอบแห้ง จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ กันดังนี้

3.4.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

-วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้านแรงดึง ด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส รุ่น TA-XT2i

-วัดค่า water activity ด้วยเครื่องวัดค่า a_w รุ่น Novasina MS1

3.4.4.2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.4.3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติในข้อ 3.4.4.1 ด้วยแผนการทดลองแบบ Complete Randomize Design (CRD) ส่วนข้อ 3.4.4.2 วิเคราะห์ผลแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยใช้แกรมสำเร็จรูป SPSS Version 9.0 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ทดลอง 2 ซ้ำเพื่อเลือกความชื้นที่เหมาะสมมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่น

3.4.5 ศึกษาภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่น

นำมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่ผู้ทดสอบยอมรับในข้อ 3.4.4 มาศึกษาภาชนะบรรจุที่แตกต่างกัน โดยบรรจุมะม่วงหิมพานต์แผ่นขนาด 4x4 เซนติเมตรในซองต่างกัน 2 ชนิดคือ ซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต ขนาด 4x6 นิ้ว และซองโพลีโพรพิลีนขนาด 4x7.5 นิ้ว นำผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ ทำการตรวจสอบทุก 2 สัปดาห์เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.4.5.1 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

-วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้านแรงดึงด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส รุ่น TA-XT2i

-วัดค่า water activity ด้วยเครื่องวัดค่า a_w รุ่น Novasina MS1

-วัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี รุ่น Minoltra, CR-30D

3.4.5.2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี

-วัดค่าความชื้น (AOAC, 2000)

3.4.5.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ใช้แบบสอบถามแบบ 7-point hedonic scale และใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ด้านสี รสหวาน ความเหนียว ลักษณะปรากฏ ความชอบโดยรวม

วิเคราะห์ผลการทดลองจากข้อ 3.4.5.1 ถึง 3.4.5.2 ใช้แผนการทดลองแบบ split-plot Design โดย main plot เป็นเวลาการเก็บ และ sub plot เป็นภาชนะบรรจุ ส่วนผลการทดลองในข้อ 3.4.5.3 วิเคราะห์ผลแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยใช้แกรมสำเร็จรูป SPSS Version 9.0 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ทดลอง 2 ซ้ำ เพื่อเลือกภาชนะบรรจุที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของผลมะม่วงหิมพานต์แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของผลมะม่วงหิมพานต์

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)
ความชื้น	88.22±0.84
โปรตีน	0.30±0.35
ไขมัน	0.16±0.42
เถ้า	0.37±0.42
คาร์โบไฮเดรต	10.95±0.49
ปริมาณเพคติน	3.72±0.05
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	8.72±0.11
ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	3.96±0.09

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของผลมะม่วงหิมพานต์ด้านความชื้น โปรตีน และไขมัน จะได้ค่าดังนี้คือ 88.22 0.30 และ 0.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ของนพรัตน์ บำรุงรัตน์ (2536) ซึ่งวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน และไขมัน ได้ 87.80 0.20 และ 0.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นว่าค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน สำหรับปริมาณเถ้าพบว่าวิเคราะห์ได้ 0.37 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกันกับปริมาณเถ้าจากการศึกษาของ Morton (1987) คือ 0.19-0.34 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตได้ 10.95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ของนพรัตน์ บำรุงรัตน์ (2536) คือ 11.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณเพคตินเท่ากับ 3.72 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Raimundo และคณะ (2002) ที่วิเคราะห์ได้ 4.85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้และค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ได้ 8.72 องศาบริกซ์ และ 3.96 ซึ่งใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ของพิมพ์ประภา หอวัฒนพาณิชย์ และอิทธิพร เรืองไพศาลเศรษฐ์ (2546) ซึ่งวิเคราะห์ได้ 8.9 องศาบริกซ์ และ 3.5 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ศึกษาวิธีการกำจัดแทนนินในผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่น

เมื่อนำผลมะม่วงหิมพานต์แช่แข็งมาทำให้ละลาย แล้วศึกษาวิธีการลดแทนนินโดยใช้สภาวะต่างๆ ที่แตกต่างกันได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณแทนนิน (μg/g) ในมะม่วงหิมพานต์แผ่นเมื่อใช้สภาวะการให้ความร้อนต่างกัน

สภาวะ	ปริมาณแทนนิน (μg/g)
ตัวอย่างควบคุม	149.76±0.23[a]
นึ่งที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วนาน 4 นาที	20.28±0.44[b]
ต้มจนอุณหภูมิกึ่งกลาง (core temperature) ของผลมะม่วงหิมพานต์ไม่ต่ำกว่า 95 องศาเซลเซียส นาน 4 นาที	20.39±0.79[b]

หมายเหตุ [a,b] ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.2 พบว่าวิธีการกำจัดแทนนินโดยการนึ่งที่ความดันประมาณ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วนาน 4 นาที และการต้มผลมะม่วงหิมพานต์จนอุณหภูมิกึ่งกลางได้ไม่ต่ำกว่า 95 องศาเซลเซียส นาน 4 นาที สามารถกำจัดแทนนินให้เหลือในปริมาณที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แทนนินเป็นสารประกอบเชิงซ้อนพวกฟีนอลิก (phenolic compound) ที่ทำให้เกิดความฝาดในผักและผลไม้ ซึ่งสารที่ทำให้เกิดความฝาดคือ โพลีเมอร์ของสารประกอบกลุ่ม ฟีนอล (วัฒนา วิริวุฒิกร, 2539) สารเหล่านี้มีสมบัติในการละลายในน้ำร้อนได้ดี (ประชา บุญญสิริกูล และอรวินท์ โทรกี, 2519) และไม่ทนต่ออุณหภูมิสูง (วิวัฒน์ หวังเจริญ, 2545) การต้มและการนึ่งเป็นวิธีที่อาศัยน้ำเป็นตัวกลางในการส่งผ่านความร้อนเช่นเดียวกัน ความร้อนจะมีผลทำให้โครงสร้างฟีนอลิกของแทนนินเกิดการเปลี่ยนแปลงไป (วิวัฒน์ หวังเจริญ, 2545) จะเห็นว่าการให้ความร้อนสองวิธีในการทดลองสามารถทำลายแทนนินในผลมะม่วงหิมพานต์ให้เหลืออยู่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่เนื่องจากการกำจัดแทนนินโดยวิธีนึ่งด้วยความดันนั้นเป็นวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยากมากกว่าการต้ม เนื่องจากต้องใช้หม้อนึ่ง (autoclave) ซึ่งแตกต่างจากวิธีการต้มที่ไม่มีการใช้เครื่องมือที่ยุ่งยากและซับซ้อน จึงสะดวกในการทำงานมากกว่า

ดังนั้นจึงเลือกวิธีการต้มผลมะม่วงหิมพานต์จนอุณหภูมิกึ่งกลาง (core temperature) ได้ไม่ต่ำกว่า 95 องศาเซลเซียสนาน 4 นาที เป็นวิธีการกำจัดแทนนินที่เหมาะสมที่สุด จากการทดลองจะต้มผลมะม่วงหิมพานต์ในน้ำเดือดนาน 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้และแบะแซที่เหมาะสม

ค่าคุณภาพทางกายภาพของมะม่วงหิมพานต์แผ่น เมื่อปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้และใช้ปริมาณแบะแซในปริมาณที่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.3 ค่า p-value จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซรวมทั้งอิทธิพลร่วมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซเมื่อแปรค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้และแบะแซในปริมาณที่ระดับต่าง ๆ

SOV	p-value				
	L	a	b	ค่าแรงดึง	a_w
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*
ปริมาณแบะแซ	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.002*
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ xปริมาณแบะแซ	0.026*	0.024*	0.001*	0.001*	0.035*

หมายเหตุ * หมายถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns หมายถึง ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.3 พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและปริมาณแบะแซรวมทั้งอิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัยนี้มีผลทำให้ความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) ค่าแรงดึง และค่า a_w แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลของอิทธิพลร่วมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซต่อความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าแรงดึงและค่า a_w แสดงในตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

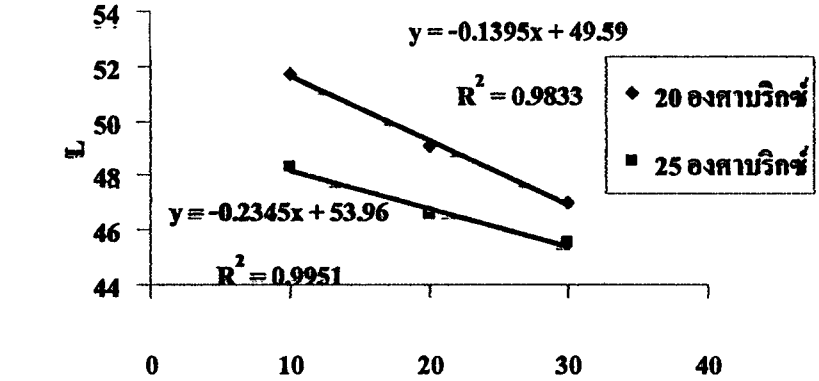
ตารางที่ 4.4 ผลของอิทธิพลร่วมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซต่อความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าแรงดึงและค่า a_w

TSS	ปริมาณแบะแซ(%w/w)	ความสว่าง	ค่าสีแดง	ค่าสีเหลือง	ค่าแรงดึง (N/m^2)	a_w
20	10	50.71 ± 0.49^{a}	5.95 ± 0.83^{e}	31.69 ± 0.11^{a}	0.604 ± 0.05^{f}	0.64 ± 0.01^{a}
20	20	49.28 ± 0.50^{b}	6.85 ± 0.60^{c}	31.08 ± 0.36^{c}	1.090 ± 0.08^{d}	0.57 ± 0.08^{b}
20	30	48.62 ± 0.22^{c}	7.53 ± 0.76^{b}	30.48 ± 0.40^{e}	1.685 ± 0.09^{b}	0.54 ± 0.01^{c}
25	10	48.30 ± 0.36^{d}	6.61 ± 0.54^{d}	31.18 ± 0.45^{b}	0.778 ± 0.03^{e}	0.63 ± 0.01^{a}
25	20	46.89 ± 0.32^{e}	7.50 ± 0.12^{b}	30.58 ± 0.24^{d}	1.383 ± 0.07^{c}	0.56 ± 0.01^{c}
25	30	45.51 ± 0.45^{f}	8.14 ± 0.11^{a}	29.90 ± 0.33^{f}	1.937 ± 0.04^{a}	0.48 ± 0.01^{d}

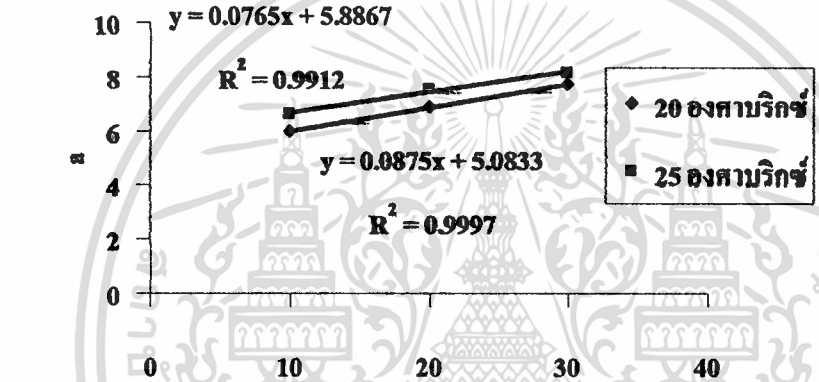
หมายเหตุ ^{a,b,c,d,e,f} ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.4 พบว่าอิทธิพลร่วมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและปริมาณแบะแซมีผลทำให้ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าแรงดึง และค่า a_w แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากตารางสามารถนำมา plot กราฟได้ดังภาพที่ 4.1 ถึง 4.3

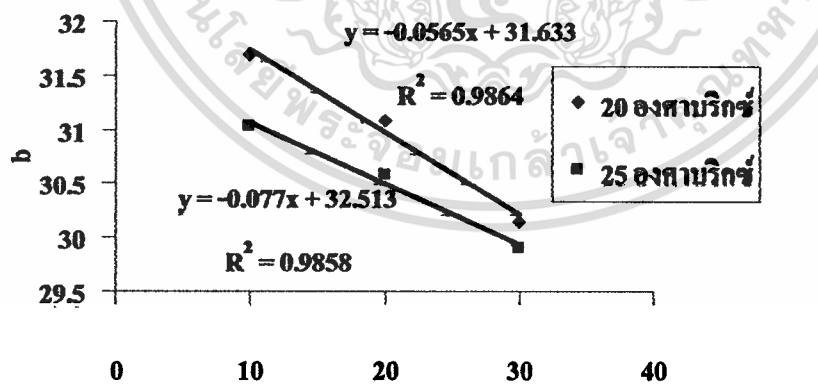
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



L(A)



a(B)



