การผลิตมะพร้าวทึนทึกชุดฝอยแช่แข็ง

PRODUCTION OF FROZEN PRE-MATURE COCONUT STRIPS

จุฑามาศ มูลวงศ์

JUTAMAS MOOLWONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

KMITL-2014-AI-M-055-216

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง

PRODUCTION OF FROZEN PRE-MATURE COCONUT STRIPS

T139524

จุฑามาศ มูลวงศ์

JUTAMAS MOOLWONG

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....139524
วัน.เดือน.ปี.....3 พ.ย. 2558

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

KMITL-2014-AI-M-055-216

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRODUCTION OF FROZEN PRE-MATURE COCONUT STRIPS

JUTAMAS MOOLWONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

IN FOOD SERVICE AND CATERING TECHNOLOGY

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHCHNOLOGY LADKRABANG

2014

KMITL-2014-AI-M-055-216

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2014

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง

PRODUCTION OF FROZEN PRE-MATURE COCONUT STRIPS

ชื่อนักศึกษา นางสาวจุฑามาศ มุลวงศ์

รหัสประจำตัว 55680304

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลงชื่อ
รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม	
ผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร	
ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ	
รศ.เยาวลักษณ์ สูรพันธพิศิษฐ์	

วัน / เดือน/ ปีที่สอบ 22 ธันวาคม 2557 เวลา 09.30 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 303 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 15 เดือน ธ.ค. พ.ศ. 2557

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผลิตมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง
นักศึกษา	นางสาวจุฑามาศ มูลวงศ์
รหัสประจำตัว	55680304
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2557
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง โดยศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยสด ระยะเวลาที่เหมาะสมในการนึ่งก่อนการแช่แข็ง และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งในระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาวะการบรรจุแตกต่างกัน คือปิดผนึกภายใต้ความดันบรรยากาศและปิดผนึกภายใต้แบบสุญญากาศ ผลการทดลองพบว่า มะพร้าวทึนทึกขูดฝอยสดมีค่าสีที่วัดในระบบ CIE L^*, a^*, b^* เท่ากับ 85.48, 3.71 และ -3.33 ตามลำดับ มีปริมาณความชื้น 82.47% ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.67 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ 0.14% และปริมาณไขมัน 13.22% โดยที่การนึ่งมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยเป็นเวลา 5 นาที ก่อนการนำไปแช่แข็งนั้น เป็นการให้ความร้อนที่เพียงพอต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลง จากเริ่มต้น 5.05×10^2 CFU/กรัม เป็นน้อยกว่า 10 CFU/กรัม โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี เมื่อเก็บรักษาตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งซึ่งบรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส และปิดผนึกภายใต้ความดันบรรยากาศ เปรียบเทียบกับการปิดผนึกแบบสุญญากาศเป็นระยะเวลา 4 เดือน ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งที่บรรจุและปิดผนึกแบบสุญญากาศมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษาช้ากว่าการปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง คือ การนึ่งมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยเป็นเวลา 5 นาที บรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนขณะร้อน ปิดผนึกแบบสุญญากาศแล้วนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเก็บรักษาตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ข้อมูลจากผลการทดลองที่ได้สามารถนำไปพัฒนากระบวนการผลิตมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งในระดับอุตสาหกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของธุรกิจบริการอาหารต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Production of frozen pre-mature coconut strips
Student	Ms. Jutamas Moolwong
Student ID	55680304
Degree	Master of Science
Program	Food Service and Catering Technology
Thesis advisor	Assoc. Prof. Dr. Praphan Pinsirodom

ABSTRACT

The objective of this research was to investigate suitable condition for the production of frozen pre-mature coconut strips. The physicochemical properties of the fresh pre-mature coconut strips were first investigated. The results showed that the fresh sample had color values (L^*, a^*, b^*) 85.48, 3.71, and -3.33, respectively; moisture content 82.47% , pH 6.67, total titratable acidity 0.14% and fat content 13.22%. The blanching by steaming of the coconut strips before freezing for 5 min sufficient to reduce the total plate count from 5.05×10^2 CFU/g to < 10 CFU/g and no effect on the color values of the sample was observed. The frozen pre-mature coconut strips packed in polyethylene plastic bag sealed under atmospheric and vacuum condition were stored at – 20 °C for 4 months. The results showed that the sample packed under vacuum tended to have better stability during storage in terms of physicochemical, microbiological and sensorial qualities. It can be concluded that suitable condition for the production of frozen pre-mature coconut strips was: steam for 5 min, pack in polyethylene plastic bag after steaming and seal under vacuum, leave to cool at room temperature, freeze at –80 °C for 24 hours and store the frozen samples at the – 20 °C. The experimental data can be used for the further development of commercial production of frozen pre-mature coconut strips that will be useful for food service business.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาโทของสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านโดยเฉพาะอย่างยิ่ง รศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาและข้อมูลต่างๆ ระหว่างการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณท่านกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ผศ.ดร. ชุพร พืชกมุทร และดร. ธงชัย พุฒทองศิริ ที่ช่วยให้คำแนะนำตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่คอยดูแล อำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือและสารเคมี ที่ใช้ในงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำและเป็นกำลังใจให้ทำงานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน หากปราศจากความช่วยเหลืออันดีจากผู้มีพระคุณทั้งหลาย งานวิจัยนี้คงไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้ และผู้เขียนขอขอบคุณผู้แต่งและสำนักพิมพ์ของหนังสืออ้างอิงดังกล่าวเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่นิสิตนักศึกษา และผู้สนใจอ่านทั่วไป และหากมีข้อความใดหรือเนื้อหาตอนหนึ่งตอนใดผิดพลาดไปเนื่องจากการพิมพ์หรือด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้จัดทำยินดีรับการติชมจากผู้อ่านด้วยใจจริง

จุฑามาศ มูลวงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 มะพร้าว	3
2.2 เครื่องขูดมะพร้าว	9
2.3 การใช้มะพร้าวทึนทึกในขนมไทย	11
2.4 การเสื่อมเสียคุณภาพของเนื้อมะพร้าวขูด	16
2.5 การลวกหรือการนึ่ง	16
2.6 การแช่แข็ง	19
2.7 การยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารโดยการบรรจุแบบสุญญากาศ	24
2.8 ทฤษฎีสี L^*, a^*, b^*	25
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	29
3.1 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และสารเคมี	29
3.2 วิธีการดำเนินงาน	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	32
4.1 สมบัติทางเคมีกายภาพบางประการของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย	32
4.2 ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการนึ่งมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยก่อนการแช่แข็ง	34
4.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งในระหว่างการเก็บรักษา ด้วยวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	37
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	45
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก	49
ประวัติผู้เขียน	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางอาหารของเนื้อมะพร้าวในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	6
4.1	สมบัติทางเคมีกายภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย	33
4.2	ค่าสี L^*, a^*, b^* ของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ผ่านการนึ่งที่ระยะเวลาแตกต่างกัน	35
4.3	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เหลือรอดทั้งหมดของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยเมื่อใช้ระยะเวลาในการนึ่งที่แตกต่างกัน	37
4.4	ค่าสี L^*, a^*, b^* ของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง ที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน	38
4.5	ค่าความชื้นของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง ที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน	40
4.6	ความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง ที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน	41
4.7	ปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง ที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน	41
4.8	ค่า TBARS ของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง ที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน	42
4.9	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง ที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน	43
4.10	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนน ของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง ที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาต่างกัน	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ส่วนประกอบภายนอกของผลมะพร้าว	5
2.2	ส่วนประกอบภายในของผลมะพร้าว	5
2.3	ระดับความแก่อ่อนของมะพร้าวประกอบด้วย มะพร้าวอ่อน (ก) มะพร้าวทึนทึก (ข) มะพร้าวแก่ (ค) มะพร้าวกะทิ (ง)	8
2.4	กระต่ายไทย (ก) และลักษณะเนื้อมะพร้าวแก่ขูดฝอยที่ได้ (ข)	10
2.5	กระต่ายจีน (ค) และลักษณะเนื้อมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ได้ (ง)	10
2.6	มือแมว (จ) หรือเล็บแมว และลักษณะมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ได้ (ฉ)	10
2.7	ขนมต้มแดงและขนมต้มขาว	12
2.8	ขนมเรไร หรือขนมรังไร	13
2.9	ขนมข้าวเม่าคลุก	13
2.10	ขนมข้าวเกรียบอ่อน	14
2.11	กระเช้าสีดา (ก) ขนมตาล (ข) ขนมเหนียว (ค)	14
2.11 (ต่อ)	มะพร้าวแก้ว (ง) ขนมหยกมณี (จ) ขนมถั่วแปบ (ฉ) ขนมเล็บมือนาง (ช) ข้าวเหนียวหน้ากระฉีก (ซ) ขนมเปียกปูนใบเตย (ฌ) ขนมมันสำปะหลัง (ญ) ขนมขี้หนู (ฎ) ขนมข้าวโพด (ฏ)	15
2.12	ผลกระทบของการแช่เยือกแข็ง ต่อเนื้อเยื่อพืช(1-4) การแช่เยือกแข็งแบบช้า : (5-6) การแช่เยือกแข็งแบบเร็ว	22
2.13	การบรรยายสีในระบบ L^*, a^*, b^* มองในระนาบ 2 มิติ	25
2.14	การบรรยายสีในระบบ L^*, a^*, b^* มองในระนาบ 3 มิติ	26
4.1	แสดงโทนสีของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยบน chromaticity diagram	34
4.2	โทนสีของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ผ่านการนึ่งด้วยน้ำเดือดในระยะเวลาที่แตกต่างกันบน chromaticity diagram โดยที่ (ก) แสดงโทนสีโดยรวม (ข) แบบขยายแสดงรายละเอียดตัวอย่างที่เวลาในการนึ่งด้วยน้ำเดือดแตกต่างกัน	36
4.3	โทนสีของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกันบน chromaticity diagram โดยที่ (ก) แสดงโทนสีโดยรวม (ข) แบบขยายแสดงรายละเอียดตัวอย่างที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ซ ขนมฟักทอง	60
ฌ. 1 แสดงมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยสด (ก) มะพร้าวทึนทึกที่ผ่านการนึ่งด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที (ข) มะพร้าวทึนทึกที่ผ่านการนึ่งด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที(ค) มะพร้าวทึนทึกที่ผ่านการนึ่งด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที (ง)	61
ฌ. 3 มะพร้าวทึนทึกขูดฝอยปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ (ก) มะพร้าวทึนทึกขูดฝอยปิดผนึกแบบสุญญากาศ (ข)	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขนมไทย มีลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์บ่งบอกความเป็นไทยทั้งโดยรูปลักษณ์ และโดยรสชาติที่ได้รับสืบทอดมาจากบรรพบุรุษ มีทั้งความหอมหวาน ความมัน และความสวยงามที่มีลักษณะเฉพาะของขนมไทยแต่ละชนิด ขนมไทยหลายชนิดเป็นขนมประเภทที่ต้องใช้ทั้งความประณีต ความละเอียดอ่อน ความอดทน และสมาธิในการทำหรือเรียกว่าใช้ทั้งศาสตร์และศิลป์ในการทำ ยากที่ชนชาติอื่นจะลอกเลียนแบบได้ (นิรนาม, 2539)

นอกจากแป้งและน้ำตาลแล้ว มะพร้าว ยังเป็นส่วนผสมหลักที่ขาดไม่ได้ในการทำขนม มีการนำมะพร้าวมาใช้ในรูปแบบต่างๆ กันไป ไม่ว่าจะนำมาขูดแล้วคั้นให้เป็นน้ำกะทิ หรือนำมาขูดด้วยมือแมวใช้โรยหน้าขนม นอกจากจะช่วยเพิ่มความหวานมันแล้ว ยังช่วยแต่งหน้าขนมให้ดูสวยงามมากยิ่งขึ้นอีกด้วย ทั้งนี้มะพร้าวขูดที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน จะใช้ระดับความอ่อนแก่ของมะพร้าวที่แตกต่างกันด้วย เช่น มะพร้าวห้าวหรือมะพร้าวแก่จัดจะนำมาขูดแล้วคั้นให้เป็นน้ำกะทิ มะพร้าวทึนทึกหรือมะพร้าวกลางอ่อนกลางแก่ซึ่งกะลาจะเป็นสีน้ำตาลอ่อน นิยมนำมาขูดด้วยมือแมวเพื่อใช้โรยหน้าขนม ขนมที่ต้องใช้มะพร้าวทึนทึกมีหลายชนิดได้แก่ ขนมถั่วแปบ ขนมมันขนมกล้วย ขนมฟักทอง ขนมต้มขาว ขนมหยกมณี มะพร้าวแก้ว หน้ากระฉีก เป็นต้น (จริยา, 2549)

อย่างไรก็ตามการใช้มะพร้าวทึนทึกในธุรกิจบริการอาหาร ยังคงประสบปัญหาการเสื่อมเสียคุณภาพง่าย ดังที่อาจารย์ศรีสมร (2534) กล่าวไว้ว่า มะพร้าวขูดและน้ำกะทินั้น สามารถเก็บได้นานที่สุด 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะเกิดการเสื่อมเสียหรือว่าบูดได้ โดยเฉพาะในสภาพอากาศร้อนแบบประเทศไทย การบรรจุในภาชนะที่มีลักษณะปิดก็ทำให้บูดได้ง่ายกว่าการวางผึ่ง การเก็บในตู้เย็นหรือที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดระยะการเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น อีกวิธีคือการคลุกเคล้ากับเกลือแล้วนำไปนึ่งจะสามารถเก็บรักษาไว้ค้างคืนได้ ดังนั้นในอุตสาหกรรมการบริการอาหารที่ต้องใช้มะพร้าวทึนทึกขูดฝอยปริมาณมาก นอกจากจะต้องใช้แรงงานและเวลาในการเตรียมมาก ยังมีปัญหาในการควบคุมคุณภาพในเรื่องระดับความแก่อ่อนของมะพร้าวทึนทึก และการเสื่อมเสียคุณภาพเนื่องจากจุลินทรีย์อีกด้วย ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการดำเนินการ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะยืดอายุการเก็บรักษามะพร้าวทึนทึกขูดฝอย โดยการแช่แข็ง นอกจากจะเป็นการช่วยลดขั้นตอนการเตรียมซึ่งสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ประกอบการธุรกิจบริการอาหารได้แล้วยังสามารถควบคุมความสม่ำเสมอของคุณภาพของผลิตภัณฑ์อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย

1.2.2 เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการนึ่งมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยก่อนการแช่แข็ง

1.2.3 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งในระหว่างการเก็บรักษาด้วยวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยโดยวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณไขมันของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย จากนั้นศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการนึ่งมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยก่อนการแช่แข็งโดยติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีกายภาพ และจุลินทรีย์ ผลการวิจัยในขั้นตอนนี้จะได้สภาวะในการนึ่งมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่เหมาะสมก่อนการเก็บรักษาโดยการแช่แข็ง

เมื่อได้สภาวะการนึ่งที่เหมาะสมแล้วนำมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยมาบรรจุในถุงพลาสติกโพลิเอทิลีน (PE) โดยใช้วิธีปิดผนึก 2 วิธี คือ ปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ และปิดผนึกแบบสุญญากาศ นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเก็บรักษาตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีกายภาพ จุลินทรีย์และประสาทสัมผัสทุกๆ 1 เดือน จนครบ 4 เดือน

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบสมบัติทางเคมีกายภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย

1.4.2 ทราบระยะเวลาที่เหมาะสมในการนึ่งมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยก่อนการแช่แข็ง

1.4.3 ทราบวิธีการบรรจุและปิดผนึกมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่เหมาะสมในการเก็บรักษามะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะพร้าว