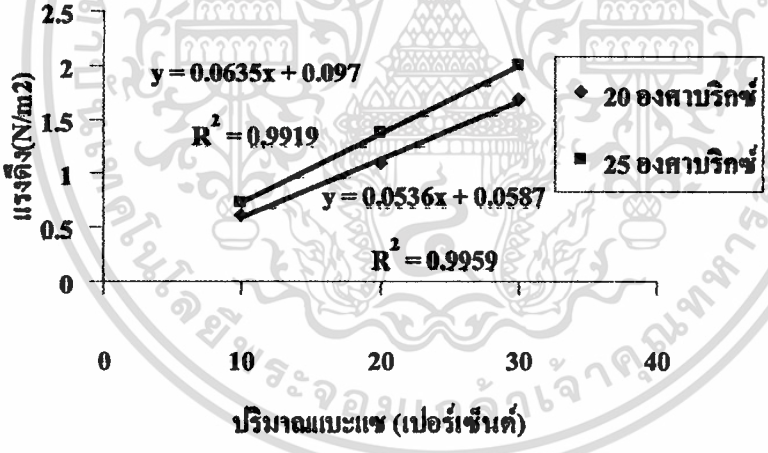
b(C)

ภาพที่ 4.1 อิทธิพลร่วมของปริมาณของแข็งที่ละลายและปริมาณแบะแซต่อค่า L(A) a(B) และ b(C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการวิเคราะห์ความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง พบว่ามะม่วงหิมพานต์แผ่นที่มีการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้นจาก 20 เป็น 25 องศาบริกซ์ และปริมาณแบะแซเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 30 เปอร์เซ็นต์ มีความสว่าง และค่าสีเหลือง ลดลง แต่ค่าสีแดง มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ นั่นหมายถึงผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้นจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (browning reaction) ที่ไม่อาศัยเอนไซม์แบบเมลลาร์ด (Maillard reaction) โดยการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากหมู่คาร์บอนิลจากโมเลกุลของน้ำตาลรีดิวซิงกับหมู่เอมีนที่อยู่ในโมเลกุลของกรดอะมิโนหรือโปรตีน (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545) ที่อยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงและระยะเวลานานทำให้เกิดเป็นสารประกอบสีน้ำตาลขึ้นในผลิตภัณฑ์ ซึ่งการทำแห้ง (dehydration) สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์แบบเมลลาร์ดได้ (Britnell, 1995)

แบะแซเป็นสารให้ความหวานที่มีน้ำตาลรีดิวซิงอยู่ (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2539) โดยแบะแซเป็นผลิตภัณฑ์จากการไฮโดรไลซ์แป้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นน้ำตาลมอลโตส และกลูโคสที่จัดว่าเป็นกลุ่มของน้ำตาลรีดิวซิงซึ่งเป็นสารตั้งต้นสำคัญในการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์แบบเมลลาร์ด (Rizzi, 1994)



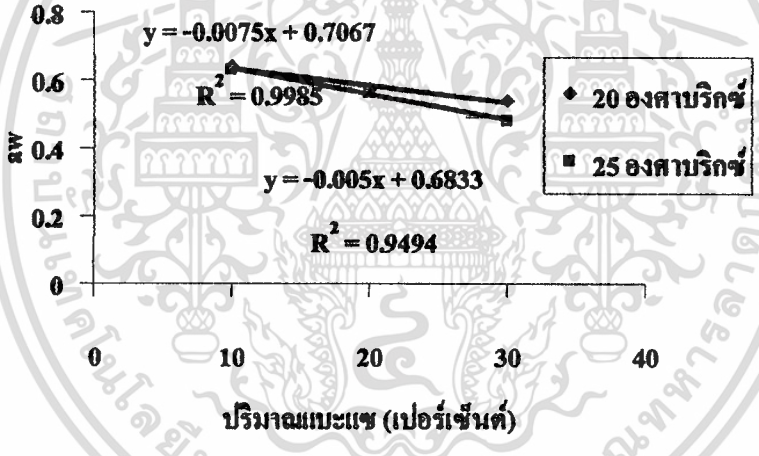
ภาพที่ 4.2 อิทธิพลร่วมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซค่าแรงดึง

จากภาพที่ 4.2 พบว่าอิทธิพลร่วมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและปริมาณแบะแซมีผลทำให้ค่าแรงดึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มะม่วงหิมพานต์แผ่นที่มีการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้นจาก 20 เป็น 25 องศาบริกซ์ และเพิ่มปริมาณแบะแซจาก 10 เป็น 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าแรงดึงเป็นค่าคุณภาพที่สามารถบอกลักษณะเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัสในด้านความเหนียว มะม่วงหิมพานต์แผ่นที่วัดค่าแรงดึงได้สูงจะมีเนื้อสัมผัสที่เหนียวมากกว่า เพราะเมื่อปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้เพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำตาลในส่วนผสมจะมากขึ้นสามารถทำให้เพคตินที่มีอยู่ในเนื้อผลไม้เกิดเป็นโครงสร้างคล้ายร่างแหซับซ้อนที่สามารถอุ้มน้ำได้ กลายเป็นเจล ซึ่งจากการศึกษาของ Nishinari, *et al.* (1997) พบว่าโมเลกุลของน้ำตาลจะสร้างพันธะไฮโดรเจนภายในเจล ทำให้ junction zones เพิ่มขึ้น ส่งผลให้โครงร่างเจลแข็งแรงขึ้น เมื่อผ่านการทำแห้งจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่นที่ได้มีความเหนียว นอกจากนั้นการเพิ่มปริมาณแบะแซยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวเพิ่มขึ้น เนื่องจากแบะแซที่ใช้มีค่า DE เท่ากับ 42 นั่นคือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการไฮโดรไลซ์แป้งระดับปานกลางและยังมีส่วนประกอบของแป้งเหลืออยู่ (Pamela. *et al.*, 1995) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวเพิ่มขึ้น (Lees, 2001) เนื่องจากแป้งจัดเป็นโพลิเมอร์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่มีการจับตัวกันเป็นสายยาว และมีแรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุลมากเกิดเป็นพันธะที่แข็งแรงระหว่างกัน ส่งผลให้มีความเหนียวเพิ่มขึ้น (Wikipedia, 2008) ดังนั้นเมื่อใช้ปริมาณแบะแซที่มากขึ้น จึงส่งผลให้ค่าแรงดึงของมะม่วงหิมพานต์แผ่นสูงขึ้นด้วยเช่นกัน



ภาพที่ 4.3 อิทธิพลร่วมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซต่อค่า a_w

จากภาพที่ 4.3 พบว่าอิทธิพลร่วมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและปริมาณแบะแซมีผลทำให้ค่า a_w แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทดลองพบว่าการเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีผลทำให้ค่า a_w ลดลง เนื่องจากค่า a_w คือปริมาณน้ำอิสระในอาหารที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ โดยเมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นจะไปจับตัวกับน้ำในอาหารทำให้น้ำอิสระ (free water) ในผลิตภัณฑ์ลดลง ค่า a_w จึงลดลง เช่นเดียวกับเมื่อใช้ปริมาณแบะแซที่เพิ่มขึ้น พบว่าค่า a_w ของมะม่วงหิมพานต์แผ่นก็มีค่าลดลงเช่นเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากแบะแซเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการไฮโดรไลซ์แป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นบางส่วน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีน้ำตาลมอลโตสและกลูโคสอยู่ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545) ดังนั้นเมื่อใช้ปริมาณแบะแซเพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น และไปจับตัวกับน้ำในอาหารทำให้น้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ลดลง ค่า a_w จึงลดลง

มะม่วงหิมพานต์แผ่นที่ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้เป็น 25 องศาบริกซ์ และใช้ปริมาณแบะแซร้อยละ 20 วัดค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าแรงดึง และค่า a_w ได้ 48.30 7.50 30.78 1.383 N/m^2 และ0.56 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จากมะม่วงกวนทั่วไปในท้องตลาดคือ48.40 7.35 30.68 1.370 N/m^2 และ0.55 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกใช้สภาวะนี้ในการผลิตมะม่วงหิมพานต์แผ่น

4.3.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซในระดับต่าง ๆ ได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี รสหวาน ความเหนียว และความชอบโดยรวม ของมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซต่างกัน

TSS (องศาบริกซ์)	ปริมาณแบะแซ (%w/w)	สี	ความหวาน	ความเหนียว	ความชอบโดยรวม
20	10	5.34 ± 0.89^{b}	3.94 ± 0.83^{d}	4.09 ± 0.81^{c}	4.63 ± 1.15^{c}
20	20	5.31 ± 0.56^{b}	4.13 ± 0.90^{c}	4.11 ± 0.59^{c}	4.67 ± 1.38^{c}
20	30	5.14 ± 0.92^{c}	4.40 ± 0.67^{c}	3.66 ± 0.69^{d}	3.39 ± 0.93^{d}
25	10	6.18 ± 0.45^{a}	5.25 ± 0.68^{b}	6.22 ± 0.65^{b}	5.91 ± 0.26^{b}
25	20	6.25 ± 0.32^{a}	6.18 ± 0.72^{a}	6.61 ± 0.67^{a}	6.55 ± 0.37^{a}
25	30	5.18 ± 1.23^{c}	6.20 ± 0.81^{a}	3.78 ± 0.63^{d}	3.19 ± 1.22^{d}

หมายเหตุ ^{a,b,c} ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ด้านความชอบสี จะเห็นว่าการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้เป็น 25 องศาบริกซ์และใช้ปริมาณแบะแซ 10 และ20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ตัวอย่างได้รับคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน และคะแนนจะสูงกว่าเมื่อใช้สภาวะอื่น ทั้งนี้เนื่องจากมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่ได้มีสีคล้ายกับมะม่วงแผ่นทั่วไป ส่วนการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้เป็น 20 องศาบริกซ์และใช้ปริมาณแบะแซ 30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ตัวอย่างได้คะแนนต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากมะม่วงหิมพานต์ที่ได้จะมีสีคล้ำมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านความชอบความหวาน จะเห็นว่าการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้เป็น 25 องศาบริกซ์และใช้ปริมาณแบะแซ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ทำให้ตัวอย่างได้รับคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน และคะแนนจะสูงกว่าเมื่อใช้สภาวะอื่น เนื่องจากมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่ได้มีรสหวานพอดีไม่น้อยหรือมากเกินไป ส่วนการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้เป็น 20 องศาบริกซ์และใช้ปริมาณแบะแซ 10 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างจะได้คะแนนต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีรสหวานน้อยเกินไป

ด้านความชอบความเหนียว จะเห็นว่าการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้เป็น 25 องศาบริกซ์และใช้ปริมาณแบะแซ 20 เปอร์เซ็นต์ทำให้ตัวอย่างได้รับคะแนนสูงกว่าเมื่อใช้สภาวะอื่น เนื่องจากมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่ได้มีความเหนียวพอดี ส่วนการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้เป็น 20 องศาบริกซ์ และ 25 องศาบริกซ์และใช้ปริมาณแบะแซเท่ากันคือ 30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ตัวอย่างได้คะแนนต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากมะม่วงหิมพานต์มีความเหนียวมากเกินไป

ด้านความชอบโดยรวม จะเห็นว่าการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้เป็น 25 องศาบริกซ์และใช้ปริมาณแบะแซ 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ตัวอย่างได้รับคะแนนสูงกว่าเมื่อใช้สภาวะอื่น ทั้งนี้น่าจะเป็นผลของลักษณะต่าง ๆ ที่ดี คือ มีสีสวย รสชาติดี เนื้อสัมผัสไม่เหนียวเกินไป และมีลักษณะใกล้เคียงกับมะม่วงแผ่น ดังนั้นจึงเลือกใช้สภาวะนี้ในการผลิตมะม่วงหิมพานต์แผ่นต่อไป

ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Satyaprakash and Roy (1980) ซึ่งพบว่าในการทำมะม่วงแผ่น ขั้นตอนการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วยน้ำตาลทรายนั้น ไม่ควรปรับเกิน 22-25 องศาบริกซ์ ก่อนที่จะนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้ได้มะม่วงแผ่นที่ใส เป็นประกาย มีสีน่ารับประทาน หากปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้มากกว่า 25 จะต้องใช้ระยะเวลาในการอบนาน ทำให้มะม่วงแผ่นที่ผ่านการอบแห้งมีรสชาติหวานจัด สีคล้ำ และมีความเหนียวมากเกินไป

4.4 ศึกษาความชื้นที่เหมาะสมของมะม่วงหิมพานต์แผ่น

ผลการวิเคราะห์ความชื้นของมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่มีผลต่อค่าแรงดึง และค่า a_w ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ปริมาณความชื้นต่อค่าแรงดึงและค่า a_w ของผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่น

ช่วงของความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	เวลาการอบแห้ง (ชั่วโมง)	ค่าแรงดึง (N/m^2)	ค่า a_w
12 - 13	18	1.124 ± 0.45^{c}	0.59 ± 0.10^{a}
10 - 11	20	1.373 ± 0.16^{b}	0.55 ± 0.12^{b}
8 - 9	22	1.593 ± 0.20^{a}	0.50 ± 0.10^{c}

หมายเหตุ ^{a,b,c} ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.6 พบว่าผลของความชื้นมีผลทำให้ค่าแรงดึงและค่า a_w แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ในการวิเคราะห์ค่าแรงดึง พบว่าเมื่อลดความชื้นในมะม่วงหิมพานต์แผ่นลงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่ามะม่วงหิมพานต์แผ่นจะมีเนื้อสัมผัสที่เหนียวขึ้น เนื่องจากน้ำที่อยู่บริเวณผิวผลิตภัณฑ์เกิดการระเหยออกไปได้มาก ตัวทำละลายที่ผิวจึงมีความเข้มข้นมากขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดการหดตัวและมีความเหนียวมากขึ้น (ไพบูลย์ ธรรมรัตนวาสิก, 2532)

ในการวิเคราะห์ค่า a_w พบว่ามะม่วงหิมพานต์แผ่นที่มีความชื้นลดลงจะมีค่า a_w ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากค่า a_w จะสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของพรนภา เกิดดอนแฝก (2544) ซึ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและค่า a_w ของกล้วยอบที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการทำแห้ง พบว่าเมื่อกล้วยอบมีความชื้นลดลง ค่า a_w ของกล้วยอบก็มีค่าลดลงเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4.7 คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม ที่ความชื้นที่ต่างกัน

ช่วงของความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	ลักษณะทางประสาทสัมผัส			
	สี	เนื้อสัมผัส	ลักษณะปรากฏ	ความชอบโดยรวม
12 - 13	4.82 ± 0.88^{b}	5.52 ± 0.45^{a}	5.43 ± 0.79^{a}	5.13 ± 1.05^{b}
10 - 11	5.80 ± 0.78^{a}	5.30 ± 0.81^{a}	5.65 ± 0.58^{a}	5.83 ± 0.74^{a}
8 - 9	4.70 ± 0.72^{c}	3.47 ± 0.74^{b}	3.10 ± 0.86^{b}	2.82 ± 0.70^{c}

หมายเหตุ ^{a,b,c} ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 พบว่าความชื้นที่แตกต่างกันมีผลทำให้คะแนนด้านสี เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวมของมะม่วงหิมพานต์แผ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ด้านคะแนนความชอบสี พบว่าเมื่อลดความชื้นลงจากช่วง 12 เป็น 10 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้คะแนนเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นใกล้เคียงกับมะม่วงแผ่นทั่วไป แต่เมื่อความชื้นลดลงอยู่ในช่วงระหว่าง 8-9 เปอร์เซ็นต์ คะแนนจะลดลง อาจจะเนื่องจากมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่ได้มีสีคล้ำเกินไป

ด้านคะแนนความชอบเนื้อสัมผัส พบว่ามะม่วงหิมพานต์แผ่นที่มีความชื้นสูงจะได้คะแนนมากกว่า โดยมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่มีความชื้นอยู่ในช่วง 12 ถึง 11 เปอร์เซ็นต์ ได้คะแนนไม่ต่างกันแต่จะสูงกว่าคะแนนจากมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่มีความชื้นอยู่ในช่วงระหว่าง 8 ถึง 9 เปอร์เซ็นต์ อาจจะเนื่องจากมะม่วงหิมพานต์ที่มีความชื้นต่ำเกินไปจะมีเนื้อสัมผัสที่เหนียวและแห้งเกินไป ทำให้ผู้ทดสอบไม่ยอมรับ

ด้านคะแนนความชอบลักษณะปรากฏ พบว่ามะม่วงหิมพานต์แผ่นที่มีความชื้นอยู่ในช่วง 10 ถึง 12 เปอร์เซ็นต์ ได้คะแนนไม่แตกต่างกัน แต่จะมากกว่าคะแนนจากมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่มีความชื้นอยู่ในช่วง 8 ถึง 9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะมีสีคล้ำและดูแห้งเกินไป

ด้านคะแนนความชอบโดยรวม พบว่าเมื่อลดความชื้นลงจากช่วง 12 เป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ผลิตภัณฑ์จะได้คะแนนความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น แต่ถ้าลดลงเหลือช่วง 8 ถึง 9 เปอร์เซ็นต์ คะแนนความชอบโดยรวมกลับลดลง อาจจะเนื่องมาจากผลของการเปลี่ยนแปลงของสีและเนื้อสัมผัสดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

จากการทดลอง พบว่าควรอบมะม่วงหิมพานต์แผ่นให้มีความชื้นอยู่ในช่วงระหว่าง 10 ถึง 11 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากตัวอย่างได้คะแนนความชอบในทุกด้านมากที่สุด และเมื่อพิจารณาผลต่อลักษณะทางกายภาพ พบว่าที่ความชื้นระดับนี้ ผลิตภัณฑ์จะมีค่า a_w เท่ากับ 0.55 (ตารางที่ 4.7) ซึ่งต่ำเพียงพอในการเก็บรักษา และมีค่าแรงดึงเป็น 1.373 N/m^2 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าจากมะม่วงกวนที่ขายในตลาดหนองมนคือ 1.390

4.5 การศึกษาภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่น

ในการทดลองนี้ได้เก็บผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่นโดยบรรจุในภาชนะบรรจุต่างกัน 2 ชนิดคือ ซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตและซองโพลีโพรพิลีน สุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี ทางประสาทสัมผัส ทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 16 สัปดาห์ ได้ผลการทดลองดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

ค่าคุณภาพทางด้านกายภาพของมะม่วงหิมพานต์แผ่น แสดงในตารางที่ 4.8 ถึง 4.10 และภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.8 ค่า p-value ที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติของระยะเวลาและภาชนะบรรจุ รวมทั้งอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาและภาชนะบรรจุ ต่อค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความชื้น ค่า a_w และค่าแรงดึงของมะม่วงหิมพานต์แผ่น เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

SOV	p-value					
	L	a	b	ความชื้น	a_w	ค่าแรงดึง
ระยะเวลา	0.000*	0.000*	0.001*	0.000*	0.001*	0.000*
ชนิดภาชนะ	0.015*	0.002*	0.000*	0.020*	0.000*	0.028*
ระยะเวลาxภาชนะ	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.009*

หมายเหตุ * หมายถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าระยะเวลาการเก็บและภาชนะบรรจุ รวมทั้งอิทธิพลร่วมทั้งสองปัจจัยนี้มีผลทำให้ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความชื้น ค่าแรงดึง และค่า a_w แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ผลของระยะเวลาการเก็บที่มีผลต่อความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความชื้น ค่า a_w และค่าแรงดึงแสดงในตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลของระยะเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์แผ่นต่อความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความชื้น ค่า a_w และค่าแรงดึง

ระยะเวลา (สัปดาห์)	L	a	b	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	a_w	ค่าแรงดึง (N/m^2)
0	47.17±0.05^{a}	7.43±0.19^{i}	27.24±0.14^{a}	10.17±0.24^{i}	0.571±0.05^{d}	1.405±0.05^{a}
2	47.04±0.02^{a}	7.70±0.12^{h}	26.44±0.12^{b}	10.21±0.20^{h}	0.573±0.05^{d}	1.374±0.02^{b}
4	46.78±0.06^{b}	7.96±0.32^{g}	25.31±0.23^{c}	10.26±0.22^{g}	0.578±0.04^{cd}	1.350±0.05^{c}
6	45.95±0.32^{c}	8.40±0.25^{f}	24.50±0.47^{d}	10.30±0.28^{f}	0.588±0.09^{c}	1.319±0.05^{d}
8	45.60±0.26^{d}	9.24±0.21^{e}	23.91±0.26^{e}	10.34±0.24^{e}	0.596±0.01^{bc}	1.289±0.05^{e}
10	44.89±0.26^{e}	10.09±0.19^{d}	22.05±0.21^{f}	10.40±0.24^{d}	0.607±0.01^{b}	1.264±0.01^{f}
12	43.18±0.16^{f}	11.07±0.24^{c}	21.30±0.27^{g}	10.43±0.17^{c}	0.620±0.03^{ab}	1.246±0.02^{g}
14	42.72±0.19^{g}	11.81±0.15^{b}	20.64±0.22^{h}	10.50±0.20^{b}	0.627±0.03^{a}	1.180±0.05^{h}
16	42.10±0.29^{h}	12.71±0.15^{a}	18.55±0.31^{i}	10.56±0.23^{a}	0.633±0.03^{a}	1.100±0.05^{i}

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.9 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บมากขึ้น ตัวอย่างจะมีค่าความสว่าง และค่าสีเหลืองลดลง แต่ค่าสีแดงจะเพิ่มขึ้น กล่าวคือผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น เนื่องจากระยะเวลาการเก็บที่มากขึ้น ทำให้โอกาสที่แสงและออกซิเจนผ่านเข้าไปในภาชนะบรรจุมากขึ้น แสงเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Rizzi, 1994, Michael, 2003) และออกซิเจนจะไปออกซิไดส์องค์ประกอบให้อยู่ในรูปที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้ (นิธิยา รัตนาปนนท์ , 2545)

ในการวิเคราะห์ค่าความชื้น และค่า a_w พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บมากขึ้น ปริมาณความชื้นจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากความชื้นจากอากาศภายนอกสามารถผ่านเข้าไปในภาชนะบรรจุและถูกดูดซับไว้ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะสังเกตเห็นได้จากค่า a_w ที่เพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากค่า a_w จะสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545)

ในการวิเคราะห์ค่าแรงดึง พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บมากขึ้น ค่าแรงดึงจะลดลง เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของชนิดของภาชนะบรรจุต่อความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความชื้น ค่า a_w และค่าแรงดึงแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลของภาชนะบรรจุต่อค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความชื้น ค่า a_w และค่าแรงดึง

	ซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต	ซองโพลีโพรพิลีน
L	46.10±0.44[a]	44.26±0.86[b]
a	9.09±0.94[b]	10.12±0.33[a]
b	24.06±0.77[a]	21.32±0.05[b]
ค่าความชื้น(เปอร์เซ็นต์)	10.31±0.12[b]	10.48±0.15[a]
a_w	0.59±0.14[b]	0.64±0.28[a]
ค่าแรงดึง (N/m^2)	1.285±0.86[a]	1.270±0.89[b]

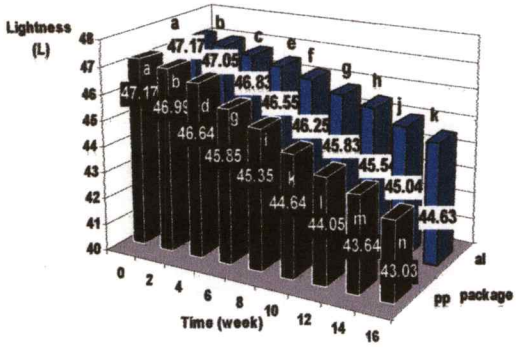
หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.10 พบว่าค่าความสว่าง และค่าสีเหลืองของมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่บรรจุซองโพลีโพรพิลีนมีค่าต่ำกว่า แต่ค่าสีแดงจะมากกว่าที่บรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต ทั้งนี้เนื่องจากซองโพลีโพรพิลีนมีลักษณะใส และสามารถป้องกันการผ่านของแสงและซึมผ่านของออกซิเจนได้ต่ำกว่า (ปุ่น คงเจริญเกียรติและ สมพร คงเจริญเกียรติ, 2541) จึงทำให้เกิดการเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้มากกว่า ผลิตภัณฑ์จึงมีสีคล้ำกว่า

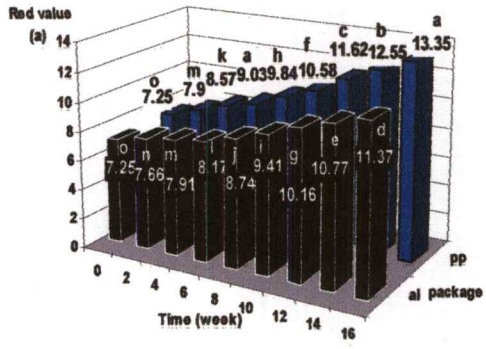
ผลต่อปริมาณความชื้นและค่า a_w พบว่ามะม่วงหิมพานต์แผ่นที่บรรจุในซองโพลีโพรพิลีนมีปริมาณความชื้นมากกว่าเมื่อเก็บในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต เนื่องจากซองโพลีโพรพิลีนมีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ต่ำกว่า (ปุ่น คงเจริญเกียรติและ สมพร คงเจริญเกียรติ, 2541) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ดูดความชื้นจากอากาศภายนอกได้ ซึ่งจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ส่วนผลต่อค่าแรงดึง พบว่ามะม่วงหิมพานต์แผ่นที่บรรจุในซองโพลีโพรพิลีนมีค่าแรงดึงน้อยกว่า เนื่องจากมะม่วงหิมพานต์แผ่นภายในภาชนะบรรจุมีความชื้นมากกว่า จึงทำให้ความเหนียวน้อยกว่าที่บรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต

ผลของอิทธิพลร่วมของระยะเวลาการเก็บและภาชนะบรรจุต่อค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) ค่าความชื้น ค่า a_w และค่าแรงดึง แสดงในภาพที่ 4.4

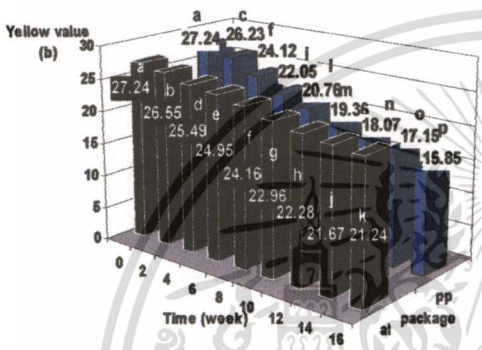
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