มะพร้าว มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Cocos nucifera Linn.* มีชื่อสามัญคือ Coconut อยู่ในวงศ์ PALMAE เป็นไม้ยืนต้นตระกูลปาล์ม มีชื่อพื้นเมืองว่า หมากอุ่น หมากอุ๋น หมากอูน คอส่า (แม่ฮ่องสอน) ดุง (จันทรบุรี) ข่อ (ภาคใต้) โดง (สุรินทร์) โพล (กาญจนบุรี) การขยายพันธุ์นั้นทำได้โดยใช้ผลแก่เพาะเป็นต้นอ่อนสูงประมาณ 0.5-1 เมตร จึงนำไปปลูกในหลุมที่เตรียมไว้ มะพร้าวเป็นไม้ปลูกง่าย ขึ้นได้ในดินธรรมดา มีอยู่ทุกภาคของประเทศไทย มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แถบประเทศไทย อินโดนีเซีย มาเลเซีย อินเดีย และฟิลิปปินส์ มะพร้าวเป็นพืชซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้ในหลายทาง เช่น น้ำและเนื้อมะพร้าวอ่อนใช้รับประทาน เนื้อในผลแก่นำไปขูดและคั้นทำกะทิ กะลานำไปประดิษฐ์สิ่งของต่างๆ เช่น กระบวย โคมไฟ ฯลฯ การจำแนกพันธุ์มะพร้าวมีผู้จำแนกไว้หลายแบบซึ่งแตกต่างกันไป หลักที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์มักจะเป็นขนาดของต้น อายุตกผล และขนาดผล เป็นต้น

2.1.1 พันธุ์มะพร้าวไทย แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม (พานิชย์, 2544) คือ

2.1.1.1 มะพร้าวพันธุ์ต้นสูง

มะพร้าวพันธุ์ต้นสูงมีลักษณะสำคัญคือ ต้นสูง ออกผลช้า มีสะโพกที่โคนต้น ส่วนมากเป็นมะพร้าวที่ปลูกเพื่อใช้น้ำมันในเนื้อมะพร้าวสำหรับประกอบอาหาร หรือใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มักเป็นมะพร้าวพันธุ์ต้นสูง พวกนี้มีอายุยืน (60-80 ปีหรือมากกว่านั้น) ขึ้นอยู่กับสภาพดิน ต้านทานต่อโรคและแมลง ยกเว้นพวกไวรัสที่ทำให้เกิดโรคบางชนิด จะเริ่มติดผลเมื่ออายุประมาณ 8-10 ปีหลังปลูก ในกลุ่มนี้จะแยกพันธุ์ตามสถานที่ที่ขึ้นอยู่ หรือลักษณะของผลที่เห็นเด่นชัด เช่น มะพร้าวหัวลิง ทะลายร้อย ปากจก เปลือกหวาน มะพร้าวใหญ่ มะพร้าวกะโหลก เป็นต้น

2.1.1.2 มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย

มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ยเป็นพันธุ์ออกผลเร็ว ต้นเตี้ยไม่มีสะโพก พันธุ์พวกนี้จะติดดอกออกผลในช่วง 3-4 ปีหลังจากปลูก ผลผลิตจะออกเต็มที่ในช่วง 9-10 ปีอายุการให้ผลที่ระดับเศรษฐกิจอยู่ประมาณ 30-40 ปี สีของผลจะมีทั้งสีเหลือง ทอง สีเหลืองงาช้าง สีเขียว สำหรับผลของพันธุ์ต้นเตี้ยจะมีทั้งขนาดผลเล็กและผลใหญ่ พันธุ์ผลเล็กที่สุดในกลุ่มนี้คือ Coco nino ในฟิลิปปินส์ ซึ่งในปัจจุบันมีการนำไปปลูกกระจายทั่วไปทุกส่วนของโลก มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ยได้แก่ มะพร้าวหมูสี หมูสีเขียว ทุ่งเคล็ด หมูสีเหลือง มะพร้าวไฟ ปะทิว มะพร้าวอ่อน นกคุ้ม ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผลมะพร้าว

ผลมะพร้าวมีรูปกลมหรือทรงกลมรี เปลือกด้านนอกเรียบและแข็ง ภายในเป็นเส้นใย เนื้อนุ่ม หยุ่น ส่วนที่ลึกเข้าไปอีกเป็นส่วนที่แข็ง เรียกว่า กะลามะพร้าว กะลามะพร้าวหากเป็นกะลาอ่อนจะเป็นกะลาสีขาว เมื่อเวลาผ่านไปกะลาจึงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้นและแข็ง ส่วนที่ลึกเข้าไปอีกเป็นส่วนของเนื้อมะพร้าวสีขาว เมื่อเนื้อมะพร้าวกำลังอ่อนอยู่เป็นส่วนที่มีลักษณะคล้ายวุ้น อ่อนนุ่ม รสหวานอ่อนๆ แล้วจึงเริ่มหนาขึ้นจนกระทั่งแก่ เมื่อเวลาที่กะลามะพร้าวเปลี่ยนเป็นสีเข้มเนื้อมะพร้าวมีความหนาประมาณ 1 เซนติเมตร เนื้อแข็ง รสมัน มีน้ำมันอยู่มากถึงร้อยละ 60-65 และในน้ำมันมีกรดไขมัน (Fatty acid) หลายชนิด ส่วนที่ถัดจากเนื้อมะพร้าวเป็นส่วนของน้ำมะพร้าว ทำหน้าที่ในการหล่อเลี้ยงเนื้อมะพร้าวให้ชุ่ม (มณีรัตน์, 2552) ผลมะพร้าวเป็นแบบ Fibrous drups ประกอบด้วยชั้นต่างๆ 4 ชั้น (ภาพที่ 2.1) คือ

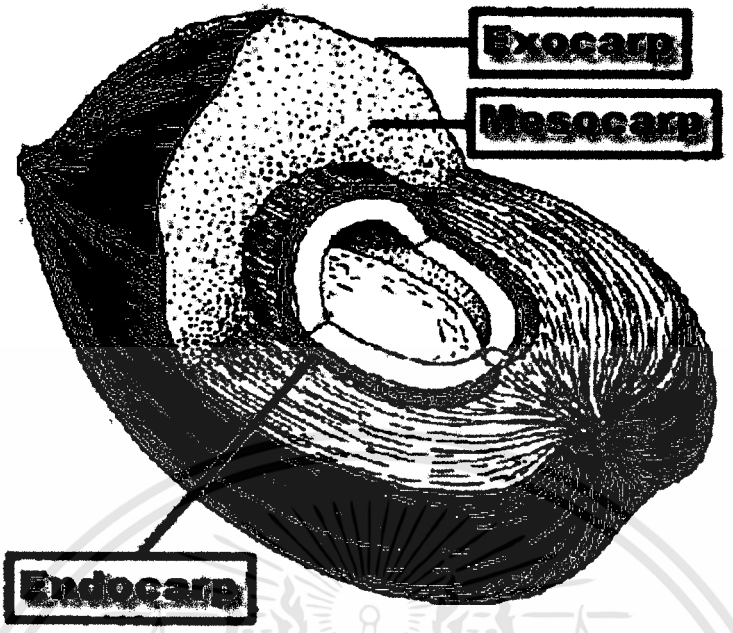
2.1.2.1 Exocarp หรือ Outer Skin คือ เปลือกนอกสุดของผล เป็นแผ่นของเส้นใยที่เหนียวและแข็ง เมื่อผลแก่จะเปลี่ยนเป็นสีต่างๆ คือสีเขียว เหลือง ส้ม แดงหรือน้ำตาลตามลำดับตามลักษณะประจำพันธุ์ สำหรับผลที่แก่และแห้งจัดจะมีสีน้ำตาลเข้ม

2.1.2.2 Mesocarp หรือ Husk หรือ Coir หรือ Fiber Layer คือใยมะพร้าว เป็นชั้นที่อยู่ถัดไปจากเปลือกนอกเข้ามา เมื่อผลยังอ่อนมีลักษณะอ่อนนุ่ม บางพันธุ์อาจมีรสหวานรับประทานได้ แต่เมื่อผลแก่จะกลายเป็นชั้นของเส้นใยที่เรียกว่า กาบมะพร้าว (coir) ซึ่งชั้นนี้จะหนาประมาณ 4-8 เซนติเมตร (ตามแต่พันธุ์)

2.1.2.3 Endocarp หรือกะลามะพร้าว เป็นชั้นในสุดที่มีกาบมะพร้าวหุ้มล้อมรอบ เมื่อผลแก่จะมีลักษณะแข็ง สีน้ำตาลดำ ที่เรียกว่า กะลา (husk or shell) ซึ่งผิวด้านนอกของกะลาจะมีสันนูน 3สัน ที่กะลาด้านที่อยู่ทางขั้วของผลจะมีตาอยู่ 3 ตา carple ละ 1 ตา โดยมีตาแข็ง 2 ตา และตานิ่มอันใหญ่ 1 ตา ตานิ่มนี้จะอยู่บนส่วนของกะลาอันใหญ่ที่สุด เมื่อมะพร้าวงอกหน่อออกมา ต้นอ่อนจะแทงทะลุผ่านตานิ่ม

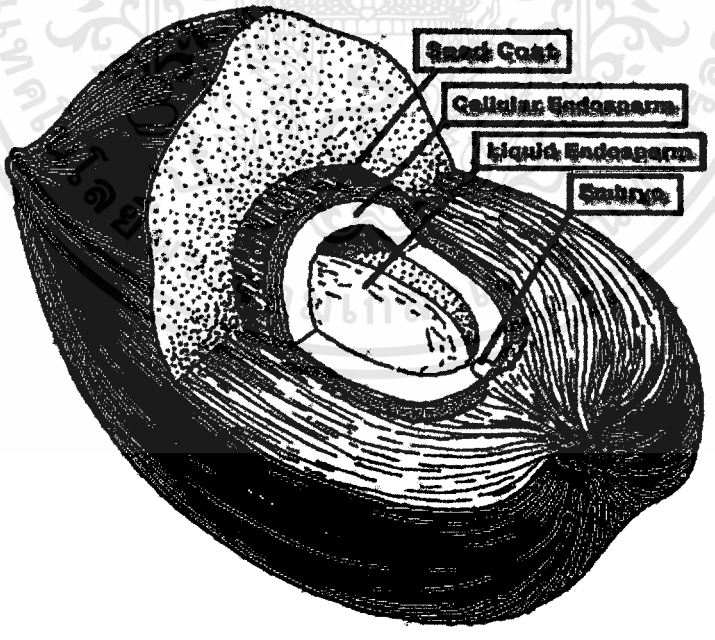
2.1.2.4 Kernel หรือ Seed หรือ Meat คือเมล็ด เมล็ดมะพร้าวคือชั้นที่อยู่ถัดจากกะลาเข้าไป แสดงดังภาพที่ 2.2 (นพรัตน์, 2536) ประกอบด้วยเปลือกเมล็ดสีดำหรือสีน้ำตาล (Seed coat) มีชั้นเนื้อมะพร้าว (Cellular endosperm) ซึ่งมีความหนาเฉลี่ยประมาณ 1-2 เซนติเมตร น้ำมะพร้าว (liquid endosperm) และส่วนที่เป็นต้นอ่อน (Embryo) ซึ่งเมื่อมะพร้าวแก่ เอนโดสเปิร์มก็จะดูดเอาน้ำมะพร้าวไปหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบภายนอกของผลมะพร้าว

ที่มา : David, 2014



ภาพที่ 2.2 ส่วนประกอบภายในของผลมะพร้าว

ที่มา : David, 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อมะพร้าวทึนทึกมีคุณค่าทางอาหารแสดงดังตารางที่ 1 คือ

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางอาหารของเนื้อมะพร้าวในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

คุณค่าทางอาหาร	ปริมาณ
ความชื้น	80.6 กรัม
ไขมัน	5.5 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	11.9 กรัม
กากใย	0.9 กรัม
โปรตีน	1.4 กรัม
แคลเซียม	10 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	54 มิลลิกรัม
เหล็ก	0.7 มิลลิกรัม
ไวตามินบีหนึ่ง	0.07 มิลลิกรัม
ไวตามินบีสอง	0.04 มิลลิกรัม
ไนอาซีน	0.9 มิลิกรัม
ไวตามินซี	4 มิลลิกรัม

ที่มา : กรมอนามัย, 2530

2.1.3 การเก็บเกี่ยวมะพร้าว

การเก็บเกี่ยวมะพร้าวเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ นิยมใช้การสังเกตการสุกแก่ของผลมะพร้าว ใช้การสังเกตอายุการเก็บเกี่ยวมะพร้าวที่เหมาะสม ได้แก่ การนับทะลาย การสังเกตจากหางหนู และการสังเกตจากสีผล (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2531)

มะพร้าวจะเริ่มมีเนื้อสมบูรณ์เมื่ออายุ 300 วัน และเมื่ออายุ 12 เดือน กะลาจะแข็ง และมะพร้าวจะสุกเต็มที่ มะพร้าวที่สมบูรณ์จะมีส่วนประกอบดังนี้ เปลือกมะพร้าว 35% กะลามะพร้าว 12% เนื้อมะพร้าว 28% และน้ำมะพร้าว 25% (ศักดิ์สิทธิ์, 2532)

การเก็บเกี่ยวมะพร้าวจะขึ้นอยู่กับพันธุ์มะพร้าว ประเพณีของชนบท ภูมิอากาศ และขบวนการแปรรูป เช่น ในประเทศศรีลังกา มะพร้าวต้นสูงใช้วิธีการเก็บโดยใช้คนเนื่องจากมะพร้าวจะไม่ตกลงมา ถึงแม้ว่าจะสุกเต็มที่ ในแถบเอเชียอาคเนย์ ได้แก่ ไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย จะนิยมใช้ลิงเก็บมะพร้าว แถบมหาสมุทรแปซิฟิกใช้วิธีเก็บเกี่ยวโดยให้มะพร้าวตกลงมาเองโดยธรรมชาติกรณีมะพร้าวต้นเตี้ยจะได้เปรียบในการเก็บเกี่ยวกว่าพันธุ์ต้นสูง ซึ่งบางแห่งจะสูงถึง 30 เมตร ขนาดและผลที่จะเก็บเกี่ยวจะขึ้นกับประโยชน์ที่จะนำไปใช้ (ภาพที่ 2.3) ซึ่งจะแบ่งการใช้ประโยชน์ดังนี้ (ศักดิ์สิทธิ์, 2532)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.1 มะพร้าวอ่อน จะเก็บเกี่ยวเมื่อผลมะพร้าวที่ได้รับการผสมแล้วประมาณ 8 เดือน ผลมะพร้าวขณะผลอ่อนโดยทั่วไปมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45-55 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลไม่รวมเปลือก 10 เซนติเมตร น้ำหนักเนื้อ 100 กรัม น้ำหนักกะลา 120 กรัม น้ำหนักกะลาและน้ำ ขณะที่เป็นมะพร้าวอ่อน 500 กรัม น้ำภายในผล 280 ซีซี จากการวิเคราะห์มะพร้าวน้ำหอม พบว่าน้ำมะพร้าวมีสารจำพวกน้ำตาล และวิตามินบีคอมเพล็กซ์ ไบโอติน และไรโบฟลาวิน ส่วนเนื้อมีคาร์โบไฮเดรท แคลเซียม และฟอสฟอรัส การเก็บเกี่ยวควรเก็บเมื่อเนื้อมีความอ่อนนุ่มและหนาพอสมควร ถ้าเก็บมะพร้าวอ่อนหรือแก่เกินไป เนื้อจะหนาแข็ง ใช้ช้อนตักกินลำบาก แต่น้ำจะหวานจัดกว่ามะพร้าวที่อ่อนเกินไป การเก็บดูสีของเปลือกและดีดผลเพื่อฟังเสียง โดยสีจะออกสีเขียวอ่อนปานกลาง มะพร้าวแก่ขึ้นสีผลจะกร้านขึ้น โดยมะพร้าวอ่อนแบ่งออกเป็น

1. มะพร้าวเนื้อหนึ่ง หมายถึง ในกะลายังไม่มีเนื้อ ถ้าส่งออกจะมีปัญหามะพร้าวแตกปริเอง

2. มะพร้าวเนื้อสอง หมายถึง ในกะลามีเนื้อบ้างเล็กน้อย เป็นมะพร้าวเนื้ออ่อนที่ผู้บริโภคต้องการ คือ เนื้อค่อนข้างเป็นวุ้น