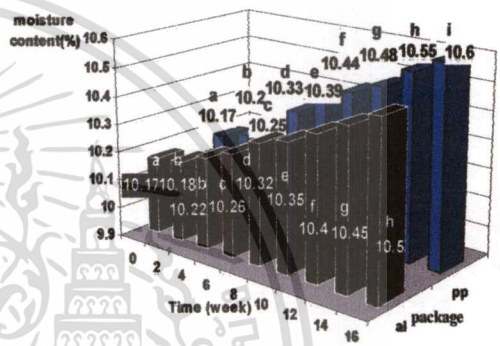
A



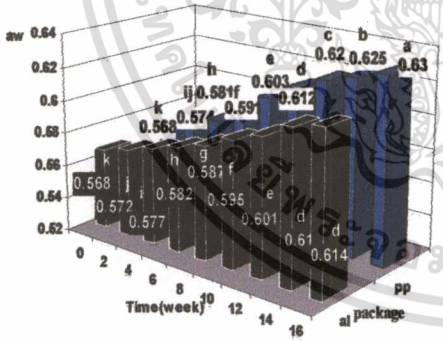
B



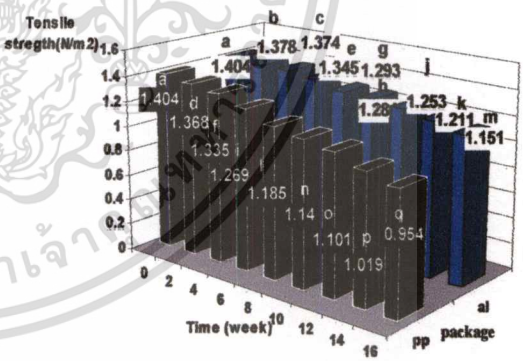
C



D



E



F

ภาพที่ 4.4 แสดงอิทธิพลร่วมของระยะเวลาการเก็บและภาชนะบรรจุที่อุณหภูมิห้อง (30-35 องศาเซลเซียส) ในระยะเวลา 16 สัปดาห์ที่มีผลต่อค่า L (A), a (B) b(C) ค่าความชื้น (D) ค่า a_w (E) และค่าแรงดึง (F)

หมายเหตุ al บรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต pp บรรจุในซองโพลีโพรพิลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.4 พบว่าอิทธิพลร่วมของเวลาและภาชนะบรรจุมีผลทำให้ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความชื้น ค่า a_w และค่าแรงดึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่บรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตตลอดระยะเวลาเก็บ 16 สัปดาห์ จะมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) ค่าความชื้น ค่า a_w และค่าแรงดึงน้อยกว่าเมื่อเก็บในซองโพลีโพรพิลีนทุกระยะเวลาการเก็บ ดังนั้นจึงเลือกใช้ภาชนะนี้ในการเก็บรักษา

สอดคล้องกับผลการทดลองของ Irwandi (1998) ศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาของผลไม้แผ่นพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผลไม้แผ่นจะมีความสว่าง (L) และค่าสีเหลือง (b) ลดลง แต่ค่าสีแดง (a) เพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับผลการทดลองของนิรชรา รู้คุณ (2549) ศึกษาอายุการเก็บรักษาของมะม่วงแผ่นที่เก็บในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตและซองโพลีโพรพิลีน เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น มะม่วงแผ่นที่เก็บในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตมีการเปลี่ยนแปลงสีน้อยกว่าในซองโพลีโพรพิลีน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตมีคุณสมบัติในการยอมให้ไอน้ำ แสงและก๊าซซึมผ่านได้ต่ำ ทำให้สามารถรักษาคุณภาพของมะม่วงหิมพานต์แผ่นได้ดีกว่าซองโพลีโพรพิลีน (วุฒิชัย นาครักษา, 2535)

Borlin และ Stanfford (1976) กล่าวว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อย่างมาก บรรจุภัณฑ์ที่ต้านทานการซึมผ่านของไอน้ำและออกซิเจนได้ดีอย่างเช่นซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น

4.5.2 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30-35 องศาเซลเซียส) ในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตและในซองโพลีโพรพิลีน เป็นเวลา 16 สัปดาห์ ได้ผลดังตารางที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของมะม่วงหิมพานต์แผ่นสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏและความชอบโดยรวมที่แต่ละภาชนะบรรจุที่อุณหภูมิห้อง (30-35 องศาเซลเซียส) ในระยะเวลา 16 สัปดาห์

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนทางประสาทสัมผัส		
		ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตใหม่	al	pp
สี	0[ns]	6.59±0.22	6.35±0.61	6.55±0.90
	2[ns]	6.07±0.55	6.10±0.73	6.05±0.62
	4	5.95±0.75[a]	5.85±0.22[a]	5.68±0.47[b]
	6	5.07±0.47[a]	5.11±0.55[a]	4.80±0.73[b]
	8	5.44±1.13[a]	5.55±0.75[a]	4.52±0.90[b]
	10	5.78±0.62[a]	5.47±0.47[ab]	4.97±0.52[b]
	12	5.72±0.71[a]	5.53±0.47[b]	4.83±0.50[b]
	14	5.38±0.22[a]	4.54±0.62[b]	3.75±0.63[c]
	16	5.37±0.55[a]	4.83±0.71[b]	3.50±0.50[c]
เนื้อสัมผัส	0[ns]	5.18±0.47	5.43±0.70	5.33±1.07
	2[ns]	6.23±0.72	6.19±0.66	6.21±0.45
	4	5.84±0.71[a]	5.54±0.48[ab]	5.18±0.50[b]
	6	5.83±1.03[a]	5.29±0.56[ab]	5.05±0.38[b]
	8	5.83±0.55[a]	5.49±0.43[ab]	4.91±0.43[b]
	10	5.75±0.75[a]	5.68±0.78[ab]	4.57±0.50[b]
	12	5.56±0.77[a]	4.53±0.68[b]	3.18±0.52[c]
	14	5.18±0.47[a]	4.36±0.50[b]	2.30±0.45[c]
	16	5.23±0.62[a]	4.58±0.54[b]	3.27±0.53[b]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11(ต่อ)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนทางประสาทสัมผัส		
		ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตใหม่	al	pp
ลักษณะปรากฏ	0[ns]	6.20±0.63	6.30±0.98	6.10±0.44
	2[ns]	5.57±0.58	5.55±0.50	5.45±0.50
	4	6.75±0.75[a]	6.73±0.32[a]	5.10±0.35[b]
	6	5.47±0.47[a]	5.60±0.90[a]	4.62±0.83[b]
	8	6.18±0.91[a]	6.03±0.61[a]	5.28±0.45[b]
	10	6.23±0.72[a]	6.07±0.69[ab]	4.77±0.72[b]
	12	5.93±0.90[a]	4.23±0.43[b]	3.97±0.45[c]
	14	5.95±0.86[a]	4.15±0.66[b]	3.93±0.48[c]
	16	5.07±1.23[a]	3.88±0.64[b]	2.65±0.48[c]
ความชอบโดยรวม	0[ns]	5.75±0.47	5.65±0.53	5.69±065
	2[ns]	6.09±0.60	6.01±0.71	6.05±0.88
	4	5.18±1.24[a]	5.22±0.56[a]	4.97±0.49[b]
	6	5.23±0.91[a]	5.40±0.87[a]	4.70±0.50[b]
	8	5.93±0.66[a]	5.70±0.88[a]	4.18±0.67[b]
	10	5.05±0.99[a]	5.02±0.43[ab]	4.95±0.53[b]
	12	5.18±0.47[a]	5.22±0.64[ab]	4.92±0.47[b]
	14	5.23±0.83[a]	4.87±0.68[b]	3.77±0.72[c]
	16	5.93±0.78[a]	4.62±0.72[b]	3.50±0.65[c]

หมายเหตุ [ns] หมายถึงข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[a,b] ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

al บรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต **pp** บรรจุในซองโพลีโพรพิลีน

ด้านความชอบสี จะเห็นว่าหลังจากเก็บเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ตัวอย่างที่เก็บในภาชนะบรรจุทั้งสองชนิดได้คะแนนไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม แต่คะแนนของตัวอย่างที่เก็บในซองโพลีโพรพิลีนและในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตจะเริ่มแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมในสัปดาห์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 และ 12 ตามลำดับ โดยการเก็บในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตจะทำให้ผลิตภัณฑ์ได้คะแนนสูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากอาจเนื่องจากตัวอย่างมีสีคล้ำน้อยกว่า

ด้านความชอบเนื้อสัมผัส จะเห็นว่าหลังจากเก็บเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ตัวอย่างที่เก็บในภาชนะบรรจุทั้งสองชนิดได้คะแนนไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม แต่คะแนนของตัวอย่างที่เก็บในซองโพลีโพรพิลีนและซองอะลูมิเนียมฟอยล์ ลามิเนตจะเริ่มแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมในสัปดาห์ที่ 4 และ 12 เช่นเดียวกันโดยตัวอย่างในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตได้รับคะแนนสูงกว่า ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากตัวอย่างที่เก็บในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตมีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมน้อยกว่า

ด้านความชอบลักษณะปรากฏสัมผัส จะเห็นว่าหลังจากเก็บเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ตัวอย่างที่เก็บในภาชนะบรรจุทั้งสองชนิดได้คะแนนไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม แต่คะแนนของตัวอย่างที่เก็บในซองโพลีโพรพิลีนและในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตจะเริ่มแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมในสัปดาห์ที่ 4 และ 12 เช่นเดียวกัน โดยตัวอย่างในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตได้รับคะแนนสูงกว่า ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากตัวอย่างมีตัวอย่างมีสีคล้ำกว่า

ด้านความชอบโดยรวม จะเห็นว่ามะม่วงหิมพานต์แผ่นที่บรรจุในซองโพลีโพรพิลีนและในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตจะเริ่มได้คะแนนแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมในสัปดาห์ที่ 4 และ12 ตามลำดับ อาจจะเนื่องจากผลของการเปลี่ยนแปลงของสีและเนื้อสัมผัสดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 4 และ12 ที่บรรจุในซองโพลีโพรพิลีนและในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต พบว่ามะม่วงหิมพานต์ยังไม่เกิดการเสื่อมเสียจนเป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค เพียงแต่คุณลักษณะด้านสีและเนื้อสัมผัสอาจจะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเท่านั้น

ดังนั้นจากการทดลองจะเห็นว่าผู้บริโภคจะยอมรับการใช้ภาชนะบรรจุเป็นซองโพลีโพรพิลีนเก็บผลิตภัณฑ์ได้นาน 4 สัปดาห์ แต่ถ้าใช้ภาชนะบรรจุเป็นซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตจะเก็บได้นานกว่าถึง 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

1. องค์ประกอบทางเคมีของผลมะม่วงหิมพานต์ พบว่า ประกอบด้วยความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต เพคติน 88.22 0.30 0.16 0.37 10.95 และ 3.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 8.72 องศาบริกซ์ และค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 3.96

2. การกำจัดแทนนินของมะม่วงหิมพานต์ พบว่าการต้มจนอุณหภูมิกึ่งกลาง (core temperature) ได้ 95 องศาเซลเซียสนาน 4 นาที เป็นวิธีการกำจัดแทนนินที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากการต้มมีการใช้เครื่องมือที่ไม่ซับซ้อน

3. การปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วยน้ำตาลทรายเป็น 25 องศาบริกซ์ และใช้ปริมาณแบะแซเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบรวมสูงที่สุดเนื่องจากมะม่วงหิมพานต์ที่ได้มีสีเหลืองเข้มคล้ายกับมะม่วงแผ่นทั่วไป และยังมีรสหวานปานกลาง และความเหนียวในระดับที่ไม่ติดมือ

4. มะม่วงหิมพานต์แผ่นที่ใช้ระยะเวลาอบ 20 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีความชื้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ได้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด เนื่องจากได้มะม่วงหิมพานต์แผ่นที่มีสี ความเหนียว และลักษณะโดยรวมเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกสภาวะนี้ในการผลิต

5. การศึกษาภาชนะบรรจุที่เหมาะสม พบว่ามะม่วงหิมพานต์แผ่นที่บรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตตลอดระยะเวลาเก็บ 16 สัปดาห์ จะมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีน้อยกว่าเก็บในซองโพลีโพรพิลีน และจากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่ามะม่วงหิมพานต์แผ่นที่เก็บในซองโพลีโพรพิลีนและซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตได้คะแนนแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมในทุกด้านหลังจากเก็บไว้ 4 และ12 สัปดาห์ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ในงานวิจัยครั้งนี้เน้นที่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความใกล้เคียงกับมะม่วงแผ่นมากที่สุด แต่พบว่าลักษณะเนื้อของมะม่วงหิมพานต์มีเส้นใยเป็นจำนวนมาก อีกทั้งมีกลิ่นของมะม่วงหิมพานต์ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ค่อยนิยมมากนัก ทำให้เนื้อสัมผัสของมะม่วงหิมพานต์แผ่นที่ได้ยังคงมีความหยาบกว่าเนื้อสัมผัสของมะม่วงแผ่น ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะใส่ผลไม้ชนิดอื่น เช่น มะม่วงหรือมะขาม เป็นต้น เพื่อช่วยลดปริมาณเส้นใยจากผลมะม่วงหิมพานต์ที่ใช้ และอาจจะใช้ผงบ๊วยช่วยปรับปรุงรสชาติและกลิ่นรสให้เกิดความหลากหลายมากขึ้น

2. ในการวิจัยครั้งนี้มีการใช้แบะแซเป็นส่วนผสมเดียวที่ใช้ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัส ซึ่งพบว่าเนื้อสัมผัสของมะม่วงหิมพานต์แผ่นมีตึความเหนียวแต่ยังขาดความยืดหยุ่น ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะมีการศึกษาการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ เช่น ผงวุ้น หรือเจลาติน เพิ่มเข้าไปในส่วนผสมหลัก เพื่อช่วยทำให้มะม่วงหิมพานต์แผ่นที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่ยืดหยุ่นมากขึ้น

3. ในการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นในการทำผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่น ซึ่งยังมีผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นที่ยังสามารถพัฒนาให้เกิดความแปลกใหม่ขึ้นได้ เช่นการทำลูกอมผลไม้ เป็นต้น ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใหม่ ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2547. สารให้ความหวาน. กรุงเทพฯ : จารุ์พา เทคเซ็นเตอร์.

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์. 2530. **มะม่วงหิมพานต์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ฐานเกษตรกรรม.

คณาจารย์ภาควิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2539. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร :** สำนักพิมพ์มหาวิทยาเกษตรศาสตร์.

จารุวรรณ ภัทรสรรเพชญ. 2549. **"การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นจากพิวเร่พลับ."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จินตนา อุปดิสสกุล, สมบัติ ขอทวีพัฒนา, วิชัย หฤทัยธนาสัติและเพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2528. **การทดลองและพัฒนากรรมวิธีการผลิตการผลิตผลไม้กวนโนชั้นอุตสาหกรรม.** รายงานการวิจัยประจำปี 2528. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาเกษตรศาสตร์.

จุฑา บุญนิธีวนิช. 2547. **"ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพและมาตรฐานของทุเรียนกวน."** วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชิติพัทธ์ ลี้พัฒนา. 2545. **การพัฒนาผลไม้แผ่นผสมจากสับปะรด มะละกอและกล้วยหอม.** สัมมนาปริญญาตรี. มหาวิทยาเกษตรศาสตร์

ชื่นขวัญ บุญทวี. 2546. **"มะม่วงหิมพานต์."** นิตยสารอาหารและวัฒนธรรม. ปีที่ 9(107) : 56-65.

ทิพาพร อยู่วิทยา. 2534. **มะม่วงหิมพานต์.** กรุงเทพฯ : ยูพีเจปริ้นท์.

นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2536. **พืชหลักปักษ์ใต้.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2539. **เคมีอาหาร.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

นิรชรา รู้คุณ. 2549. **"ผลของการแก่อ่อนและสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสชนิดไฮโดรคอยลอยด์และแป้งต่อคุณสมบัติผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **บรรจุภัณฑ์อาหาร.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์บริษัท ยี่เฮง.

ประชา บุญญสิริกูล และอรวินท์ โทรกี. 2519. "สารประกอบฟีนอลิก" **อาหาร.** 23(5) : 139.

ผุสดี บูรณะอำนวย. 2547. **"การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นผสม."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิมพ์ประภา หอวัฒนพาณิชย์ และอิทธิพร เรืองไพศาลเศรษฐ์. 2546. **"กรรมวิธีการผลิตไวน์มะม่วงหิมพานต์."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภาควิชาครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรนภา เกิดดอนแฝก. 2544. **"อิทธิพลของน้ำผึ้ง สภาวะการทำแห้ง และการเก็บรักษาที่มีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลของกล้วยอบ."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรศักดิ์ ประสิทธิแพทย์. 2545. **"การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่น."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพชรวุฒิ สมพามา และอุดมศักดิ์ ชาติวีรธรรม. 2544. **"มะละกอแผ่นและท็อฟฟี่มะละกอ."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เพ็ชรดา แซ่โง้ว. 2547. **"การพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยแผ่น."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพบูลย์ ธรรมรัตนวาสิก. 2532. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

มณฑาทิพย์ ขุ่นฉลาด, วินัย ปิยะยนต์ และวิภา สุโรจนเมธากุล. 2543. **เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การดองมะม่วงและการแปรรูปเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา.** หน้า 178. ในโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงเพื่อเพิ่มมูลค่าและการส่งออก. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ระพีพรรณ เองมหัสสกุล. 2547. **"การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงแคนดี."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ราณี สุรกาญจน์กุล. 2543. **"การผลิตซอสมะม่วงหิมพานต์."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

วัฒนา วิริวุฒิกร. 2536. "ความสำคัญของแทนนิน." อาหาร. 26(3) : 157-166.

วิวัฒน์ หวังเจริญ. 2545. บทบาทของสารสารประกอบฟีนอลิคต่อสุขภาพ. อาหาร. 32(4) : 245-253.

วุฒิชัย นาศรักษา. 2535. **พลังการบรรยุ : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศิมาภรณ์ มีแสง. 2546. **"การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่รสมะนาววิตามินซีสูง."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริลักษณ์ ปิยพรไพบูลย์. 2546. **"การพัฒนาผลิตภัณฑ์สับปะรดแผ่น."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศิริลักษณ์ สนธวิลัย. 2533. **"การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางโภชนาการ."** ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภลักษณ์ ออคิด. 2550. **"แคชชูว์น้ำกาหยี หนึ่งเดียวในเอเชีย."** [Online]. Available : http://www.businessthai.co.th/content.php?data=410046_OTOP%20Place. (ตุลาคม 31. 2550)

สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2529. **กรรมวิธีการอบแห้ง :** ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุกัญญา พัวพันธ์. 2545. **"ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะม่วงสุก."** [Online]. Available : http://www.doaw.go.th/report/last/bt45.htm. (ตุลาคม 31. 2550)

แสวง กุสุทธงคำ. 2523. **พืชเศรษฐกิจภาคใต้.** กรุงเทพฯ : อัมรินทร์.

สำนักงานผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม. 2532. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลไม้แห้ง.** มอก. 919-2532.

AOAC. 2000. **Official method of analysis of association of official analytical chemists.** 17th ed. Maryland : Gaithersburg.

Arthey, D. andAshurst. 1996. **Fruit Processing.** London : Blackie Academic and Professional. อ้างถึงใน นิรชรา รู้คุณ. 2549. **"ผลของการแก่อ่อนและสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสชนิดไฮโดรคอยลอยด์และแป้งต่อคุณสมบัติผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Bolin, H. and Standfford, A. 1976. **Colour stability of dried peaches.** Food Prod. 74-76. อ้างถึงใน นิรชรา รู้คุณ. 2549. **"ผลของการแก่อ่อนและสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสชนิดไฮโดรคอยลอยด์และแป้งต่อคุณสมบัติผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Britnell P. 1995. **An Internation Short Course on Food Drying Technology.** December 6-7. King Mongkut's Institute of Technology Thonburi, Bangkok. 136 p.

Bostan, A. and Boyaclo, D. 1997. "Kinetics of non-enzymatic colour development in glucose syrups during storage." **Food Chemistry.** 60(4) : 581-585.

Brune, M., Rossander-Hulthen, L., Hallberg, L., 1989. "Iron absorption and phenolic compound: importance of different phenolic compound." **J. of Clinical Nutrition.** 43 : 547-557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chan, H. and Cavaletto, C. 1978. Dehydration and storage stability of papaya leather. **J. Food Sci.** 43 : 1723-1725.

Che Man, Y.B. andSin, K.K 1997. "Processing and Consumer Acceptance of Fruit Leather from the Unfertilised Floral Parts of jackfruit." **J. of Sci Food Agric.** 75 ; 102-108.

Dauthy, M.E. 1995. "Fruit and vegetable processing". [Online]. Available : http:// www.fao.org. (กรกฎาคม 11. 2549)

Esam, P. andBakri, K. **"Apple fruit leather."** 1992. [Online]. Available : http://seasonalchef.com/appleleather.htm. (ตุลาคม 31. 2550)

Havana, S. **"Making Fruit Leather.** 2001. " [Online]. Available : http://www.spokane-country.wsu.edu/food/season3.html. (ตุลาคม 31. 2550)

Henneman, A. andMalone, N. **"Drying fruit leather."** 1993. [Online]. Available : http://lancaster.unl.edu/factsheets. (ตุลาคม 31. 2550)

Hughes, S. andWillenberg, J. 2001. **"Drying fruit leather."** [Online]. Available : http://food.oregonstat.edu/research/test/reducing.html. (ตุลาคม 31. 2550)

Irwandi, J. andCheman, Y.B. 1995. " Durian leather: devolpment, property and storage stability." **J. of Food Qual.** 19(2) : 479-489.

Irwandi, J., Cheman, Y.B., Yusof, S. andSugisawa, H. 1998. " Durian leather: devolpment, property and storage stability." **J. of Sci Food Agri.** 19(5) : 479-489.

Jackson, D. andSchuster, D. 1981. **The production of grapes and wine in cool climate.** New Zealand : Butterworths.

Jose, A.I. 2002. **Package of Practices Recommendations: Crops.** 12th ed. Trichur : Kerala Agricultural University.

Labuza, T.P. 1998. "Moisture migration and control in multi-domain. **Foods Trends in Food Sci and Tech"** 9(1) : 45-47.

Labuza, T.P. 1982. **Food and Nutrition.** The AVI Publishing Co. Inc. Westport. USA.

Lee, G. and Lee, C. 1997. "Inhibitory effect of caramelisation products on enzymatic browning." **Food Chemistry**. 60(2) : 231-235.

Lees, R. 2001. General technical aspects of industrial sugar confectionery manufacture. 121-143. In E.B. Jackson, ed. **Sugar Confectionery Manufacture.** Blackic : England.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Michael P. 2003. What is the maillard?. [Online]. Available : http:// www.wisegeek.com/what-is- the-maillard-reaction.html. (กันยายน 30. 2548)

Morton, J. 1987. **Cashew apple**. Morton : Germany. 239-240.

Nada, T. 2001. **"Drying Fruit Leather."** [Online]. Available : http://outreach.missouri.edu/extensioninnfoline/nutrition/foodsaftety/drying-fruit-leather. (มีนาคม 12. 2548)

Nishinari, K., Watase, M. andHatakeyama, T. 1997. "Effect of polyols and sugars on the structure of water in concentrated gelatin gels as studied by Low temperature differential scanning calorimeter." **Colloid and polymer Science.** 275(11) : 1078-1082.

Pamela, K., Donald. W. and Cynthia. K. 1995. Sucralose compositions. [Online]. Available : http://www.patentstorm.us/patents/5380541-fulltext.html. (มิถุนายน 27. 2549)

Raab, C. andOehler, N. 2001. **"Making Dried Fruit Leather."** [Online]. Available : http://eesc.orst.edu/arcomwebfile/edmat/html/fs232.html. (เมษายน 30. 2549)

Raimundo, W., Franco M., Ricardo E.and Helosa A. 2002. "Physical-chemistry changes in early dwarf cashew pseudofruits during development and maturation." **Food chemistry.** 77 : 343-347.

Reynolds, S. 2002. **"Drying fruit."** [Online]. Available : http://.edis.ifas.ufl.edu./fruit20%leather/drying20%20fruits.htm. (มกราคม 17. 2550)

Rizzi, P. (1994). The Maillard reaction in foods. Maillard reactions. 11. In T. P. Labuza, G. A. Reineccius, V. M. Monnier, J. O'Brien, & J. W. Baynes (Eds.), **Chemistry food and health.** The Royal Society of Chemistry : England. อ้างถึงใน นิรชรา รู้คุณ. 2549. **"ผลของการแก่อ่อนและสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสชนิดไฮโดรคอยลอยด์และแป้งต่อคุณสมบัติผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่น."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Roos, Y.H. (1995). "Glass transition-related physicochemical changes in foods." **Food Tech.** 48(10) : 97-102.

Salunkhe, D.K. 1981. **Handbook of fruit science and technology**. New York : England.

Satyaprakash, V. andRoy, S.K. 1980. "Studies on dehydration of mango pulp." **Indian-Food- Packer.** 34(3) : 64-71.