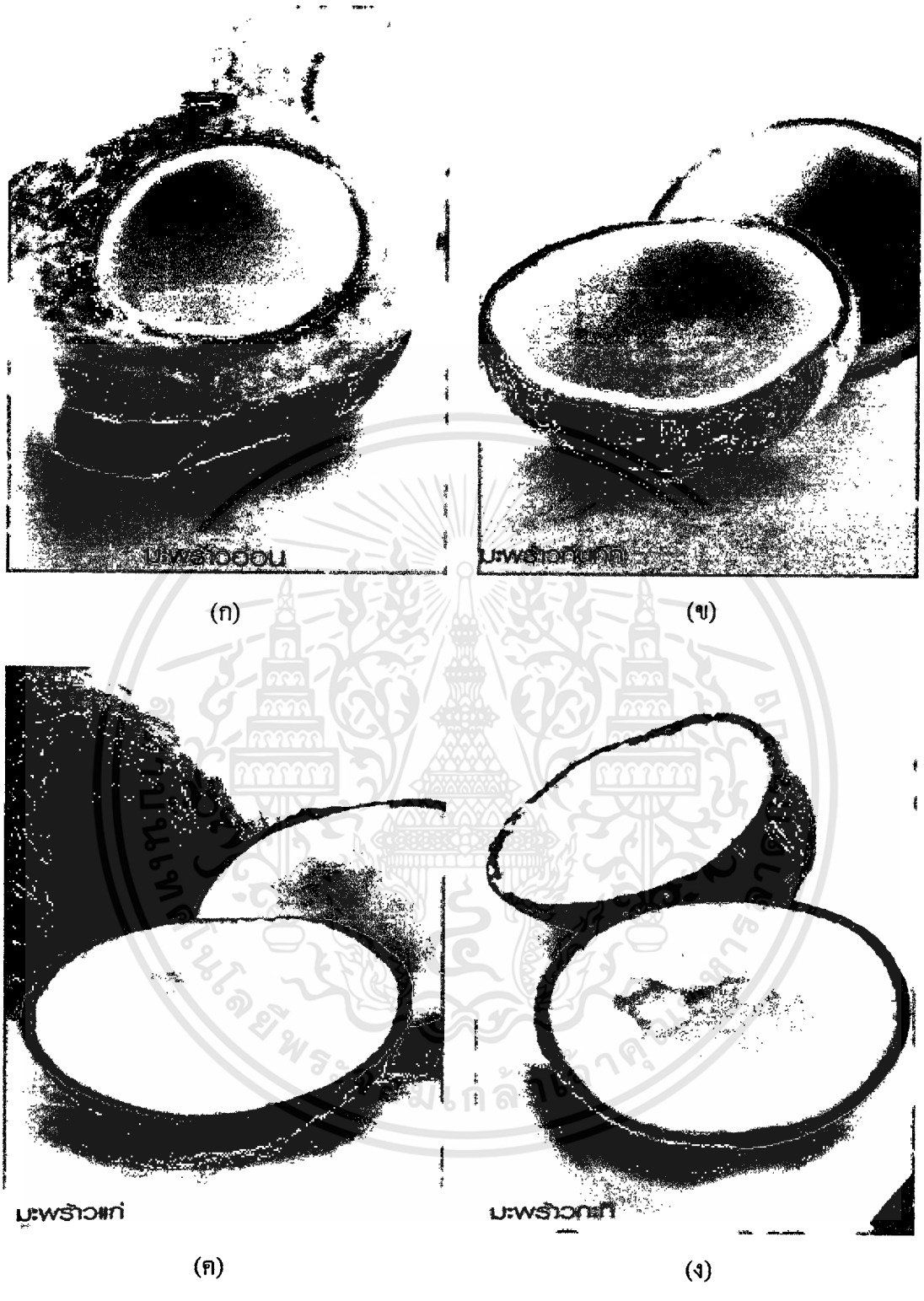
3. มะพร้าวเนื้อแก่ หมายถึง เนื้อมะพร้าวแข็งแล้วไม่อร่อย รับประทานได้แต่น้ำ

2.1.3.2 มะพร้าวแก่จัด การเก็บเกี่ยวมะพร้าวแก่จะเก็บเมื่อมะพร้าวมีเปลือกสีเขียวเข้มหรือเขียวออกน้ำตาล โดยนำผลมะพร้าวที่ได้มาเก็บในโรงเก็บ เป็นลักษณะกองสูง ซึ่งจะทำให้มีการลดความชื้นในเนื้อมะพร้าวลงได้ ปริมาณน้ำมันจะเพิ่มขึ้น ความหนาของมะพร้าวจะเพิ่มเติมขึ้น มีผลถึงปริมาณของเนื้อมะพร้าวแห้งที่ได้ ปอกเปลือกได้ง่ายกะลาจะสะอาด แห้ง แข็ง ไม่มีขุยมะพร้าวติด โดยจะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆต่อไป

มะพร้าวกะทิ หรือมะพร้าวเนื้อกะทิ เป็นมะพร้าวแก่ กะลาสีดำ มีน้ำหนักมากกว่าปกติ เนื้อมะพร้าวหนานุ่ม สีขาวขุ่นเปียกเหนียวเหมือนแป้งกวนและน้ำก็เหนียว นำมาใส่ในทับทิมกรอบ และขนมน้ำแข็งใส (นิดดา, 2554)

โดยทั่วไปชาวสวนและผู้จำหน่ายจะใช้ประสบการณ์ในการสังเกตจากกาบและกะลามะพร้าว โดยมะพร้าวทึนทึกจะมีกาบที่ยังสดและสีไม่เป็นสีน้ำตาลเหมือนมะพร้าวแก่จัด นอกจากนี้สีของกะลาจะมีสีน้ำตาลแก่กว่ามะพร้าวอ่อน แต่ไม่เข้มเท่ามะพร้าวแก่จัด จากข้อมูลข้างต้น มะพร้าวอ่อนระดับที่ 3 คือ มะพร้าวเนื้อแก่นั้น หมายถึงมะพร้าวทึนทึก (ภาพที่ 2.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างมะพร้าวชนิดต่างๆ มะพร้าวอ่อน (ก) มะพร้าวทึนทึก (ข) มะพร้าวแก่ (ค) และมะพร้าวกะทิ (ง)

ที่มา : นิดดา, 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เครื่องขูดมะพร้าว

ไม่มีหลักฐานปรากฏแน่ชัดว่า กระต่ายขูดมะพร้าว (Coconut Graters) มีกำเนิดขึ้นมาตั้งแต่สมัยใด และใครเป็นผู้ประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมา แต่คนไทยได้มีการนำมะพร้าวมาใช้ประโยชน์ในการปรุงอาหารหรือเป็นส่วนประกอบของอาหารหวานคาวมาช้านานแล้ว การบันทึกที่เก่าแก่ที่สุดของศิลาจารึกของพ่อขุนรามคำแหงหลักที่ 1 ที่จารึกไว้ว่า "สร้างป่าหมาก ป่าพลูทั่วเมืองนี้ทุกแห่ง ป่าพร้าวก็หลายในเมืองนี้" นั่นหมายความว่า คนไทยได้นำมะพร้าวมาใช้ประโยชน์เป็นเวลากว่า 700 ปีมาแล้ว (ฉรงค์, 2549) อาหารไทยหลายชนิดมีกะทิเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่ขาดไม่ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการขูดเนื้อมะพร้าวออกมาจากกะลามะพร้าว แล้วจึงนำมะพร้าวขูดที่ได้ไปคั้นน้ำกะทิออกมาเพื่อใช้ประกอบอาหาร

นอกจากกระต่ายขูดมะพร้าวแล้ว คนไทยในหลายภูมิภาคยังประดิษฐ์เครื่องขูดมะพร้าวหลายแบบ ทั้งใช้มือขูด หรือใช้เครื่องทุ่นแรง ซึ่งเป็นทั้งที่มีมอเตอร์สำหรับหมุนหรือไม่มี สำหรับในปัจจุบัน เนื่องจากคนไทยยังนิยมบริโภคกะทิอยู่ แม้ว่าจะมีกะทิสำเร็จรูปผลิตออกจำหน่าย แต่บางคนก็ยังนิยมคั้นกะทิเอง เครื่องมือที่ใช้ในการขูดมะพร้าวในครัวเรือนมี 3 ชนิดคือ (ฉรงค์, 2549)

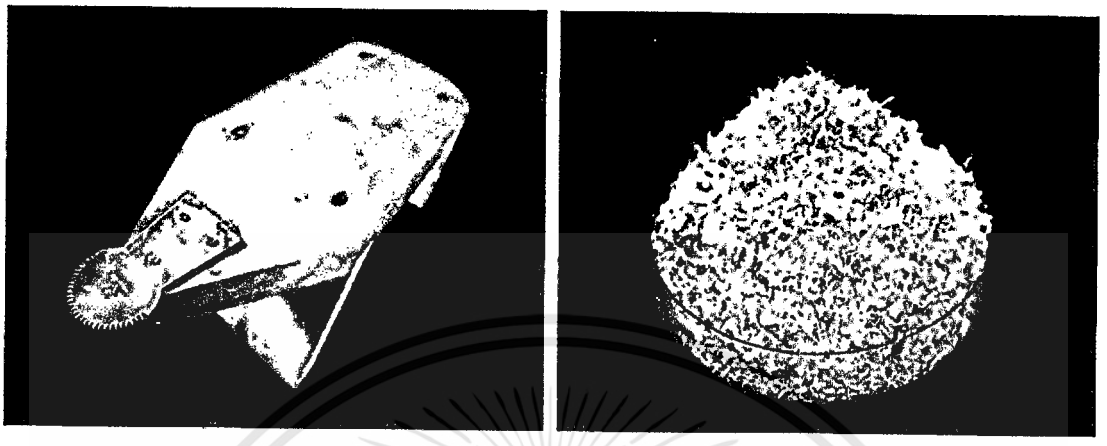
2.2.1 กระต่ายไทย (ภาพที่ 2.4 ก) เครื่องมือสำหรับขูดเนื้อมะพร้าวออกจากกะลา ประกอบด้วยสองส่วนคือ ม้านั่ง และแผ่นเหล็กที่มีฟันคล้ายฟันเลื่อยชี้นออกมาเป็นที่สำหรับขูดมะพร้าว ผู้ขูดจะนั่งบนตัวกระต่าย ใช้มือทั้งสองจับมะพร้าวที่ผ่าครึ่งซีกครอบแผงซี่ฟันเลื่อย ออกแรงขูดโดยหมุนไปรอบๆ เนื้อมะพร้าวจะหลุดออกมาเป็นเกล็ดฝอย เรียกว่ามะพร้าวขูด (ภาพที่ 2.4 ข) เมื่อนำไปเติมน้ำจะสามารถคั้นบีบน้ำผ่านกระชอนให้เป็นน้ำกะทิ

2.2.2 กระต่ายจีน (ภาพที่ 2.5 ค) เครื่องมือขูดมะพร้าวที่ใช้ตะปูทองเหลืองตอกเรียงเป็นแถวทะลุแผ่นไม้กระดานออกมาเล็กน้อย เป็นฟันฉลุๆ ตัดหัวตะปู แล้วเสี้ยมให้แหลม ใช้สำหรับขูดเนื้อมะพร้าวที่กะเทาะออกจากกะลาแล้ว นำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆแล้วครูดกับแผงตะปูที่โผล่ขึ้นมา เนื้อมะพร้าวจะหลุดออกมาเป็นขุย เหมาะสำหรับการขูดมะพร้าวที่ต้องการความละเอียดมากๆ กระต่ายจีนสามารถขูดเนื้อมะพร้าวสำหรับทำขนมได้ดีกว่ากระต่ายไทย เพราะเส้นมะพร้าวจะเล็กเป็นฝอย (ภาพที่ 2.5 ง) ง่ายต่อการนำไปคั้นกะทิ กวน หรือคลุก โรยใส่ขนมพวกขนมต้ม ขนมถั่วแปบ ดังนั้นครัวของบ้านสมัยก่อนจึงต้องมีทั้งกระต่ายไทยและกระต่ายจีนเอาไว้ใช้

2.2.3 มือแมว หรือเล็บแมว (ภาพที่ 2.6 จ) เป็นเครื่องมือขูดมะพร้าวที่ต้องใช้มือขูด ประกอบด้วยสองส่วน คือส่วนหัวที่ทำด้วยโลหะเช่น เหล็ก ทองแดง ฯลฯ เป็นแผ่นบางๆและมีฟันเลื่อยแหลมคม มะพร้าวที่ขูดได้จะมีลักษณะเป็นเส้นขาวเล็ก ใช้โรยหน้าขนม แต่ถ้าขูดมะพร้าวอ่อนที่ใช้ทำข้าวเหนียวเปียกต้องขูดให้ติดกันเป็นเส้นใหญ่ หรือใช้ขูดมะพร้าวทึนทึกให้เป็นเส้น โดยจะใช้ขูดมะพร้าวทั้งกะลาโดยขูดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อขาวๆเท่านั้น อีกส่วนหนึ่งคือส่วนที่ใช้จับ มัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำด้วยไม้ ตอกติดกับส่วนหัว มือแมวเป็นเครื่องขูดมะพร้าวของภาคกลางและภาคเหนือ มีลักษณะคล้ายเหล็กขูดของภาคใต้แต่มะพร้าวที่ขูดได้เป็นเส้นขาวไม่เป็นฝอย (ภาพที่ 2.6 ฉ)

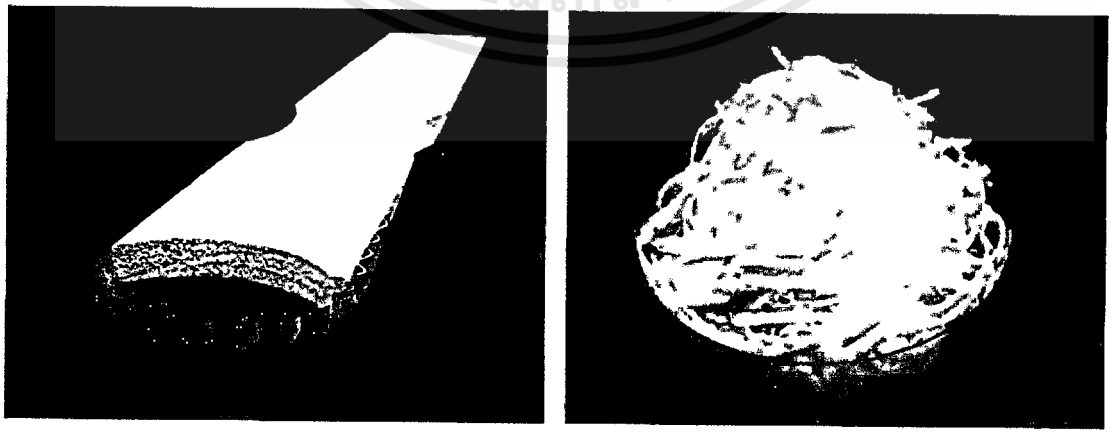


(ก) (ข)

ภาพที่ 2.4 กระต่ายไทย (ก) และลักษณะเนื้อมะพร้าวแก่ขูดฝอยที่ได้ (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 2.5 กระต่ายจีน (ค) และลักษณะเนื้อมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ได้ (ง)



(จ) (ฉ)

ภาพที่ 2.6 มือแมว (จ) หรือเล็บแมว และลักษณะมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ได้ (ฉ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การใช้มะพร้าวทึนทึกในขนมไทย

ก่อนที่จะบรรยายเกี่ยวกับเรื่องการใช้มะพร้าวทึนทึกในขนมไทยต้องขอกล่าวถึงประวัติความเป็นมาของขนมไทยก่อน คำว่า "ขนม" มาจากคำว่า "เข้าหนม" ความหมายของคำว่า "หนม" แปลว่า "หวาน" "เข้าหนม" จึงแปลว่า "เข้าหวาน" โดยความหวานที่ได้มาจากน้ำอ้อย น้ำตาล ต่อมาจึงเพี้ยนจาก "เข้าหนม" เป็น "ขนม" (รุ่งทิวา, 2553)

ขนมไทยในยุคแรกๆ เป็นเพียงข้าวที่นำมาตำหรือโม่บดจนกลายเป็นแป้ง จากนั้นนำไปผสมกับน้ำตาลเพื่อทำเป็นขนม ต่อมาได้ผสมมะพร้าวลงไปด้วย ซึ่งของทั้งสามอย่างที่ว่าเป็นสิ่งที่หาได้ทั่วไปในบ้านเรา พอเข้าสู่สมัยกรุงศรีอยุธยา มีการเจริญสัมพันธไมตรีกับต่างประเทศทั้งชาติตะวันออกและชาติตะวันตก และเริ่มรับเอาวัฒนธรรมทางด้านอาหารของชาติต่างๆมาดัดแปลง มีเครื่องมือเครื่องใช้มากขึ้น รวมทั้งหาวัตถุดิบในการทำอาหารและขนมได้ง่ายขึ้น จึงมีผู้คิดค้นขนมที่หลากหลายแตกหน่อแตกแขนงแยกไม่ออกว่าอะไรเป็นขนมไทยแท้ (รุ่งทิวา, 2553)