Szczwsniakas. 1998. **Food Storage Stability**. Trumbull : USA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thoden, N. 2001. ***"Drying-Fruit Leather."*** *[Online]. Available :*
http://outreach.missouri.edu/extensioninfoline/nutririon/foodsafety/drying_fruit-leather
(กันยายน 30. 2549)

Wikipedia. 2008. **"Polymer"** [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Polymers
(กันยายน 23. 2551)

Xuguang H. and Fu-Hung H. 2005. Physical Properties, Sensory Attributes, and Consumer Preference of Pear Fruit Leather. **J. of food science.** 70(3) : 177-186.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดสี

1.1 เครื่องมือ

Monita chroma meter, CR 30D series

1.2 วิธีการ

วัดสีของผลิตภัณฑ์โยใส่ตัวอย่างในภาชนะ ทำการวัด ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือคือ ค่า L a และ b โดยที่

ค่า L คือค่าความสว่าง

ค่า a คือค่าสีแดง โดย (+) คือค่าสีแดงและ (-) คือค่าสีเขียว

ค่า b คือค่าสีเหลือง โดย (+) คือค่าสีเหลืองและ (-) คือค่าสีน้ำเงิน

2. การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส TA-XT2 Texture Analyser

2.1 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านแรงดึงของมะม่วงหิมพานต์แผ่น

วิธีการเตรียมตัวอย่าง ตัดตัวอย่างกว้าง 20 มิลลิลิตร และยาว 120 มิลลิลิตร

ชนิดของหัววัด หัววัดแรงดึงแบบเส้นก๋วยเตี๋ยว

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

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

3. การวัด a_w

เตรียมตัวอย่างให้ชิ้นเล็ก ๆ ใส่ลงในตลับพลาสติกสำหรับวัดค่า a_w นำไปใส่ในช่องใส่ตัวอย่างในเครื่องวัด a_w แล้วรอเวลาจนเครื่องอ่าน a_w ของตัวอย่างให้คงที่ จึงอ่านค่า a_w

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความชื้น (AOAC,2000)

ชั่งตัวอย่างหนักประมาณ 2 กรัมให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนใน moisture can ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วนำไปอบที่ตู้ไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 130±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก จากนั้นชั่งน้ำหนักตัวอย่างทุกครึ่งชั่วโมง หรืออบจนน้ำหนักคงที่

การคำนวณ

เปอร์เซ็นต์ของปริมาณความชื้น = $\frac{(A-B)}{A} \times 100$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

B = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

2. ปริมาณไขมัน

ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว 10 กรัมใน thimble

↓

บรรจุ thimble ในชุดสกัดไขมัน soxhlet

↓

ตวง anhydrous ether 150 ml. ในขวดก้นกลม เปิดสวิตช์เตา heating mantle ปรับระดับความร้อนอย่างเหมาะสมสกัดนาน 16 ชั่วโมง

↓

แยก anhydrous ether ออกด้วย vaccum evaporator จนหมดนำไปทำให้เย็นใน desciccator

นำไปชั่งน้ำหนักของ crude fat

การคำนวณ

เปอร์เซ็นต์ของไขมัน = $\frac{(A-B)}{C} \times 100$

เมื่อ A = น้ำหนักบีกเกอร์และไขมัน

B = น้ำหนักบีกเกอร์

C = น้ำหนักตัวอย่างแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณโปรตีน

ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ลงในขวด Kjeldahl flask 250 ml.

↓

เติม catalyst 2 กรัม กรดซัลฟูริคเข้มข้น 25 ml, และ boiling chips

↓

นำ Kjeldahl flask ตั้งบนเตาของชุดย่อยโปรตีน ประมาณ 1 ชั่วโมง

↓

รอให้สารละลายสีฟ้าเย็นและหมดควันของไอกรดก่อนเติมน้ำกลั่น 30 ml.

↓

เทสารละลายทั้งหมดลงใน volume flask 100 ml.

↓

ดูดสารละลาย 5 ml. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 30 3 ml. นำไปวางที่เครื่องกลั่น

↓

เติมกรดบอริก 10 ml. ใน Erlenmeye flask 250 ml. หยด mix indicator 4 หยด เขย่าก่อนนำไปวางใต้เครื่องกลั่นโดยให้ปลาย condencer จุ่มในสารละลาย

↓

กลั่นเป็นเวลา 5 นาที

↓

นำสารละลายไปไตเตรทกับกรดไฮโดรคลอริก 0.01 N จนสารสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นสารละลายใส ไม่มีสี

การคำนวณ

การคำนวณ

เปอร์เซ็นต์ของโปรตีน = $\frac{(A-B) \times CD \times 100 \times F}{E \times 1000}$

เมื่อ A = มิลลิลิตรของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

B = มิลลิลิตรของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับ blank

C = ความเข้มข้น (N) ของกรดไฮโดรคลอริก

D = 14

E = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

F = 6.25 (แฟกเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณโปรตีนสำหรับผลิตภัณฑ์ผักผลไม้)

(Merrill and Watt, 1973)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปริมาณเถ้า

ชั่งตัวอย่าง 2 กรัมใน platinum dish เผาตัวอย่างด้วยตะเกียงบุนเซนช้า ๆ จนเผาไหม้หมด จึงนำ dish วางในเตาเผา จนกระทั่งตัวอย่างกลายเป็นเถ้า ชั่งน้ำหนักเถ้าด้วยตาชั่งละเอียด บันทึกผล

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์เถ้า} = \frac{A \times 100}{B}$$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา

B = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

5. ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรต} = 100 - (A+B+C+D)$$

เมื่อ A = เปอร์เซ็นต์โปรตีน

B = เปอร์เซ็นต์ไขมัน

C = เปอร์เซ็นต์เถ้า

D = เปอร์เซ็นต์ความชื้น

6. ปริมาณเพคติน (AOAC, 2000)

สารเคมีที่ใช้

1. แอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 30 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ (v/v)
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ (w/v)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักเนื้อมะม่วงหิมพานต์ 5 กรัม ผสมกับแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างตัวอย่างต่อแอลกอฮอล์เป็น 1 ต่อ 3 โดยปริมาตร ทำการผสมลงในเครื่องผสมเป็นเวลา 5 นาทีจึงนำมา reflux

2. กรองเก็บกากตัวอย่างมาแช่ในแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้กากของตัวอย่างต่อแอลกอฮอล์ 1 ต่อ 2 โดยปริมาตร ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที

3. กรองเก็บกากตัวอย่างมาแช่ในแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ทำซ้ำแบบเดิม แล้วจึงล้างกากสุดท้ายด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ 30 ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำกากที่ได้มาเติมน้ำกลั่น 100 ml ปรับค่า pH เป็น 2 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที นำไปต้มที่ water bath อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมงแล้วจึงกรองตัวอย่างผ่านใยแก้ว

5. นำกากของตัวอย่างที่ผ่านการสกัดเพคตินเป็นครั้งแรกนี้ใส่บีกเกอร์แล้วเติมน้ำกลั่นอีก 50 ml แล้วต้มใน water bath อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสนาน 10 นาที

6. กรองสารละลายเพคตินผ่านใยแก้วแล้วล้างกากตัวอย่างด้วยน้ำร้อนอีก 50 ml

7. เก็บสารละลายเพคตินที่กรองได้รวมกันทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติมเติมแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นในสารละลายเพคตินโดยใช้อัตราส่วนของแอลกอฮอล์ต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นต่อสารละลายเพคตินเป็น 45 ต่อ 1ต่อ 40โดยปริมาตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

8. กรองตะกอนเพคตินผ่านกระดาษกรอง Whatman no. 1 ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนโดยล้างตะกอนเพคตินด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์

9. นำอบที่ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสจนกระทั่งน้ำหนักคงที่

10. คำนวณปริมาณเพคตินจากสูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ปริมาณเพคติน} = \frac{(B-A)}{C} \times 100$$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

B = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

C = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

7.ปริมาณแทนนิน

การเตรียมสารเคมี

1. Acetate buffer (0.1 M, pH 4.4)

วิธีการเตรียมสาร:

สารละลาย A: ผสมกรดอะซิติก (CH_3COOH) ปริมาณ 11.60 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เท่ากับ 1000 ml

สารละลาย B: ผสมโซเดียมอะซิเตท (CH_3COONa) 16.4 กรัมแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เท่ากับ 1000 ml

จากนั้นนำสารละลาย A ปริมาตร 305 ml ผสมกับสารละลาย B 195 ml ให้เข้ากัน จากนั้นปรับค่า pH ให้เท่ากับ 4.4 กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เท่ากับ 1000 ml ได้เป็นสาร Acetate buffer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. 50 เปอร์เซ็นต์ *Dimethyformamide acetate buffer*

วิธีการเตรียมสาร:

ผสมสาร Dimethyformamide ปริมาณ 500 ml กับ 0.1 M Acetate buffer ปริมาตร 500 ml

3. 50 เปอร์เซ็นต์ urea ใน Acetate buffer

วิธีการเตรียมสาร :

ละลายสาร urea หนัก 250 กรัม ในสารละลาย Acetate buffer ปริมาตร 500 ml

4. 1 เปอร์เซ็นต์ Arabic gum

วิธีการเตรียมสาร :

ละลาย Arabic gum หนัก 1 กรัมในน้ำกลั่น 100 ml

5. 50 เปอร์เซ็นต์ urea ใน Acetate buffer

วิธีการเตรียมสาร :

ละลายสาร urea หนัก 250 กรัม ในสารละลาย Acetate buffer ปริมาตร 500 ml

6. 5% Ferric Ammonium Sulfate (FAS)

วิธีการเตรียมสาร :

ละลายสาร Ferric Ammonium Sulfate ($NH_4Fe(SO_4)_2.12H_2O$) หนัก 5 กรัมใน 1 M Hydrochloric acid (HCl) ปริมาตร 100 ml

7. FAS reagent (Iron reagent)

วิธีการเตรียมสาร :

89 ส่วนของ 50 เปอร์เซ็นต์ urea ใน Acetate buffer

10 ส่วนของ1 เปอร์เซ็นต์ Arabic gum

1 ส่วนของ 5 เปอร์เซ็นต์ Ferric Ammonium Sulfate (FAS)

8. Food blank reagent :

วิธีการเตรียมสาร :

89 ส่วนของ 50 เปอร์เซ็นต์ urea ใน Acetate buffer

10 ส่วนของ1 เปอร์เซ็นต์Arabic gum

1 ส่วนของ 1 M Hydrochloric acid (HCl)

วิธีการทำ Standard curve

วิธีการเตรียมสาร

สารละลายมาตรฐานประกอบด้วย tannic acid และ catechin เตรียมจาก

-standard tannin : ละลายกรดแทนนิค (tannic acid) 0.1 กรัมในสารละลาย 50 เปอร์เซ็นต์ Dimethyformamide จากนั้นปรับปริมาตรให้เท่ากับ 100 มิลลิลิตร (ความเข้มข้น1000μg/ml)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-standard catechin : ละลายสารคาเทชิน (catechin) 0.1 กรัมในสารละลาย 50 เปอร์เซ็นต์ Dimethyformamide จากนั้นปรับปริมาตรให้เท่ากับ 100 มิลลิลิตร (ความเข้มข้น1000µg/ml)

การทำ standard curve (ความเข้มข้น 25-400 µg/ml)

ความเข้มข้น (µg/ml)	Vol. Pipette (ml)	Final vol. (ml)
25	2.5	100
50	5.0	100
100	10.0	100
200	20.0	100
400	40.0	100

จากนั้นวัดค่าความยาวคลื่นที่ 578 และ 680 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐาน แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณดังนี้

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างหนัก 2-8 กรัมใส่ลงใน Erlenmeyer flask
2. ผสมกับ 50 เปอร์เซ็นต์ Dimethyformamide acetate buffer ปริมาตร 50 ml
3. ปิดปาก Erlenmeyer flask ของตัวอย่างด้วยพาราฟิล์ม จากนั้นเขย่าที่ความเร็วระดับ 5 เป็นเวลา 16 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง
4. กรองตัวอย่างที่ได้จากการเขย่าด้วยกระดาษกรองเบอร์ 541

วิธีการวัดค่า absorbance

1. set เครื่อง spectophotometer ด้วย reagent blank (เตรียมจาก DMF acetate ปริมาตร 2 ml กับ FAS reagent ปริมาตร 8 ml.)
2. เตรียม food blank โดยผสมตัวอย่างที่ได้จากการกรอง (filtrate) ปริมาตร 2 ml กับ food blank reagent ปริมาตร 15 ml ในหลอดทดลอง 15 ml
3. จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้จากการกรอง (filtrate) มา 2 ml ผสมกับ FAS reagent ปริมาตร 8 ml ในหลอดทดลองขนาด 15 ml แล้วเขย่าจนเข้ากัน จากนั้นทิ้งไว้ 15 นาที อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 578 และ 680 นาโนเมตร
4. อ่านค่า food blank เช่นเดียวกับการอ่านค่าตัวอย่าง จากนั้นนำค่าของ food blank ลบออกจากค่าความยาวคลื่นของตัวอย่าง นำค่าที่ได้มาคำนวณในสูตร

การคำนวณ

1. ตัวย่อ

A. Unknown samples ;

N^{578} = ค่าความยาวคลื่นที่ 578 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N^{680} = ค่าความยาวคลื่นที่ 680 นาโนเมตร

SW = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

B. Standard solutions

St.ext. TA 578 = ค่าความยาวคลื่นของ tannic acid ที่ความเข้มข้นหนึ่ง ๆ ที่ความยาวคลื่น 578 นาโนเมตร

St.ext. TA 680 = ค่าความยาวคลื่นของ tannic acid ที่ความเข้มข้นหนึ่ง ๆ ที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร

St.ext. C 578 = ค่าความยาวคลื่นของ catechin ที่ความเข้มข้นหนึ่ง ๆ ที่ความยาวคลื่น 578 นาโนเมตร

St.ext. C 680 = ค่าความยาวคลื่นของ catechin ที่ความเข้มข้นหนึ่ง ๆ ที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร

St. conc. TA = ความเข้มข้นหนึ่งของ tannic acid (µg/ml)

St. conc. C = ความเข้มข้นหนึ่งของ catechin (µg/ml)

2. สูตรการคำนวณ

A. อัตราส่วนค่าความยาวคลื่นของกราฟมาตรฐาน

$$K1 = \frac{St.ext.\ C\ 578}{St.ext.\ C\ 680}$$

$$K2 = \frac{St.ext.\ TA\ 680}{St.ext.TA\ 578}$$

B. การคำนวณหาปริมาณแทนนินในสาร unknown samples

ขั้นตอนที่ 1 การคำนวณหาค่าความยาวคลื่น :

$$T\ ext.\ 578 = \frac{N^{578} - K1\ N^{680}}{1 - K1K2}$$

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณหาปริมาณแทนนิน (µg/g)

$$\text{ปริมาณแทนนิน } (\mu g/g) = \frac{St.conc.TAx\ 50\ x\ Text.578}{SWx\ St.ext.TA578}$$

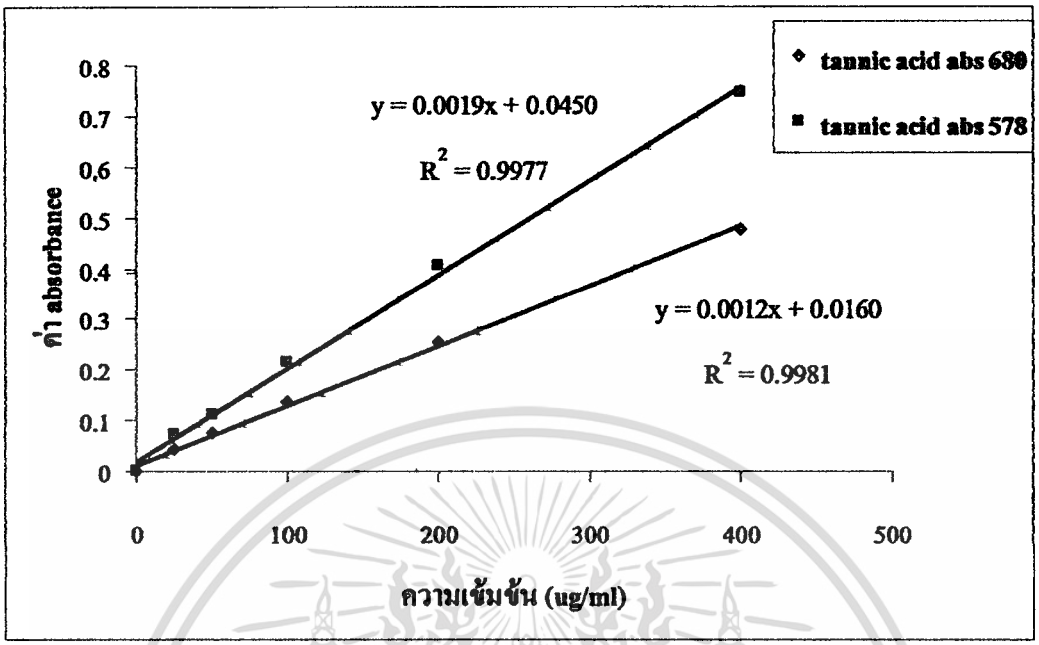
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

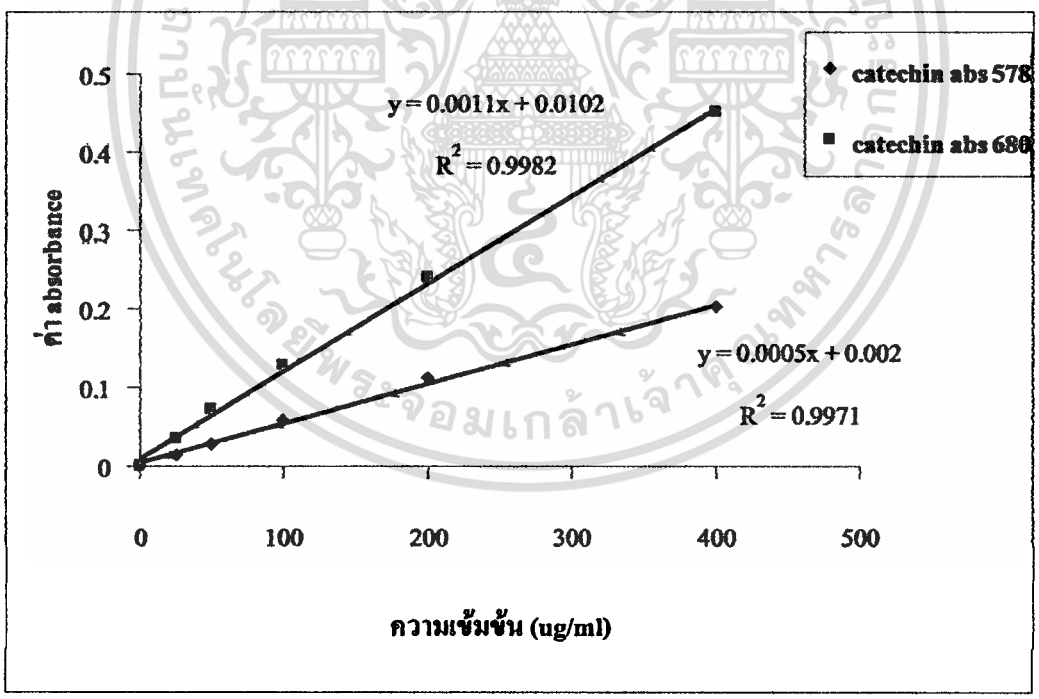
กราฟมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟมาตรฐานของการหาค่าปริมาณแทนนิน (µg/g)



ภาพที่ ค1 Standard tannin



ภาพที่ ค2 Standard catechin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบการให้คะแนนความชอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้และแบะแซที่เหมาะสม

แบบทดสอบการให้คะแนนความชอบแบบ 7-point hedonic scale

ชื่อ_____ **วันที่**_____

ตัวอย่าง : มะม่วงหิมพานต์แผ่น

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วเติมรหัสตัวอย่างลงใน _____

รวมทั้งให้คะแนนความชอบด้านคุณลักษณะต่าง ๆ ในช่องว่าง ซึ่งมีระดับคะแนนดังนี้

1 = ไม่ชอบมาก	2 = ไม่ชอบปานกลาง	3 = ไม่ชอบเล็กน้อย
4 = เฉย ๆ	5 = ชอบเล็กน้อย	6 = ชอบปานกลาง
7 = ชอบมาก		

รหัส	_____	_____	_____	_____	_____	_____
สี	_____	_____	_____	_____	_____	_____
รสหวาน	_____	_____	_____	_____	_____	_____
ความเหนียว	_____	_____	_____	_____	_____	_____
ความชอบรวม	_____	_____	_____	_____	_____	_____

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องการศึกษาปริมาณความชื้นที่เหมาะสม

แบบทดสอบการให้คะแนนความชอบแบบ 7-point hedonic scale

ชื่อ_____ **วันที่**_____

ตัวอย่าง : มะม่วงหิมพานต์แผ่น

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วเติมรหัสตัวอย่างลงใน _____
รวมทั้งให้คะแนนความชอบด้านคุณลักษณะต่าง ๆ ในช่องว่าง ซึ่งมีระดับคะแนนดังนี้

1 = ไม่ชอบมาก	2 = ไม่ชอบปานกลาง	3 = ไม่ชอบเล็กน้อย
4 = เฉย ๆ	5 = ชอบเล็กน้อย	6 = ชอบปานกลาง
7 = ชอบมาก		

รหัส	_____	_____	_____
สี	_____	_____	_____
ลักษณะเนื้อสัมผัส	_____	_____	_____
ลักษณะปรากฏ	_____	_____	_____
ความชอบรวม	_____	_____	_____

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องการศึกษาภาชนะบรรจุที่เหมาะสม

แบบทดสอบการให้คะแนนความชอบแบบ 7-point hedonic scale

ชื่อ_____ **วันที่**_____

ตัวอย่าง : มะม่วงหิมพานต์แผ่น

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วเติมรหัสตัวอย่างลงใน _____
รวมทั้งให้คะแนนความชอบด้านคุณลักษณะต่าง ๆ ในช่องว่าง ซึ่งมีระดับคะแนนดังนี้

1 = ไม่ชอบมาก	2 = ไม่ชอบปานกลาง	3 = ไม่ชอบเล็กน้อย
4 = เฉย ๆ	5 = ชอบเล็กน้อย	6 = ชอบปานกลาง
7 = ชอบมาก		

รหัส	_____	_____	_____
สี	_____	_____	_____
เนื้อสัมผัส	_____	_____	_____
ลักษณะปรากฏ	_____	_____	_____
ความชอบโดยรวม	_____	_____	_____

ข้อเสนอแนะ.....

.....

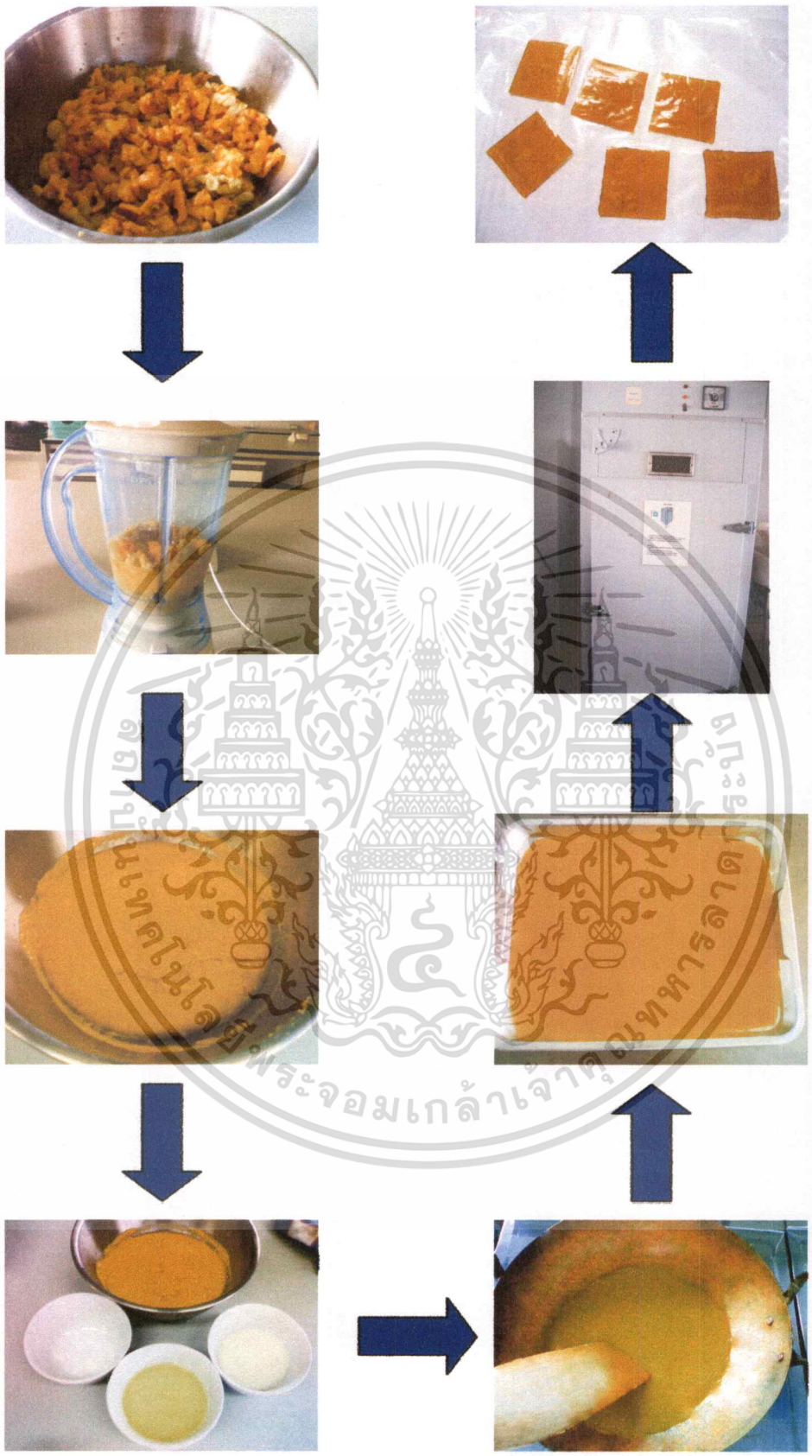
.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
ภาพกระบวนการผลิตตัวอย่างในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



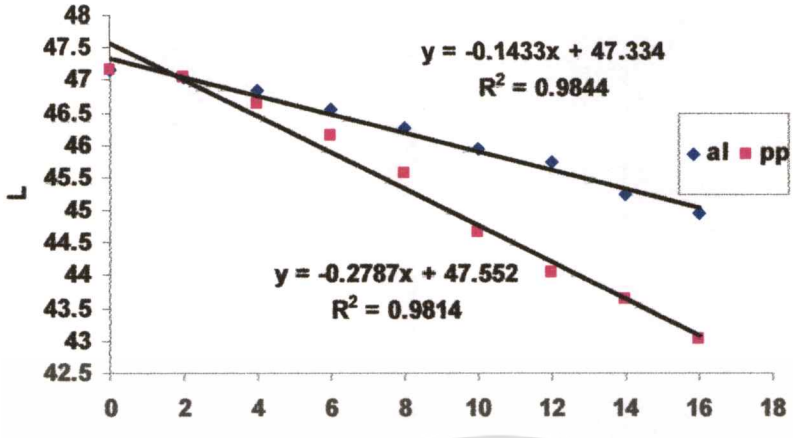
จ1 ภาพกระบวนการผลิตตัวอย่างในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