ยุคที่ขนมไทยมีความหลากหลายเฟื่องฟูที่สุด คือช่วงกรุงศรีอยุธยาตอนปลาย พ.ศ. 2201 เป็นต้นมา สตรีโปรตุเกสนามว่า "คัทรีน ดีทอร์ควีมา" ได้สมรสกับเจ้าพระยาวิชาเยนทร์จนได้รับการแต่งตั้งเป็นท่านผู้หญิงวิชาเยนทร์ ต่อมาได้รับบรรดาศักดิ์เป็น "ท้าวทองกีบม้า" ได้เข้ารับราชการในพระราชวังในตำแหน่ง "หัวหน้าห้องเครื่องต้น" ดูแลเครื่องทองของหลวง เป็นหัวหน้าเก็บภูษาฉลองพระองค์ และคอยเก็บผลไม้ของเสวย ซึ่งระหว่างที่รับราชการอยู่นั้นท้าวทองกีบม้าได้สอนการทำขนมหวานจำพวกทองหยอด ทองหยิบ ฝอยทอง ทองผลุ ทองโปร่ง ซึ่งเป็นขนมที่มีส่วนผสมของไข่แก่พวกสาวๆที่อยู่ใต้บังคับบัญชา แล้วถ่ายทอดไปยังครอบครัวต่อ จนขนมที่ท้าวทองกีบม้าสอนเป็นที่รู้จักของคนทั่วไปในเวลาต่อมา จนมีคนยกย่องในสมญานามท้าวทองกีบม้าว่าเป็น "ราชินีขนมไทย" (รุ่งทิวา, 2553)

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำขนมไทย นอกจากแป้งและน้ำตาลแล้ว มะพร้าว ยังเป็นส่วนผสมหลักที่ขาดไม่ได้ในการทำขนม มีการนำมะพร้าวมาใช้ในรูปแบบต่างๆกัน มะพร้าวขูดที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน จะใช้ระดับความอ่อนแก่ของมะพร้าวที่แตกต่างกัน คือถ้าต้องการขูดมะพร้าวเอากะทิเพื่อใช้ทำขนม ประการแรกต้องเอามะพร้าวแก่จัดที่มักเรียกว่า มะพร้าวแกงมางัดด้วยมีดอีโต้จนถึงกะลา นำมะพร้าวกะลามาผ่าเป็นสองซีกแล้วใช้ กระต่ายไทยขูดจะได้เนื้อมะพร้าวค่อนข้างฝอยค้นได้น้ำเยอะ (รูปที่ 2.4 ข) ถ้าต้องการขูดมะพร้าวเพื่อเอาไปคลุกทำขนมให้ใช้มะพร้าวทึนทึก ต้องใช้กระต่ายจีนขูดจะได้เส้นมะพร้าวขาวขึ้น (รูปที่ 2.5 ฆ) ถ้าต้องการมะพร้าวโรยหน้าขนมเช่น ขนมเปียกปูน เข้าใช้มะพร้าวค่อนมาทางอ่อนหน่อยใช้เล็บแมวเป็นตัวขูดจะได้มะพร้าวเป็นเส้นขาวสวยงามน่ารับประทาน (รูปที่ 2.6 จ) การขูดมะพร้าวต้องขูดจากกลางกะลามายังขอบกะลา (นลิน, 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างขนมไทยที่ใช้มะพร้าวทึนทึกขูดขาว ขนมต้มแดง-ต้มขาว (ภาพที่ 2.7) จากหนังสือประเพณีและศาสนา เอกสารนิเทศการศึกษาฉบับที่ 287 กล่าวไว้ว่า "ขนมทั้งสองชนิดนี้ใช้ในพิธีบวงสรวงสังเวยเทวดาของศาสนาพราหมณ์ ในการทำพิธีพราหมณ์" ทุกครั้งตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันจะต้องใช้ขนมทั้งสองชนิดนี้ในพิธีชนิดที่ขาดไม่ได้เสมอมา ขนมต้มแดงกับขนมต้มขาวใช้แป้งข้าวเหนียวเหมือนกัน แต่ขนมต้มแดงมีมะพร้าวและน้ำตาลอยู่ข้างนอก โดยต้มแป้งที่ปั้นเป็นก้อนกลมๆกดให้แบนเล็กน้อย สุกแล้ว กวนมะพร้าวกับน้ำตาลมะพร้าวให้เหนียวเล็กน้อย นำแป้งที่สุกแล้วลงคลุกให้เข้ากัน สำหรับขนมต้มขาวใช้น้ำตาลมะพร้าวกับมะพร้าวทึนทึกผัดเข้าด้วยกันจนเหนียวปั้นได้ นวดแป้งข้าวเหนียวกับน้ำให้นุ่มหุ้มไส้ให้มิด นำแป้งไปต้มให้สุกคลุกด้วยมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยผสมกับเกลือ (วันดี, 2550)

ภาพที่ 2.7 ขนมต้มแดงและขนมต้มขาว
ที่มา : วันดี, 2550

"ขนมเรไร" (ภาพที่ 2.8) การทำขนมเรไรต้องใช้แป้งข้าวเจ้าผสมแป้งท้าวยายม่อม และน้ำดอกมะลิกวนพอสุก นวดให้เข้ากันดี ไม่ติดมือ แบ่งใส่สีต่างๆตามต้องการ กดด้วยพิมพ์เบาๆมือให้เป็นรังเล็กๆ แล้วนำไปนึ่งประมาณสองถึงสามนาทีพอสุก ถ้านึ่งนานขนมจะแบน ลักษณะความเป็นรังก็จะหายไป เมื่อรับประทานจึงผสมหัวกะทิกับเกลือปั่นตั้งไฟอ่อน ผสมกับน้ำตาลทรายกับงาคั่วบุพอแตก และมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยเคล้าเกลือเล็กน้อยรับประทานด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.8 ขนมเรไร หรือขนมรังไร

ที่มา : กิจติยา, 2557

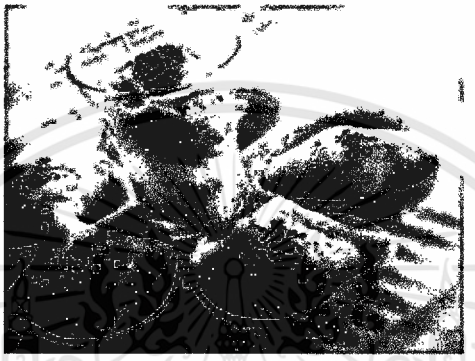
ข้าวเม่าคลุก (ภาพที่ 2.9) มี 2 ชนิดคือ ชนิดกรอบใช้ข้าวเม่ารางผสมกับมะพร้าวทึนทึก น้ำตาลทราย และเกลือ ถ้ายังไม่รับประทานจะยังไม่คลุก เพราะข้าวเม่าจะไม่กรอบ สำหรับคนที่ชอบความนุ่ม ต้องใช้น้ำสะอาดพรมข้าวเม่าพอนุ่มเสียก่อน จึงจะผสมมะพร้าว น้ำตาลทราย และเกลือ เหมือนข้าวเม่าราง ถ้าเป็นสูตรโบราณจะมีส่วนผสมเท่านี้ แต่ปัจจุบันนิยมคั่วงาดำ งาขาว แล้วบุพอแตกผสมลงในน้ำตาลทรายด้วย ก็อร่อยไปอีกแบบ แต่อย่างน้อยเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหาร เพื่อให้สอดคล้องกับภาวะโภชนาการของปัจจุบัน มีข้อควรระวังนิดเดียวคือ ถ้ายังไม่รับประทานอย่าเพิ่งคลุกและถ้าเป็นไปได้ มะพร้าวทึนทึกควรขูดสดๆแล้วคลุกทันทีจะอร่อยกว่าขูดทิ้งไว้แล้วนำไปนึ่งความหยาบจะไม่เหมือนกัน (วันดี, 2550)

ภาพที่ 2.9 ขนมข้าวเม่าคลุก

ที่มา : วันดี, 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

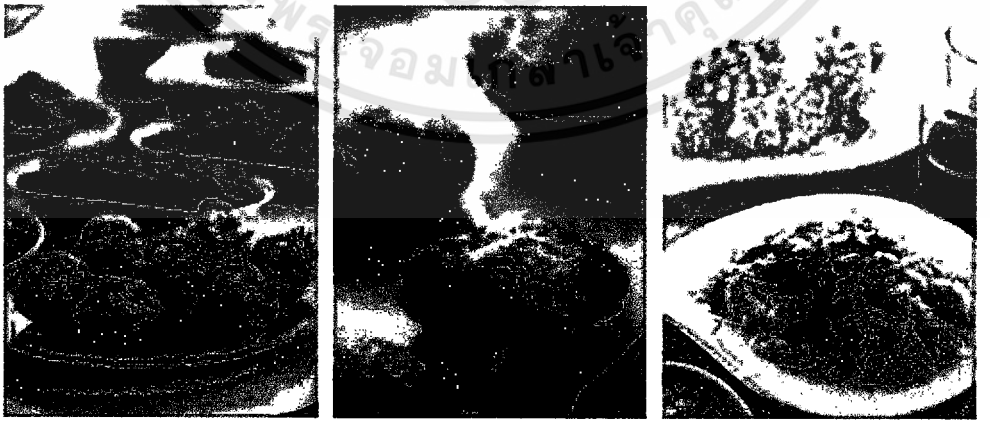
ข้าวเกรียบอ่อน (ภาพที่ 2.10) มีส่วนผสม 3 ขั้นตอน คือ ส่วนที่เป็นภายนอก ส่วนที่เป็นไส้ และส่วนที่รับประทานกับขนม สูตรตัวแป้งประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้า แป้งมัน แป้งท้าวยายม่อม น้ำตาลมะพร้าว น้ำเปล่าและน้ำร้อน ผสมแป้งทั้งหมดให้เข้ากันแล้วละเลงในหม้อข้าวเกรียบปากหม้อใส่ไส้ถั่วเขียวเลาะเปลือกนึ่งสุก มะพร้าวทึนทึกขูดฝอยและเกลือ จะพับเป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือจะพับเป็นรูปพระจันทร์ครึ่งเสี้ยวก็ได้ แต่ต้องพรมด้วยหัวกะทิผสมเกลือเล็กน้อย เมื่อจะเสิร์ฟต้องเสิร์ฟคู่กับน้ำตาลทราย งาดำ งาขาว และเกลือบดให้เข้ากันหยาบๆ



ภาพที่ 2.10 ขนมข้าวเกรียบอ่อน

ที่มา : วันดี, 2550

รวมถึงขนมไทยชนิดอื่นๆ (ภาพที่ 2.11) ได้แก่ กระเช้าสีดา ขนมตาล ขนมเหนียว มะพร้าวแก้ว ขนมหยกมณี ขนมถั่วแปบ ขนมเล็บมือนาง ข้าวเหนียวหน้ากระฉีก ขนมเปียกปูนใบเตย ขนมมันสำปะหลัง ขนมขี้หนู และขนมข้าวโพด เป็นต้น ล้วนแล้วแต่ต้องใช้มะพร้าวเป็นองค์ประกอบสำคัญทั้งสิ้น

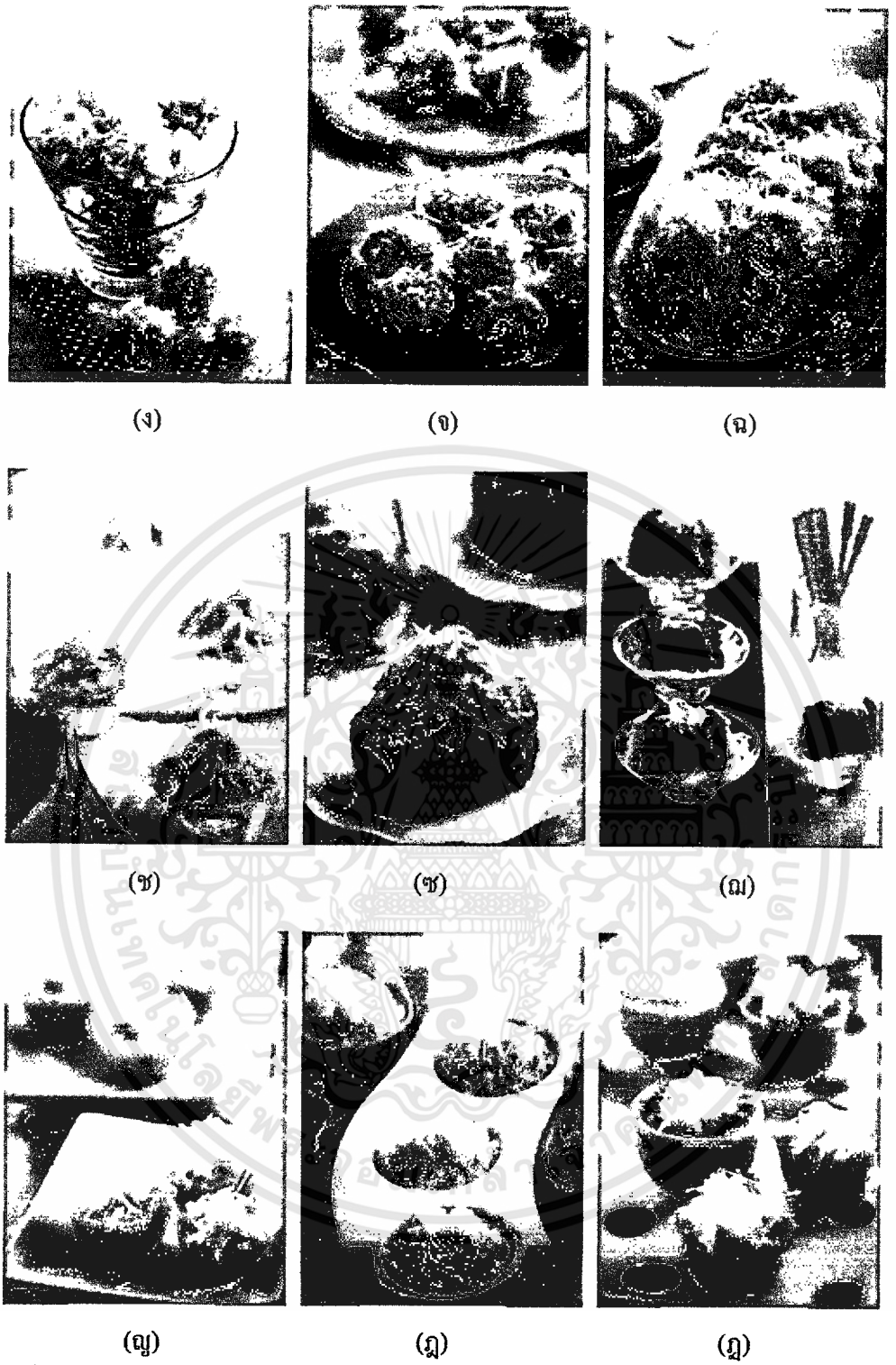


(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 2.11 กระเช้าสีดา (ก) ขนมตาล (ข) และขนมเหนียว (ค)

ที่มา : กิจติยา, 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 (ต่อ) มะพร้าวแก้ว (ง) ขนมหยกมณี (จ) ขนมถั่วแปบ (ฉ) ขนมเล็บมือนาง (ช) ข้าวเหนียวหน้ากระฉีก (ซ) ขนมเปียกปูนใบเตย (ฌ) ขนมมันสำปะหลัง (ญ) ขนมขี้หนู (ฎ) และขนมข้าวโพด (ฏ)

ที่มา : กิจติยา, 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

และเวลาในการลวกขึ้นอยู่กับชนิดของผักหรือผลไม้ ขนาดของชิ้นอาหาร อุณหภูมิของการลวก และวิธีการให้ความร้อน