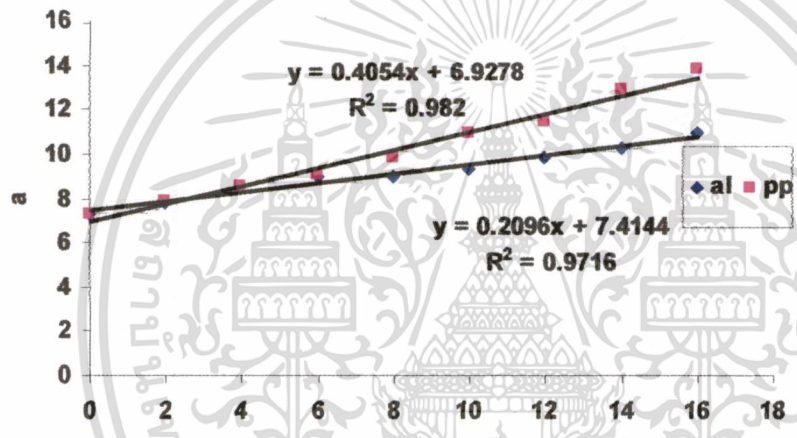
ภาคผนวก ฉ

ภาพแสดงอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาและภาชนะบรรจุ

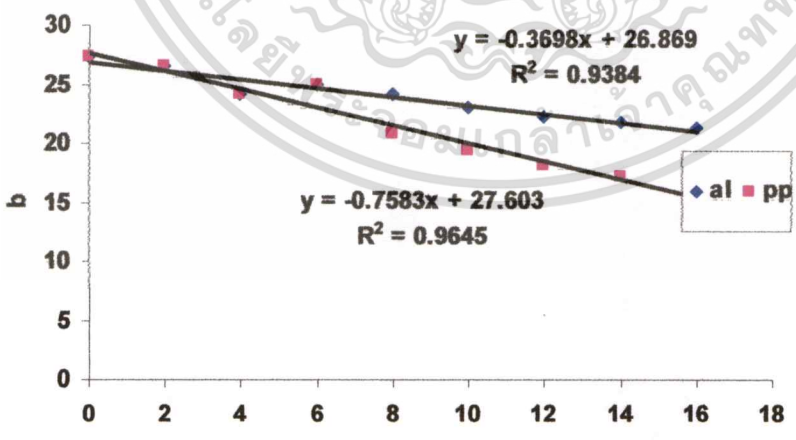
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



L(A)



a(B)

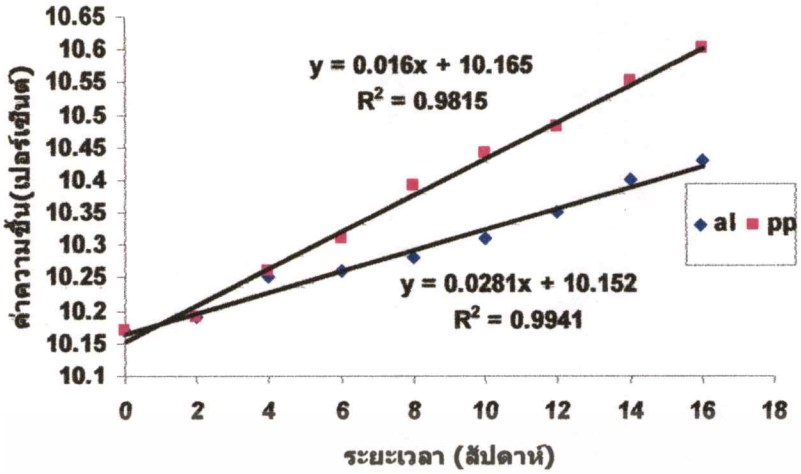


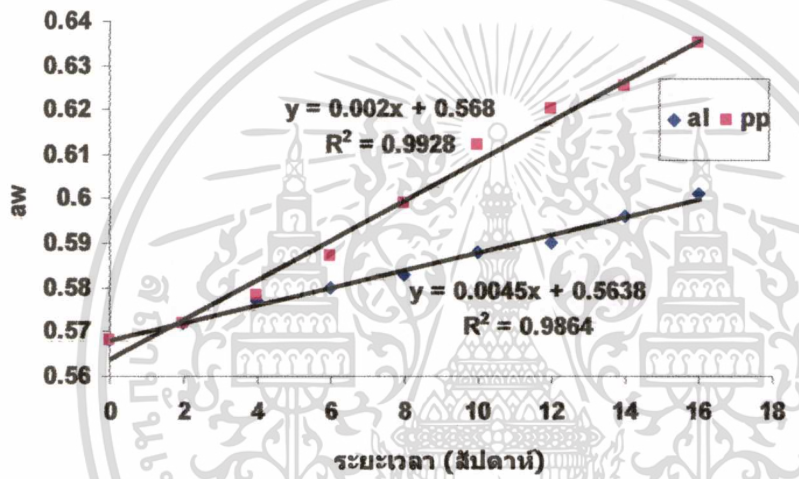
b(C)

ภาพ ฉ1 อิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาและภาชนะบรรจุที่มีผลต่อความสว่าง L(A) ค่าสีแดง a(B) และค่าสีเหลือง b(C)

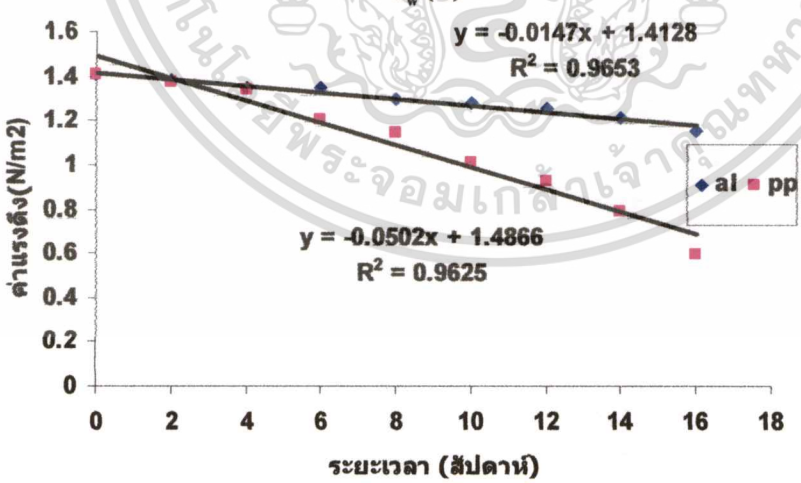
al บรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต pp บรรจุในซองโพลีโพรพิลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





a_w (A)



ค่าแรงดึง (C)

ภาพฉ2 อิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาและภาชนะบรรจุที่มีผลต่อความชื้น(A), a_w(B) และค่าแรงดึง(C)

al บรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต pp บรรจุในซองโพลีโพรพิลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการลดปริมาณแทนนินของมะม่วงหิมพานต์

ปัจจัยการทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F	Sig
ปริมาณแทนนิน	treatment	2	42313.728	21601.864	2397.238	0.000*
	Error	9	81.119	9.013		
	Total	12	93888.082			

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ ช2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซ

ปัจจัยการทดสอบ		SOV	df	SS	MS	F	Sig
ค่าสี	L	A	1	22.660	22.660	551.227	0.000*
		B	2	56.336	28.168	685.210	0.000*
		AB	2	0.590	0.295	7.180	0.026*
		Error	6	0.247	0.0411		
		Total	12	26491.101			
	a	A	1	6.409	6.409	2473.084	0.000*
		B	2	11.723	5.862	2261.759	0.000*
		AB	2	2.746	1.373	529.778	0.024*
		Error	6	0.0155	0.0026		
		Total	12	572.108			
	b	A	1	1.159	1.159	140.393	0.000*
		B	2	25.012	12.509	1514.368	0.000*
		AB	2	0.479	0.240	29.014	0.001*
		Error	6	0.0495	0.00826		
		Total	12	10924.722			
	a_w	A	1	0.004	0.004	29.400	0.002*
		B	2	0.003	0.015	120.467	0.000*
		AB	2	0.002	0.001	6.200	0.035*
		Error	6	0.001	0.000		
		Total	12	3.946			
ค่าแรงดึง		A	1	0.172	0.172	1565.556	0.000*
		B	2	2.509	1.255	11414.832	0.000*
		AB	2	0.007	0.0036	33.362	0.001*
		Error	6	0.0006	0.0001		
		Total	12	21.317			

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

A= ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ B= ปริมาณแบะแซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณแบะแซที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะม่วงหิมพานต์แผ่น

ปัจจัยการทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F	Sig
สี	treatment	5	604.238	120.848	283.311	0.000*
	block	59	25.713	0.436	0.859	
	Error	295	149.595	0.507		
	Total	360	7021.000			
รสหวาน	treatment	5	549.821	109.964	182.574	0.000*
	block	59	32.823	0.556	0.924	
	Error	295	177.679	0.602		
	Total	360	7271.000			
ความเหนียว	treatment	5	576.420	115.284	260.111	0.000*
	block	59	30.703	0.520	1.174	
	Error	295	130.747	0.443		
	Total	360	7593.000			
ความชอบโดยรวม	treatment	5	518.562	103.712	192.296	0.000*
	block	59	33.517	0.568	1.053	
	Error	295	159.104	0.539		
	Total	360	8092.000			

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ ช4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นที่เหมาะสม

ปัจจัยการทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F	Sig
ค่าแรงดึง	treatment	2	31.673	15.837	350.134	0.000*
	Error	15	0.678	0.045		
	Total	18	558.647			
a_w	treatment	2	0.064	0.032	245.023	0.000*
	Error	15	0.002	0.0013		
	Total	18	5.408			

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นที่เหมาะสมที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะม่วงหิมพานต์แผ่น

ปัจจัยการทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F	Sig
สี	treatment	2	313.544	156.772	262.564	0.000*
	block	59	40.738	0.690	1.156	
	Error	118	70.456	0.597		
	Total	180	4133.000			
เนื้อสัมผัส	treatment	2	240.878	120.439	170.975	0.000*
	block	59	32.994	0.559	0.794	
	Error	118	83.122	0.704		
	Total	180	3087.000			
ลักษณะปรากฏ	treatment	2	239.878	119.939	181.162	0.000*
	block	59	21.661	0.367	0.555	
	Error	118	78.122	0.662		
	Total	180	4363.000			
ความชอบโดยรวม	treatment	2	299.144	149.572	177.343	0.000*
	block	59	26.728	0.453	0.537	
	Error	118	99.552	0.843		
	Total	180	4225.000			

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมีของมะม่วงหิมพานต์แผ่นในแต่ละภาชนะบรรจุ

ปัจจัยการทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F	Sig
ค่าสี L	A	8	139.473	17.434	10437.290	0.000*
	B	1	18.850	18.850	30808.329	0.015*
	AB	8	9.646	1.206	1970.582	0.000*
	Error	90	0.103	0.001		
	Total	108	225523.956			
a	A	8	281.621	35.203	12198.028	0.000*
	B	1	28.531	28.521	9882.732	0.002*
	AB	8	10.648	1.331	461.219	0.000*
	Error	90	0.260	0.0029		
	Total	108	10289.311			
b	A	8	872.343	109.043	318.203	0.001*
	B	1	201.993	201.993	589.446	0.000*
	AB	8	75.091	9.386	27.391	0.000*
	Error	90	30.842	0.343		
	Total	108	56790.736			
a_w	A	8	0.046	0.006	1046.628	0.001*
	B	1	0.012	0.001	2291.017	0.000*
	AB	8	0.006	0.0007	132.910	0.000*
	Error	90	0.0005	0.000006		
	Total	108	38.747			
แรงดึง	A	8	52.009	6.501	13837.562	0.000*
	B	1	5.170	5.170	11004.669	0.028*
	AB	8	2.187	0.273	581.786	0.009*
	Error	90	0.0422	0.00046		
	Total	108	2555.510			
ความชื้น	A	8	1.811	0.226	1049.524	0.000*
	B	1	0.097	0.097	453.326	0.020*
	AB	8	0.035	0.004	20.436	0.000*
	Error	90	0.019	0.0002		
	Total	108	11564.364			

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

A=ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)

B= ภาชนะบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช7 *การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะม่วงหิมพานต์แผ่นในแต่ละภาชนะบรรจุ*

ปัจจัยการทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F	Sig
สี	pp	8	1621.500	202.688	528.718	0.000*
	al	8	1343.526	167.941	528.349	0.000*
เนื้อสัมผัส	pp	8	1436.593	179.574	727.429	0.000*
	al	8	1351.537	168.942	461.176	0.000*
ลักษณะปรากฏ	pp	8	1072.633	134.079	399.333	0.000*
	al	8	1067.437	133.430	352.260	0.000*
ความชอบโดยรวม	pp	8	1297.033	162.129	432.970	0.000*
	al	8	1353.393	169.174	384.415	0.000*

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

pp บรรจุในซองโพลีโพรพิลีน al บรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวกรรณิการ์ ทั่งทอง เกิดวันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2526 ที่จังหวัดตราด สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร จากมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ในปีการศึกษา 2549 และศึกษาต่อในระดับปริญญาโท ในสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และจบการศึกษาในปี พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้