การลวกเป็นกระบวนการให้ความร้อนที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับผักส่วนมาก และสำหรับผลไม้บางชนิด การลวกไม่จัดเป็นกระบวนการแปรรูปที่สมบูรณ์ในตัวเอง แต่จะใช้เป็นกระบวนการตั้งต้นสำหรับการแปรรูปอาหารหลายวิธีเช่น การบรรจุกระป๋อง การแช่แข็ง การทำแห้ง เป็นต้น บางครั้งจะทำการลวกไปพร้อมกับการเตรียมวัตถุดิบเช่น การปอกเปลือกหรือการทำความสะอาด เพื่อการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่าย (กิตติพงษ์, 2536)

2.5.1 จุดประสงค์และประโยชน์จากการลวก (นิธิยา, 2544)

2.5.1.1 เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์หรือทำลายสารตั้งต้น (Substrate) ของการทำงานของเอนไซม์ เช่น สารพวก Peroxides เนื่องจากเอนไซม์เหล่านี้จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต้องการทางด้านประสาทสัมผัส เช่น เกิดสีคล้ำ หรือเกิดกลิ่นรสผิดปกติ และทำให้เกิดการสูญเสียสารอาหาร เช่น น้ำตาล วิตามิน หรือสารอื่นๆ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ทั้งในระหว่างกระบวนการผลิตและระหว่างการเก็บผลิตภัณฑ์

2.5.1.2 ลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่บนผิวของอาหาร จึงเป็นการถนอมรักษาอาหารขั้นต่อไปง่ายขึ้น การลวกถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากโดยเฉพาะในกระบวนการสเตอร์ริไลซ์ ซึ่งจะมีการกำหนดเวลา และอุณหภูมิในการให้ความร้อนเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ตามที่ต้องการ ถ้าอาหารที่ผ่านการลวกที่ไม่สมบูรณ์ก็จะทำให้มีเชื้อจุลินทรีย์แรกเริ่มในปริมาณสูง

2.5.1.3 ช่วยไล่อากาศหรือก๊าซออกจากเนื้อเยื่อผักผลไม้ จึงเป็นการช่วยลดการเกิดปฏิริยาออกซิเดชัน ช่วยรักษาสุญญากาศภายในภาชนะภาชนะบรรจุ รวมทั้งลดแรงดันภายในภาชะบรรจุระหว่างการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อภายในกระบวนการบรรจุกระป๋อง

2.5.1.4 ทำให้เนื้อเยื่ออาหารอ่อนนุ่มขึ้น รัดตัวแน่นขึ้น สามารถบรรจุให้ได้น้ำหนักตามต้องการง่ายขึ้น

2.5.1.5 ช่วยทำให้กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น

2.5.1.6 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการแปรรูปต่อไป เช่น ช่วยให้การหั่น การเตรียม การปลอกเปลือกง่ายขึ้น

2.5.1.7 การลวกที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม จะช่วยตรึงสีให้คงที่

2.5.1.8 ช่วยกำจัดกลิ่นคาว กลิ่นดิบ รสฝาด รสขม ทำให้กลิ่นรสของผักบางชนิดอ่อนลง เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และยังสามารถช่วยกำจัดสารบางชนิดซึ่งอาจไม่ต้องการในบางประการ

2.5.1.9 ทำให้วัตถุดิบมีอุณหภูมิสูงขึ้น ช่วยให้การเพิ่มอุณหภูมิในกระบวนการต่อไปทำได้เร็วขึ้น

139524

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การลวกด้วยไอน้ำ

การลวกด้วยไอน้ำ (Steam blanching) ทำโดยให้ชิ้นอาหารสัมผัสกับไอน้ำที่ความดันบรรยากาศหรือภายใต้ความดันต่ำ ประมาณ 150 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร เหมาะที่จะใช้กับชิ้นอาหารขนาดเล็กที่มีพื้นที่ผิวมาก เนื่องจากมีการสูญเสียของสารอาหารน้อยกว่าการลวกด้วยน้ำร้อน นอกจากนั้นยังช่วยลดปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น แต่วิธีนี้อาหารจะถูกทำความสะอาดน้อยกว่าการใช้น้ำร้อน ดังนั้นต้องมีการทำความสะอาดวัตถุดิบอย่างดีก่อนหรือหลังการลวก และเครื่องมือเครื่องใช้จะมีราคาแพงกว่าการลวกด้วยน้ำร้อน ความสม่ำเสมอของการลวกจะต่ำกว่า ถ้าวัตถุดิบกองเป็นกองสูงเกินไป ส่วนที่อยู่ด้านในจะไม่ได้รับความร้อน นอกจากนั้นประสิทธิภาพในการใช้พลังงานความร้อนจะต่ำกว่าการใช้น้ำร้อนอีกด้วย

2.5.3 ผลกระทบของการลวกต่อคุณภาพอาหาร

ความร้อนที่ใช้ในการลวกอาหารมีผลต่อคุณสมบัติด้านโภชนาการและกลิ่นรสของอาหารอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อย่างไรก็ตามการให้ความร้อนในการลวกยังไม่รุนแรงเท่ากับการสเตอริไลซ์ จึงมีผลต่อคุณภาพอาหารน้อยกว่า โดยทั่วไปจะมีการคุมเวลาและอุณหภูมิในการลวกให้สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้อย่างเพียงพอเพื่อให้เกิดการสูญเสียกลิ่นรสหรือลักษณะเนื้อสัมผัสน้อยที่สุด (ภาพที่ 2.12)

2.5.3.1 สารอาหาร

มีสารอาหารหลายชนิดเช่น วิตามิน เกลือแร่ และสารอาหารละลายน้ำเกิดการสูญเสียระหว่างการลวก การสูญเสียวิตามินส่วนใหญ่เกิดจากการถูกชะล้าง การถูกทำลายโดยความร้อน และเกิดการสูญเสียจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในปริมาณที่ไม่มากนัก การสูญเสียดังกล่าวขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังต่อไปนี้ (วิไล, 2552)

1. ชนิด สายพันธุ์ ความบริบูรณ์ของวัตถุดิบ
2. วิธีการเตรียมอาหารเช่น การตัด การฝานเป็นแผ่นบางๆ หรือการตัดเป็นรูปเต๋า
3. อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของชิ้นอาหาร
4. วิธีลวก
5. อุณหภูมิและเวลาในการลวก การลวกโดยอุณหภูมิสูงแต่ใช้เวลาสั้นกว่าทำให้เกิดการสูญเสียวิตามินน้อยกว่าการลวกที่อุณหภูมิต่ำกว่าแต่ใช้เวลานานกว่า
6. วิธีทำให้เย็น
7. อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่ออาหาร ทั้งในการลวกและการทำให้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3.2 สีและกลิ่น

การลวกทำให้อาหารบางชนิดมีสีสดใสขึ้นเนื่องจากอากาศและฝุ่นบริเวณผิวถูกกำจัดออกไป ทำให้ค่าความยาวคลื่นของแสงสะท้อนเปลี่ยนไป อุณหภูมิและเวลาก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง รงควัตถุในอาหาร นิยมเติมโซเดียมคาร์บอเนต (0.125% โดยน้ำหนัก) หรือแคลเซียมออกไซด์ลงในน้ำที่ใช้ในการลวกเพื่อป้องกันการทำลายคลอโรฟิลล์ ผักจึงยังคงสีเขียวไว้ได้ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยเอนไซม์ของแอปเปิลหรือมันฝรั่งชิ้นได้โดยการแช่อาหารลงในน้ำเกลือเจือจาง (2% โดยน้ำหนัก) ก่อนการลวก ถ้าทำการลวกอย่างเหมาะสมจะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสอย่างเด่นชัด แต่การลวกโดยไม่สมบูรณ์ จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนได้ในระหว่างการเก็บรักษาอาหารแห้งหรืออาหารแช่แข็ง

2.5.3.3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร

วัตถุประสงค์อีกข้อหนึ่งในการลวกคือ การทำให้เนื้อเยื่อของผักนุ่มขึ้น เพื่อทำให้บรรจุอาหารลงกระป๋องง่ายขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้เวลาและอุณหภูมิที่สูงเพียงพอที่จะทำลายการทำงานของเอนไซม์ในอาหารระหว่างการแช่เยือกแข็ง หรือการทำให้แห้งอาจส่งผลให้อาหารสูญเสียลักษณะเนื้อสัมผัสได้ เช่น มันฝรั่งบางชนิด การลวกผักส่วนใหญ่จะใช้น้ำร้อนหรือไอน้ำ แต่สำหรับผลไม้นิยมเติมแคลเซียมคลอไรด์ลงในน้ำสำหรับลวก เพื่อให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนแคลเซียมแพคเตท (Calcium pactate) ซึ่งไม่ละลายน้ำ ทำให้เนื้อเยื่อพืชคงความแน่นกรอบได้ หรืออาจใช้สารเพิ่มความเข้มข้นประเภทคลอลอยด์ (Colloidal thickener) เช่น เพคติน คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและแอลจิเนท เพื่อช่วยให้ผลไม้ยังคงกรอบแน่นหลังการลวก

โดยทั่วไปไม่นิยมลวกผลไม้แช่เยือกแข็งที่ใช้บริโภคสดหลังการละลายน้ำแข็ง เพราะการลวกจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ นอกจากนั้นยังมีการใช้เทคนิคอื่นเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องจากเอนไซม์ ที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลและการออกซิเดชันของวิตามินซี เช่น ใช้สารเคมีเพื่อหยุดยั้งการทำงานของเอนไซม์ หลีกเลี่ยงการสัมผัสออกซิเจน หรือเติมสารป้องกันการเกิดออกซิเดชัน เป็นต้น (วิไล, 2552)

2.6 การแช่แข็ง

การแช่เยือกแข็ง (Frozen) อาหารเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถเก็บรักษาอาหารไว้ได้นานหากมีการดำเนินการแช่เยือกแข็งอย่างถูกต้องเหมาะสม จะช่วยรักษาคุณภาพทั้งในรูป กลิ่น สี และคุณภาพทางโภชนาการไว้ได้สูงมากเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ สินค้าอาหารแช่เยือกแข็งจึงเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปโดยเฉพาะในกลุ่มประเทศร่ำรวย และจัดเป็นสินค้าสำคัญประเภทหนึ่งในตลาดโลกที่ยังมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะอาหารสำเร็จรูปที่เตรียมไว้เรียบร้อยแล้วพร้อมรับประทานได้เพียงแต่นำไปทำให้คืนรูป (Thawing) แล้วอุ่นให้ร้อนขึ้นเพื่อความสะดวกรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักพื้นฐานในการแช่เยือกแข็งคือ การลดอุณหภูมิของอาหารหรือผลิตภัณฑ์นั้นให้ต่ำลงจนถึงระดับที่สิ่งมีชีวิตนั้นไม่สามารถจะดำเนินปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่อไปได้ ตามปกติจุลินทรีย์ที่มีปะปนอยู่ในอาหารนั้นก็จะชะงักการเจริญเติบโต และหยุดกระบวนการทางเมทาบอลิซึมลง แต่เนื้อเยื่อของอาหารจะยังคงลักษณะอยู่ได้ โดยทั่วไปมักจะอยู่ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ซึ่งหลักการคือ การเปลี่ยนสภาวะของน้ำในอาหารที่เป็นของเหลวให้เป็นของแข็ง เพื่อมิให้น้ำนั้นสามารถทำหน้าที่ต่างๆในปฏิกิริยาเคมีและไม่เป็น Substrate ให้กับเชื้อจุลินทรีย์ที่จะปะปนมากับอาหารได้ อย่างไรก็ตามการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิต่ำเพียงใด ก็ไม่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ให้หมดไปได้ (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2543)

2.6.1 การเกิดผลึกน้ำแข็ง

จุดเยือกแข็งของอาหาร คือ อุณหภูมิที่มีผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กๆในปริมาณที่สมดุลกับน้ำที่อยู่รอบๆ อย่างไรก็ตามก่อนที่จะเกิดผลึกน้ำแข็งขึ้นต้องมีนิวเคลียส (Nucleus) ของโมเลกุลน้ำเกิดขึ้นก่อน หรือที่เรียกว่านิวคลีเอชัน (Nucletion) จากนั้นจึงเกิดผลึกน้ำแข็ง นิวคลีเอชันมี 2 แบบ คือ แบบโฮโมจีเนียส (Homogeneous) และแบบเฮเทอโรจีเนียส (Heterogeneous) ซึ่งเป็นการเกิดนิวเคลียสรอบๆ อนุภาคที่แขวนลอยหรือที่ผนังเซลล์ โดยทั่วไปจะเกิดเฮเทอโรจีเนียสนิวคลีเอชันขึ้นในอาหารระหว่างการเย็นยิ่งยวด

ระยะเวลาของการเย็นยิ่งยวดขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและอัตราการกำจัดความร้อนออกไป อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงนี้จะทำให้เกิดนิวเคลียสจำนวนมาก โมเลกุลน้ำจะเคลื่อนที่ไปยังนิวเคลียสที่มีอยู่เพื่อสร้างนิวเคลียสขึ้นมาใหม่ การแช่เยือกแข็งโดยรวดเร็วจึงทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กๆ อย่างไรก็ตามขนาดของผลึกจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและกรรมวิธีการแช่เยือกแข็งเริ่มต้น อัตราการถ่ายเทความร้อนส่วนใหญ่ในช่วงของการแช่เยือกแข็งจะเป็นตัวกำหนดการขยายตัวของผลึกน้ำแข็ง (วิไล, 2552)

2.6.2 กระบวนการแช่แข็ง

การเตรียมการก่อนการแช่เยือกแข็ง จะต้องกระทำอย่างถูกต้องเพราะมีความสำคัญเกี่ยวพันไปถึงคุณภาพของอาหารที่แช่เยือกแข็ง สำหรับการเตรียมจะแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาแช่เยือกแข็ง และคุณภาพของอาหารแช่เยือกแข็งขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบ

การเตรียมผักผลไม้เพื่อการแช่เยือกแข็งต้องเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมกับการแช่เยือกแข็งมีความแก่ที่เหมาะสมที่จะรับประทาน การเตรียมจะประกอบด้วยการล้างทำความสะอาด การคัดขนาด การเลือกเอาส่วนที่เสียและมีตำหนิออกไป การตัดหั่นเป็นชิ้นตามต้องการและบรรจุหีบห่อให้เหมาะสม การทำลายเอนไซม์เพื่อรักษาสี กลิ่น และเนื้อสัมผัส นิยมทำโดยการลวก (Blanching) โดยจุ่มลงในน้ำร้อนหรือนึ่งไอน้ำที่อุณหภูมิ 80-100 องศาเซลเซียส ช่วงระยะเวลาหนึ่งตามความเหมาะสม การแช่เยือกแข็งผักผลไม้สดที่ผ่านความร้อนไม่ได้เลยจะประสบปัญหาเกี่ยวกับปฏิกิริยาอันเนื่องจากเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (Polyphenoloxidase) จะเป็นตัวที่ให้สีเปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 การแช่เยือกแข็งโดยใช้อากาศเย็นจัด

การแช่เยือกแข็งโดยใช้อากาศเย็นจัด (Air Freezing) เป็นวิธีการแรกที่ใช้ในทางการค้า โดยเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2404 กระทำได้โดยการนำอาหารที่ห่อหุ้มด้วยภาชนะบรรจุหรือไม่ก็ได้แล้ว นำไปวางไว้ที่ห้องที่มีความเย็นจัดซึ่งมีระดับอุณหภูมิ -18 ถึง -40 องศาเซลเซียส บางครั้งนิยมเรียกว่า Sharp freezing ซึ่งการหมุนเวียนของอากาศในห้องเย็นเป็นแบบการพา (Convection) และผลิตภัณฑ์เย็นตัวลงโดยวิธีการพาแบบธรรมชาติ จึงทำให้อัตราการแช่แข็งค่อนข้างช้า จึงมีการพัฒนาโดยอาศัยวิธีการทำให้อากาศภายในห้องมีการหมุนเวียนเร็วขึ้นเพื่อช่วยเร่งให้อัตราการแช่เยือกแข็งเร็วขึ้นอีกเพราะอัตราการเร็วการแช่เยือกแข็งขึ้นกับอัตราการเร็วของการหมุนเวียนอากาศในเครื่องแช่เยือกแข็ง

2.6.4 การเก็บรักษาอาหารแช่เยือกแข็ง

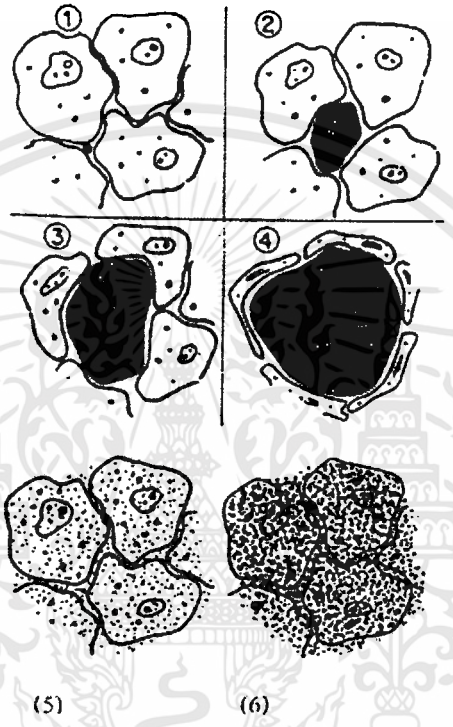
การเก็บรักษาอาหารแช่เยือกแข็ง ยิ่งลดอุณหภูมิให้ต่ำลงยิ่งลดอัตราการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางชีวเคมีทำงานได้น้อยลง เพราะกระบวนการแช่เยือกแข็งและการเก็บรักษาไม่ได้ทำลายกิจกรรมของเอนไซม์ และผลต่อจุลินทรีย์ก็มีความผันแปรไปตามอุณหภูมิ ด้วยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิระหว่าง -4 ถึง -10 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้เกิด Lethal effect ต่อจุลินทรีย์มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้ (ระหว่าง -15 ถึง -30 องศาเซลเซียส) (นิธิยา, 2544) อย่างไรก็ตามการแช่เยือกแข็งและการเก็บรักษาในระหว่างการแช่เยือกแข็งนี้ไม่ได้เป็นการทำลายเอนไซม์หรือจุลินทรีย์ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิค่อนข้างสูงคือระหว่าง -4 และ -10 องศาเซลเซียส จะมีผลในการทำลายจุลินทรีย์มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า จุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ก็มีความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำต่างกัน เซลล์ของยีสต์ รา และแบคทีเรียแกรมลบ เช่น Coliform และ Salmonella ถูกทำลายง่ายที่สุด ส่วนแบคทีเรียแกรมบวก เช่น *Staphylococcus ausreus* และ *Emterococci* sp. สปอร์ของเชื้อราจะมีความทนทานมากกว่า อุณหภูมิต่ำไม่มีผลต่อสปอร์ของแบคทีเรีย โดยเฉพาะ *Bacillus* sp., *Clostridium* sp. เช่น *Clostridium botulinum* จึงนิยมลวกผักก่อนเพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนเริ่มต้น มีการควบคุมการทำงานของเอนไซม์ในผลไม้โดยการกำจัดออกซิเจน การเติมกรดหรือการเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์

โดยทั่วไปการเก็บรักษาอาหารแช่เยือกแข็งจำเป็นต้องเก็บในห้องที่มีระดับความเย็นเหมาะสม มีฉนวนป้องกันเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิในห้องให้คงที่อยู่ตลอดเวลา และควรจะอยู่ในระดับต่ำที่แน่ใจได้ว่าจุลินทรีย์ที่ปะปนมาจะหยุดการทำงานโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆเกิดขึ้นกับอาหาร ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวนั้นควรจะรักษาให้อยู่ในระดับ -18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า สำหรับอาหารหรือผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมเสียง่ายทุกชนิดที่จะเข้าสู่ห้องเก็บจะต้องแน่ใจว่าที่ใจกลางของชิ้นอาหารนั้นต้องมีอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสด้วย หรือมีอีกนัยหนึ่งก็คืออาหารนั้นๆต้องผ่านการแช่เยือกแข็งมาอย่างสมบูรณ์แล้วเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารแช่แข็ง

ผลกระทบของการแช่เยือกแข็งต่อคุณภาพอาหาร คือ เกิดความเสียหายเนื่องจากผลึกน้ำแข็งมีขนาดใหญ่ขึ้น การแช่เยือกแข็งมีผลต่อสี กลิ่น รส หรือคุณค่าทางโภชนาการน้อยมาก การสูญเสียดังกล่าวอาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการเตรียมหรือในระหว่างการแช่เยือกแข็ง



ภาพที่ 2.12 ผลกระทบของการแช่เยือกแข็งต่อเนื้อเยื่อพืช
(1-4) การแช่เยือกแข็งแบบช้า : (5-6) การแช่เยือกแข็งแบบเร็ว
ที่มา : วิไล, 2552

จากรูปแสดงผลของอัตราการแช่เยือกแข็งต่อเซลล์เนื้อเยื่อพืชในระหว่างการแช่เยือกแข็งอย่างช้า ผลึกน้ำแข็งจะเติบโตขึ้น ช่องว่างระหว่างเซลล์สูญเสียรูปร่าง และทำให้เซลล์ใกล้เคียงแตกด้วย ผลึกน้ำแข็งจะมีความดันไอต่ำกว่าบริเวณภายในเซลล์ น้ำจากเซลล์จึงเคลื่อนที่ไปยังผลึกที่เติบโตใหญ่ขึ้น เซลล์จึงสูญเสียน้ำ เกิดความเสียหายเนื่องจากความเข้มข้นของตัวถูกละลายสูงขึ้นในการละลายน้ำแข็งในอาหารนี้ เซลล์จะไม่กลับมามีรูปร่างและความแข็งแรงเหมือนเดิม อาหารจะเริ่มนิ่มและสารต่างๆในเซลล์จะไหลออกจากเซลล์เสียหายหรือที่เรียกว่า น้ำไหลซึม ส่วนการแช่เยือกแข็งอย่างรวดเร็วผลึกน้ำแข็งทั้งในเซลล์และในช่องว่างระหว่างเซลล์จะมีขนาดเล็ก จึงเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสียหายทางกายภาพเพียงเล็กน้อยและไม่เกิดความแตกต่างของแรงดัน เซลล์จึงสูญเสียน้ำน้อยมาก เนื้อสัมผัสของอาหารจึงยังคงดีอยู่ (วิไล, 2552)

การแช่เยือกแข็งมีผลต่อคุณภาพของอาหารโดยตรง คือ ทำให้เกิดความเสียหายของเซลล์จากการเติบโตของผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดใหญ่ขึ้นอย่างช้าๆ ระหว่างแช่เยือกแข็งทำให้เซลล์ของเนื้อเยื่อแตก อย่างไรก็ตามการแช่เยือกแข็งจะมีผลน้อยมากต่อการเปลี่ยนแปลงของสารสี รสชาติ และคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร แม้ว่ามีการสูญเสียบ้างระหว่างการเตรียมวัตถุดิบหรือระหว่างการเก็บรักษาอาหารแช่เยือกแข็งก็ตาม (นิธิยา, 2544) ในระหว่างกระบวนการแช่เยือกแข็ง อาหารจะสูญเสียความชื้น เนื่องมาจากความเข้มข้นของตัวถูกละลายในส่วนที่ไม่แข็งตัวเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการออสโมซิสของน้ำจากภายในเซลล์ออกมาสู่ภายนอกเซลล์ ซึ่งเซลล์ภายในจะสูญเสียน้ำมีปริมาตรลดลง และเกิดการฉีกขาดของเซลล์ เป็นผลให้อาหารมีลักษณะแห้งและแยกเป็นเกล็ด (Lisa, 1997)

การเปลี่ยนแปลงสำคัญที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาอาหารแช่เยือกแข็งมีรายละเอียดดังนี้

2.6.5.1 รงควัตถุเกิดจากการเปลี่ยนแปลงคลอโรฟิลล์จะค่อยๆเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟทิน (Pheophytin) ซึ่งมีสีน้ำตาลแม้ในผักที่ผ่านการลวกแล้ว การตกตะกอนของเกลือในสารละลายเข้มข้นในผลไม้ทำให้ pH และสีของแอนโทไซยานินเปลี่ยนไป

2.6.5.2 การสูญเสียวิตามิน วิตามินที่ละลายน้ำได้ เช่น วิตามินซี และกรดแพนโทเทนิกเกิดการสูญเสียที่อุณหภูมิในการแช่เยือกแข็ง ที่ทุกอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่เพิ่มขึ้นอัตราการการทำลายวิตามินซีจะเพิ่มขึ้น 6 – 20 เท่าในผัก และ 30 – 70 เท่าในผลไม้ การสูญเสียวิตามินอื่น ๆ ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับน้ำไหลซึม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อปลา

2.6.5.3 กิจกรรมของเอนไซม์ที่เหลืออยู่ การสูญเสียคุณภาพในผักและผลไม้ที่ไม่ผ่านการลวกอย่างเพียงพอขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสมากที่สุด เอนไซม์ดังกล่าวทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล และเอนไซม์ไลโปซีจิเนสซึ่งทำให้เกิดกลิ่นหืนจากไขมัน เอนไซม์โปรติโอไลติกและไลโปไลติก ลักษณะเนื้อสัมผัสและกลิ่นของเนื้อที่เก็บรักษาเป็นเวลานานอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้

2.6.5.4 ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ที่ -18 องศาเซลเซียส จึงทำให้กลิ่นและรสชาติเสียไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 การคืนตัวของผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง

การคืนตัวของผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง (Thawing) เป็นกระบวนการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง เพื่อทำให้ผลึกน้ำแข็งละลายกลับคืนสู่สภาพเดิม โดยเวลาที่ใช้ในการคืนตัวของอาหารแช่เยือกแข็ง เป็นเวลาที่เริ่มจากจุดที่อาหารมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิการเก็บรักษา จนถึงจุดที่ไม่มีผลึกน้ำแข็งคงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ การคืนตัวของอาหารแช่เยือกแข็งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ใช้การหมุนเวียนของน้ำเย็นใช้เตาอบ และการใช้ไมโครเวฟ เป็นต้น (สายสนม, 2546) สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการละลายน้ำแข็ง ได้แก่ การระมัดระวังการให้ความร้อนสูงเกินไป ควรใช้เวลาในการละลายให้น้อยที่สุด และระวังไม่ให้อาหารเกิดการเสียน้ำมากเกินไป (วิไล, 2552)

2.7 การยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารโดยการบรรจุแบบสุญญากาศ

การเสื่อมเสียของอาหารทั้งทางจุลินทรีย์ ทางเคมี และทางกายภาพ เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพในลักษณะต่างๆ ส่งผลให้ผู้บริโภคไม่ต้องการและเก็บรักษาไม่ได้นาน นอกจากนี้อาจไม่ปลอดภัยในการนำอาหารนั้นไปบริโภคอีกด้วย ดังนั้นการยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารให้นานขึ้นโดยที่ผู้บริโภคยอมรับได้ และปลอดภัยจึงเป็นวิธีที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

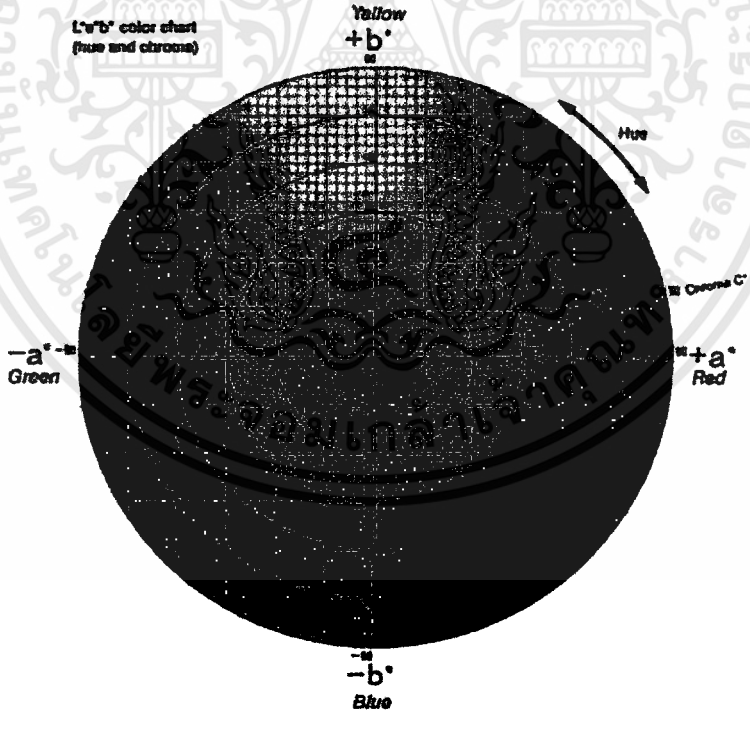
การเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศ เป็นการบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สุญญากาศโดยการดึงเอาอากาศภายในภาชนะและหรือภายในผลิตภัณฑ์ออกไป และไม่มีการพ่นก๊าซใดๆเข้าไปแทนที่ ซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายในและภายนอกภาชนะ สังเกตได้จากการหดรัดตัวของภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (Flexible form) หรือการยุบตัวของภาชนะประเภทกึ่งคงรูป (Semi-right form) โดยวัตถุประสงค์ของการบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สภาวะสุญญากาศนั้นเพื่อชะลอหรือป้องกันการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นก่อนเวลาอันควร เราสามารถจำแนกวัตถุประสงค์นี้ออกได้ดังนี้ ชะลอหรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีในอาหาร ชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียคุณภาพอาหาร ชะลออัตราการหายใจของพืช ชะลอหรือป้องกันการเจริญเติบโตและการฟักไข่ของหนอนแมลงที่อาจติดอยู่ในอาหาร รักษาสีแดงของเนื้อ และป้องกันการเสียรูปทรงของผลิตภัณฑ์ เพื่อช่วยชะลอหรือป้องกันการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นก่อนเวลาอันควร (งามทิพย์, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ทฤษฎีสี L^*, a^*, b^*

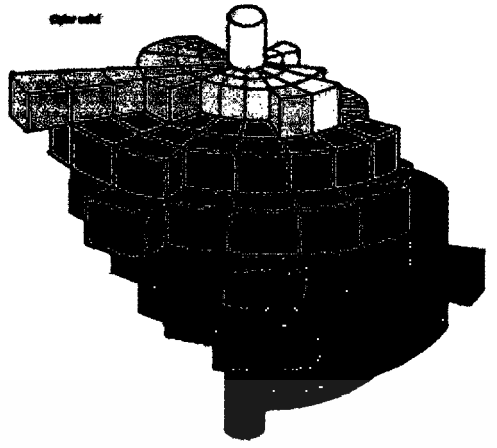
สี เป็นคุณสมบัติเชิงแสงที่สามารถใช้บรรยายคุณลักษณะของวัสดุเกษตรได้ง่ายที่สุดวิธีหนึ่ง ในการอธิบายสีของวัตถุด้วยคำพูด มาตรฐานของการบรรยายลักษณะสีอาจแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ลักษณะทางกายภาพของตาผู้บรรยาย ลักษณะสีที่ตกกระทบ ฯลฯ ดังนั้นการวัดและบรรยายสีในเชิงวิชาการจึงต้องมีการจัดมาตรฐานเพื่อเป็นการลดความไม่เป็นกลาง (bias) ของผู้บรรยายสีของวัตถุนั้นๆ ในเวลาต่อมาจึงได้มีการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อใช้วัดสีที่มีมาตรฐานและลดความไม่เป็นกลางโดยองค์กรที่มีบทบาทสำคัญคือ Commission international de I'Eclairage (CIE) ได้กำหนดมาตรฐานการวัดสีซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการวิชาการและการวิจัย คือ ระบบระ CIE Lab scale ได้กำหนดสเกลวัดสีเป็น L^*, a^*, b^* (จาตุพงศ์, 2547)

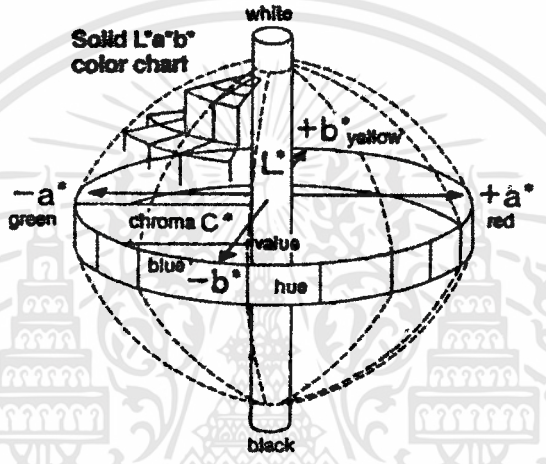
ระบบสี L^*, a^*, b^* เป็นระบบบรรยายสีแบบ 3 มิติ โดยที่แกน L^* จะบรรยายถึงความสว่าง จากค่า $+L^*$ แสดงถึงสีขาว จนไปถึง $-L^*$ แสดงถึงสีดำ แกน a^* จะบรรยายถึงแกนสีจากเขียว ($-a^*$) ไปจนถึงแดง ($+a^*$) ส่วนแกน b^* จะบรรยายถึงแกนสีจากน้ำเงิน ($-b^*$) ไปเหลือง ($+b^*$) ลักษณะการบรรยายสีแสดงได้ดังภาพที่ 2.13 และภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.13 การบรรยายสีในระบบ L^*, a^*, b^* มองในระนาบ 2 มิติ
ที่มา : จาตุพงศ์, 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ภาพที่ 2.14 การบรรยายสีในระบบ L^*, a^*, b^* มองในระนาบ 3 มิติ

ที่มา : จาตุพงศ์, 2547

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 การศึกษาการเก็บรักษาอาหารโดยวิธีแช่เยือกแข็ง

นลินา (2541) ได้ศึกษาผลของสภาวะการแปรรูปต่อคุณภาพของข้าวโพดหวานแช่แข็งทั้งฝัก โดยการลวกข้าวโพดด้วยไอน้ำก่อนการแช่แข็ง มีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลในเมล็ดข้าวโพดลดลงแต่ไม่มีผลต่อปริมาณเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในเมล็ดข้าวโพด และไม่พบการคืนกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจิเนสขณะเก็บรักษาในสภาพแช่แข็งนาน 3 เดือน ข้าวโพดแช่แข็งทั้งฝักที่ผ่านการลวกนาน 8 นาที ขึ้นไปมีคะแนนกลิ่นรสผิดปกติต่ำและมีแนวโน้มได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากกว่าข้าวโพดแช่แข็งที่ไม่ผ่านการลวก วิธีการลวกข้าวโพดทั้งฝักในน้ำเดือดและการลวกด้วยไอน้ำมีผลต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสและไลพอกซิเนสไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รุจิภรณ์ (2546) ได้รายงานถึง การให้ความร้อนแก่เนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ฝานครึ่งผล โดยทำการลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 65–70, 75-80 และ 85-90 องศาเซลเซียส และระยะเวลาการลวกที่ 3 ระดับ คือ 30, 60 และ 90 วินาที พบว่า อุณหภูมิที่สูงกว่า 75 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 และ 90 วินาที สามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้บางส่วน หากต้องการลดกิจกรรมของเอนไซม์ลง 50% ต้องให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 - 90 องศาเซลเซียส นานกว่า 90 วินาที และเมื่อนำเนื้อมะม่วงที่ผ่านการให้ความร้อน 85-90 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 90 วินาที ไปแช่เยือกแข็งแล้วเก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ในสภาพสุญญากาศที่ -18 องศาเซลเซียส นาน 6 เดือน พบว่า ค่าสี L^*, a^*, b^*, C^* และ H^* ลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ทั้งเนื้อมะม่วงที่ผ่านและไม่ผ่านความร้อน (ชุดควบคุม) และองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณกรดทั้งหมด น้ำตาลรีดิวซิง น้ำตาลทั้งหมด ของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณแคโรทีน และแคโรทีนอยด์ ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน ยกเว้นค่า พีเอชที่เพิ่มขึ้น ทั้งเนื้อมะม่วงที่ผ่านและไม่ผ่านความร้อน

ภัทรามาศ (2547) ได้รายงานถึงการนำเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์มหาชนกแช่ในสารละลายกรดซิตริก 1.0% และแคลเซียมคลอไรด์ 2.0 % ไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส แล้วเก็บรักษาไว้ในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสนาน 6 เดือน ผลการทดลองพบว่าเนื้อมะม่วงปั่นรวมทั้งชุดควบคุมและชุดทดลองที่ผ่านขั้นตอนการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสมีค่า L^* ไม่เปลี่ยนแปลง ค่า a^* ลดลงเล็กน้อย และค่า b^* ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเดือนแรกหลังจากนั้นลดลงเล็กน้อย ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้และค่าพีเอชไม่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราในเนื้อมะม่วงสุกแช่เยือกแข็งมีจำนวนน้อยกว่าที่มาตรฐานกำหนดภายหลังการเก็บรักษานาน 6 เดือน ผลการทดสอบทางด้านสีที่ปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นของมะม่วง รสหวาน รสเปรี้ยว และการยอมรับโดยรวมในระหว่างการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงสุกหั่นชิ้นแช่เยือกแข็งนาน 6 เดือน พบว่าผู้ทดสอบชิมมีความชอบคุณภาพด้านต่างๆของเนื้อมะม่วงสุกแช่เยือกแข็งโดยให้คะแนนมากกว่า 6 จากคะแนนเต็ม 9 และมีความชอบเนื้อมะม่วงสุกชุดควบคุมไม่แตกต่างจากชุดทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05)

Lisiewska และคณะ (2004) เปรียบเทียบปริมาณของ คลอโรฟิลล์ เบต้า-แคโรทีน และแคโรทีนนอยด์ ในส่วนใบและทั้งต้นของผักชีลาว ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบข้างต้นในระหว่างกระบวนการแช่แข็งและการเก็บรักษาที่สภาวะแช่แข็ง -20 องศาเซลเซียส และ -30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ทุกๆ 3 เดือน พบว่า ในขั้นตอนการลวกการแช่แข็งและอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบข้างต้น การเก็บรักษาในช่วง 3 เดือนแรกของการเก็บรักษา และในระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น การลวกผักชีลาวก่อนการแช่แข็งมีผลช่วยลดอัตราการสูญเสียปริมาณของ แคโรทีนอยด์ และ เบต้า-แคโรทีนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lisiewska และคณะ (2009) ได้ศึกษาปริมาณของแร่ธาตุในผักชีลาวแช่แข็ง ในผักชีลาวมีปริมาณของเถ้า และแร่ธาตุองค์ประกอบต่างๆ ที่ประกอบไปด้วย โพแทสเซียม แคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส สังกะสี ทองแดง แคดเนียม และตะกั่ว โดยเปรียบเทียบตัวอย่างผักชีลาวที่ผ่านการลวก และไม่ผ่านการลวกก่อนการแช่แข็ง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน 2 ระดับคือ -20 องศาเซลเซียส และ -30 องศาเซลเซียส โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแร่ธาตต่างๆ ในส่วนของใบผักชีลาว และผักชีลาวทั้งต้น พบว่า การลวกส่งผลให้ปริมาณแร่ธาตุ และองค์ประกอบต่างๆมีปริมาณลดลง ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยการลดการสูญเสียของปริมาณคลอโรฟิลล์ และแร่ธาตุของผักชีลาวที่เก็บรักษาเป็นเวลานานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

มะพร้าวทึนทึกอายุประมาณ 8 เดือน (นับจากวันหลังจั่นบาน) โดยซื้อจากชาวสวน จังหวัดเพชรบุรี ที่นำมาจำหน่ายที่ตลาดบางกะปิ กรุงเทพมหานคร โดยใช้มะพร้าวที่เก็บเกี่ยวจากต้นแล้วไม่เกิน 3 วัน

3.1.2 อุปกรณ์

1.	ตู้อบลมร้อน	Memmert	เยอรมัน
2.	เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง	Suntex, SP-7	เยอรมัน
3.	เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์	Shimadzu (UV-1601)	ญี่ปุ่น
4.	เครื่องวัดค่าสี	Minolta CR-400	ญี่ปุ่น
5.	เตาหลุม	J.P. Selecta, s.a.	สเปน
6.	อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)	Memmert	เยอรมัน
7.	เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)	Hermle (ZK 380)	เยอรมัน
8.	เตาไฟฟ้า (Hotplate)	Clifton (Cerastir)	อังกฤษ
9.	เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง	Sartorius, ED224s	เยอรมัน
10.	เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง	Mettler, AE 204	สวิสแลนด์
11.	เครื่องปั่นมือถือ	Braun, MR 320	โปแลนด์
12.	เครื่องบรรจุสุญญากาศ	Sammic V252T	เยอรมัน
13.	เครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน	Champ AMCI	ไทย
14.	ตู้แช่เยือกแข็ง	Haier HCF228-2	ไทย
15.	เครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher)	Basic	สเปน
16.	ตู้เขี่ยเชื้อ (Laminar flow)	ABS1200	สหราช-อาณาจักร
17.	ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)	Heraeus	เยอรมัน
18.	เครื่องนึ่งความดันฆ่าเชื้อ	Tomy SS-320	ญี่ปุ่น
19.	เครื่องผสมละลาย (Vortex Mixer)	Wiggen Hauser	เยอรมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20.	แผ่นเพาะเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป	3M Petrifilm™	ไทย

3.1.3 สารเคมี

1.	3,5 – Dinitrosalictlic acid	Carlo Erba	ฝรั่งเศส
2.	Sodium hydroxide	Carlo Erba	ฝรั่งเศส
3.	Potassium sodium tartrate	Carlo Erba	ฝรั่งเศส
4.	Glucose	Merck KGaA	เยอรมนี
5.	Phenolphthalein	Carlo Erba	ฝรั่งเศส
6.	Alcoh-A 95%	กรมสรรพสามิต	ไทย
7.	Potassium phthalate	Carlo Erba	ฝรั่งเศส
8.	2-Thiobarbituric acid	Fluka	เยอรมนี
9.	Acetic acid glacial	RCI Labscan	ไทย
10.	Hydrochloric acid 37 %	Merck KGaA	เยอรมนี
11.	Antifoaming agent	AJAX	ออสเตรเลีย
12.	Potassium Hydrogen phosphate	Carlo Erba	ฝรั่งเศส

3.2 วิธีการดำเนินงาน

3.2.1 การเตรียมตัวอย่างมะพร้าวทึนทึก

นำผลมะพร้าวทึนทึกมาปอกเปลือก นำมาผ่าครึ่งแล้วขูดฝอยด้วยมือแมวโดยจะขูดเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อสีขาวเท่านั้น

3.2.2 การศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย

3.2.2.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

3.2.2.2 วิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)

3.2.2.3 วัดค่าสี (L^*, a^*, b^*) โดยใช้เครื่องวัดสี Konica Minolta CR 400

3.2.2.4 การวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยใช้ เครื่องวัดค่า pH

3.2.2.5 ปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำที่คั้นได้จากมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยโดยวิธีการไทเทรต (Titratable acidity ; %TA) (AOAC, 2000)

3.2.3 การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการนึ่งมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยก่อนการแช่แข็ง

นำมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยมานึ่งด้วยลังถึงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ใส่น้ำสะอาดลงในหม้อปริมาณ 6 ลิตร หลังจากนั้นนำผ้าขาวบางวางลงบนลังถึงแล้วใส่มะพร้าวลงไป 500 กรัม เกลี่ยให้มีความหนาเท่ากันประมาณ 2 เซนติเมตร นำไปนึ่งด้วยไอน้ำเดือดเป็นเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันคือ 0, 5, 10 และ 15 นาที โดยจากนั้นนำมะพร้าวที่ได้บรรจุถุงด้วยวิธีปลอดเชื้อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที นำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

3.2.3.1 วัดค่าสี (L^*, a^*, b^*) โดยใช้เครื่องวัดสี Konica Minolta CR 400

3.2.3.2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; TPC) โดยวิธี pour plate (AOAC, 2000)

3.2.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งในระหว่างการเก็บรักษา ด้วยวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน

บรรจุมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ผ่านการนึ่ง (ภาคผนวก ฌ. 2)โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมตามข้อ 3.2.3 ขณะร้อนใส่ในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน ขนาด 6 × 9 นิ้ว ถุงละ 200 กรัม โดยปิดผนึกด้วยวิธีที่ต่างกัน 2 วิธีคือ ปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ และปิดผนึกแบบสุญญากาศ (ภาคผนวก ฌ. 3) นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเก็บรักษาตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 เดือน โดยเก็บตัวอย่างทุกๆ 1 เดือน เมื่อครบเวลาจึงนำมะพร้าวทึนทึกที่ผ่านการแช่แข็งมาทำละลายในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำมาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

3.2.4.1 วัดค่าสี (L^*, a^*, b^*) โดยใช้เครื่องวัดสี Konica Minolta CR 400

3.2.4.2 ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

3.2.4.3 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยใช้ เครื่องวัดค่า pH

3.2.3.4 ปริมาณกรดทั้งหมดโดยวิธีการไทเทรต (titratable acidity ; %TA) คำนวณเทียบกับกรดแลคติก (AOAC, 2000)

3.2.3.5 ค่า thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) (Min และคณะ, 2009)

3.2.3.6 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count ; TPC) โดยวิธี Pour plate (AOAC, 2000)

3.2.3.7 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง โดยนำมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งและมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยสดที่ไม่ผ่านการนึ่ง (ตัวอย่างควบคุม) ที่ไม่ผ่านการแช่แข็งมาใช้โรยหน้าขนมฟักทอง (ดูรายละเอียดวิธีเตรียมขนมฟักทอง ในภาคผนวก ซ) นำขนมที่ได้มาทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนน ทดสอบปัจจัยทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ส่วนข้อมูลของสภาวะบรรยากาศและสุญญากาศของแต่ละเดือนนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิติ t-test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 สมบัติทางเคมีกายภาพบางประการของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย

การศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ใช้ในการทดลอง โดยการวิเคราะห์ค่าสี ปริมาณความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณไขมัน ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางเคมีกายภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย

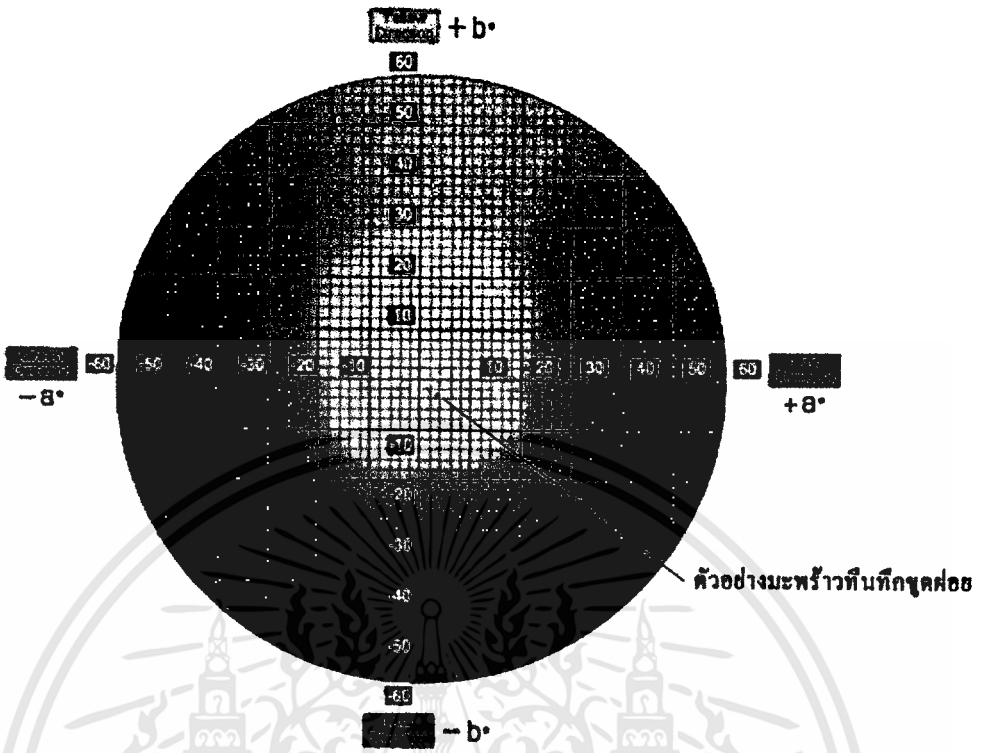
สมบัติทางเคมีกายภาพ	ค่าที่ได้
L^*	85.48 ± 0.71
a^*	3.71 ± 0.10
b^*	-3.33 ± 0.32
ปริมาณความชื้น(% โดยน้ำหนัก)	82.47 ± 1.05
ความเป็นกรด-ด่าง	6.67 ± 0.07
ปริมาณกรดทั้งหมด (% โดยน้ำหนัก)	0.14 ± 0.01
ปริมาณไขมัน (% โดยน้ำหนัก)	13.22 ± 0.76

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

ระบบสี L^*, a^*, b^* เป็นระบบบรรยายสีแบบ 3 มิติ โดยที่แกน L^* จะบรรยายถึงความสว่าง (lightness) จากค่า + L^* แสดงถึงสีขาว จนไปถึง - L^* แสดงถึงสีดำ แกน a^* จะบรรยายถึงแกนสีจากเขียว ($-a^*$) ไปจนถึงแดง ($+a^*$) ส่วนแกน b^* จะบรรยายถึงแกนสีจากน้ำเงิน ($-b^*$) ไปเหลือง ($+b^*$) (จาตุพงศ์, 2547)

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.1 พบว่าตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยมีค่าสี L^*, a^*, b^* เท่ากับ 85.48 ± 0.71, 3.71 ± 0.10 และ -3.33 ± 0.32 ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยมีค่าความสว่าง L^* สูงมาก โดยมีค่า a^* เป็นบวก และมีค่า b^* เป็นลบ โดยสีของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยจะมีสีขาวตามธรรมชาติซึ่งสอดคล้องกับค่า L^* ที่มีค่าสูงมาก ดังนั้นตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยจึงมีลักษณะปรากฏสีเป็นสีขาว ส่งผลให้ไปบดบังค่าสีของค่า a^* และ b^* จึงทำให้เห็นเพียงสีขาวอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 แสดงโทนสีของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยบน Chromaticity diagram

เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยพบว่ามีค่าเท่ากับ 82.47% โดยน้ำหนัก ซึ่งใกล้เคียงกับที่รายงานโดยกลุ่มงานวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ กองโภชนาการ กรมอนามัย (2530) ซึ่งระบุว่าความชื้นของเนื้อมะพร้าวทึนทึกเท่ากับ 80.6% ในขณะที่ปริมาณไขมันที่วิเคราะห์ได้ในตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยมีค่าเท่ากับ 13.22% โดยน้ำหนัก ซึ่งสูงกว่าที่รายงานโดยกลุ่มงานวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ กองโภชนาการ กรมอนามัย (2530) อยู่ที่ 5.5% หรือประมาณ 2.4 เท่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระดับความแก่-อ่อนของตัวอย่างมะพร้าวที่นำมาทำการทดลองนั้นแตกต่างกัน จึงส่งผลให้มีปริมาณไขมันที่แตกต่างกัน สำหรับตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกที่ใช้ในการทดลองนี้ มีค่าความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างเป็นกลางคือ 6.67 ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดที่มีค่าต่ำคือ 0.14% โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการนึ่งมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยก่อนการแช่แข็ง

การศึกษาผลของการลวกโดยวิธีการนึ่ง ต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพและจุลินทรีย์ของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยก่อนการแช่แข็ง โดยการนำมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยมานึ่งด้วยไอน้ำเดือดเป็นเวลาที่แตกต่างกัน คือ 5, 10 และ 15 นาทีตามลำดับ ติดตามผลโดยการวิเคราะห์ค่าสี L^*, a^*, b^* และตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เปรียบเทียบกับตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ไม่ผ่านการนึ่ง (ตัวอย่างควบคุม) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.2 และ 4.3 และภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าสี L^*, a^*, b^* ของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ผ่านการนึ่งที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

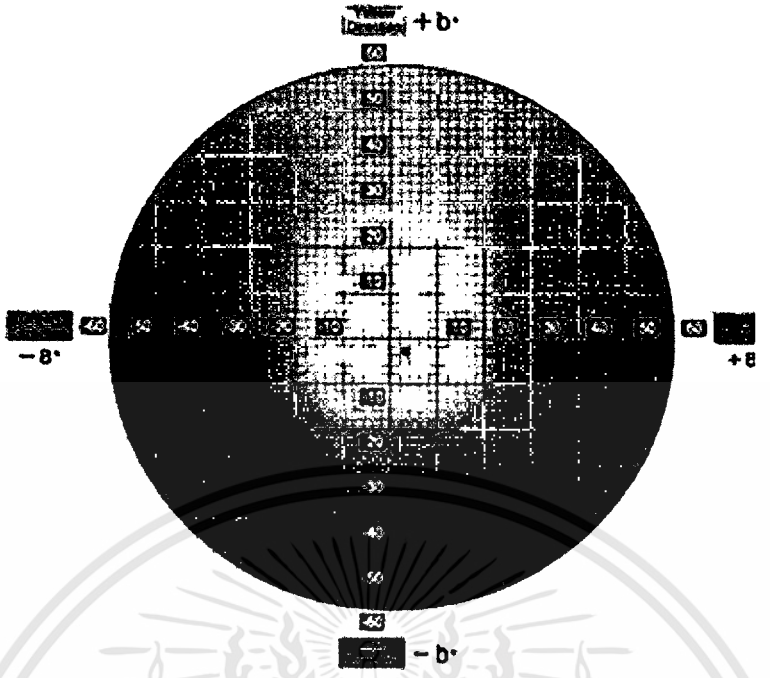
ระยะเวลา (นาที)	ค่าสีของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย		
	L^{*ns}	a^{*ns}	b^{*ns}
0 (ตัวอย่างควบคุม)	85.48 ± 0.71	3.71 ± 0.10	-3.33 ± 0.32
5	85.85 ± 0.60	3.76 ± 0.01	-3.39 ± 0.46
10	85.45 ± 0.24	3.73 ± 0.03	-3.39 ± 0.27
15	86.01 ± 0.19	3.74 ± 0.11	-3.46 ± 0.29

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

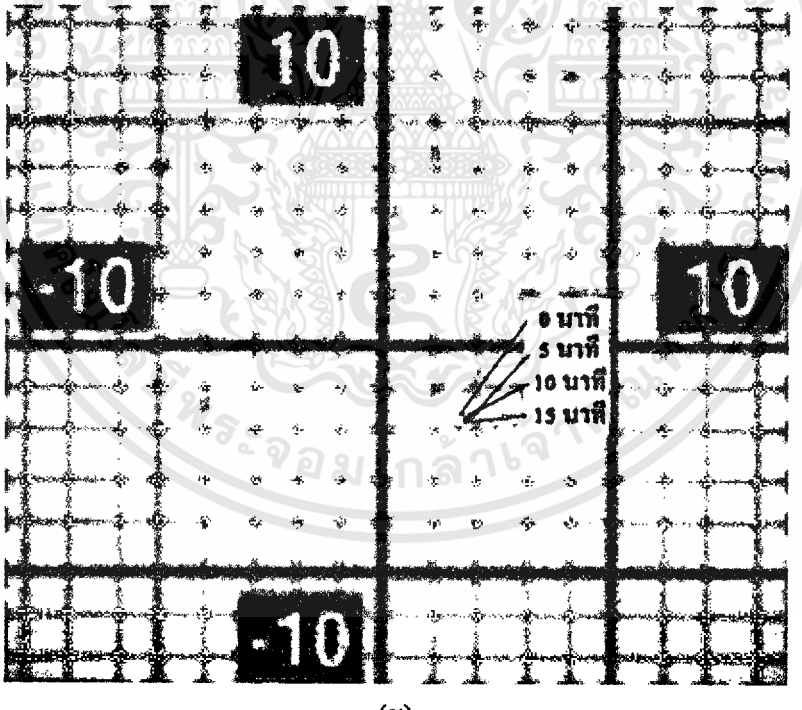
^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าค่า L^*, a^*, b^* ของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ผ่านการนึ่งที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่า ในทุกระยะเวลาของการนึ่งไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงดังภาพที่ 4.2 และภาคผนวก ฌ1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.2 โทนสีของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ผ่านการนึ่งด้วยน้ำเดือดในระยะเวลาที่แตกต่างกันบน Chromaticity diagram โดยที่ (ก) แสดงโทนสีโดยรวม (ข) แบบขยายแสดงรายละเอียดตัวอย่างที่เวลาในการนึ่งด้วยน้ำเดือดแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่นึ่งเป็นเวลาแตกต่างกัน ไปวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เหลือรอดทั้งหมด (ตารางที่ 4.3) พบว่ามะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ยังไม่ผ่านการนึ่ง (ตัวอย่างควบคุม) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 5.05×10^2 CFU/กรัม ส่วนตัวอย่างที่ผ่านการนึ่งที่ทุกระยะเวลาที่ศึกษา มีปริมาณจุลินทรีย์ที่เหลือรอดทั้งหมดที่ตรวจพบน้อยกว่า 10 CFU/กรัม ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภค กำหนดให้มีจำนวนโคโลนีน้อยกว่า 1×10^6 CFU/กรัม (ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2553) แสดงว่าการนึ่งมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่เวลาอย่างน้อย 5 นาที ก็เพียงพอต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้

ตารางที่ 4.3 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เหลือรอดทั้งหมดของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยเมื่อใช้ระยะเวลาในการนึ่งที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาในการนึ่ง (นาที)	Total Plate count (CFU/กรัม)
0 (ตัวอย่างควบคุม)	5.05×10^2
5	น้อยกว่า 10
10	น้อยกว่า 10
15	น้อยกว่า 10

จากผลการทดลองทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า การนึ่งในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา (5-15นาที) ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย และสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ลงได้จนมีค่าน้อยกว่า 10 CFU/กรัม ตั้งแต่ระยะเวลาในการนึ่ง 5 นาที ในการทดลองได้พยายามตรวจวิเคราะห์แอคติวิตีของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (Peroxidase) เพื่อติดตามผลของระยะเวลาในการนึ่งต่อการยับยั้งเอนไซม์ดังกล่าว แต่ตรวจไม่พบแอคติวิตีของเอนไซม์ดังกล่าวแม้แต่ในตัวอย่างมะพร้าวเริ่มต้น ผลจากการทดลองจึงแนะนำให้เลือกระยะเวลาในการนึ่ง 5 นาที สำหรับการเตรียมตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยก่อนการแช่แข็งในการเก็บรักษาด้วยวิธีการบรรจุที่แตกต่างกันระหว่างสภาวะบรรยากาศและสุญญากาศต่อไป อย่างไรก็ตาม สำหรับระยะเวลาในการนึ่งมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่เหมาะสมในการลดปริมาณจุลินทรีย์ลง ขึ้นอยู่กับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนเริ่มต้นในตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย ซึ่งอาจต้องใช้เวลานานขึ้น (มากกว่า 5 นาที) ในกรณีที่ตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งในระหว่างการเก็บรักษา ด้วยวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งในระหว่างการเก็บรักษาด้วยวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน 2 วิธีคือ ปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ และปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน นำตัวอย่างมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านสี ความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ค่า TBARS ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกเดือน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.4 - 4.10 และภาพที่ 4.3

ผลการวัดค่าสี L^*, a^*, b^* ในตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งทั้งที่ปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ และแบบสุญญากาศ มีการเปลี่ยนแปลงของค่า a^* และ b^* โดยค่า a^* มีแนวโน้มลดลงในขณะที่ค่า b^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาในการเก็บรักษา 4 เดือน ($p \leq 0.05$) โดยค่า a^* มีค่าอยู่ระหว่าง 3.78 ± 0.07 ถึง 3.90 ± 0.26 ในสภาวะบรรยากาศ และ 3.84 ± 0.09 ถึง 4.18 ± 0.16 ในสภาวะสุญญากาศ ค่า b^* มีค่าอยู่ระหว่าง -2.86 ± 0.18 ถึง -3.60 ± 0.29 ในสภาวะบรรยากาศ และ -3.15 ± 0.28 ถึง -3.68 ± 0.28 ในสภาวะสุญญากาศ อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาโดยวิธีการแช่แข็งทั้งสองสภาวะไม่ส่งผลต่อค่าความสว่าง L^* สอดคล้องกับภัทรามาศ (2547) พบว่าการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงสุกแบบแช่เยือกแข็งนาน 6 เดือนนั้นไม่พบการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* ในขณะที่ค่า a^* และ b^* มีแนวโน้มลดลง Liang และคณะ (2014) พบว่าการแช่เยือกแข็งลิ้นจี่แบบจุ่มโดยเก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน เป็นเวลา 1 ปี ค่าสี L^* ไม่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามการเก็บมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งที่ปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ และแบบสุญญากาศ มีค่า L^*, a^*, b^* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกล่าวคือ ผลทดสอบไม่มีความแตกต่างของสีของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งที่ผ่านการเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

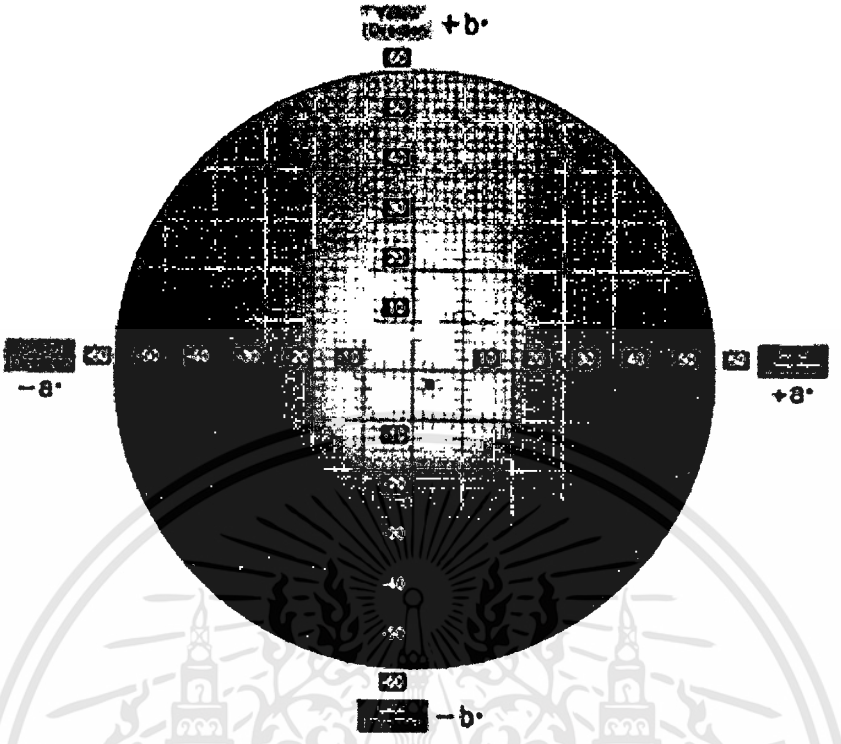
ตารางที่ 4.4 ค่าสี L^*, a^*, b^* ของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง ที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ค่าสี					
	L^*		a^*		b^*	
	บรรยากาศ	สุญญากาศ	บรรยากาศ	สุญญากาศ	บรรยากาศ	สุญญากาศ
1	87.44 ± 0.79^{aA}	87.90 ± 0.82^{aA}	3.90 ± 0.26^{aA}	4.18 ± 0.16^{aA}	-3.60 ± 0.29^{cA}	-3.68 ± 0.28^{bA}
2	87.59 ± 0.77^{aA}	87.26 ± 1.31^{aA}	3.71 ± 0.07^{bA}	3.68 ± 0.08^{cA}	-3.54 ± 0.30^{bcA}	-3.63 ± 0.28^{bA}
3	87.94 ± 0.76^{aA}	87.64 ± 0.89^{aA}	3.82 ± 0.03^{abB}	3.90 ± 0.10^{bA}	-3.36 ± 0.13^{bA}	-3.00 ± 0.39^{aA}
4	87.34 ± 1.29^{aA}	87.20 ± 0.76^{aA}	3.78 ± 0.07^{abA}	3.84 ± 0.09^{bA}	-2.86 ± 0.18^{aA}	-3.15 ± 0.28^{aA}

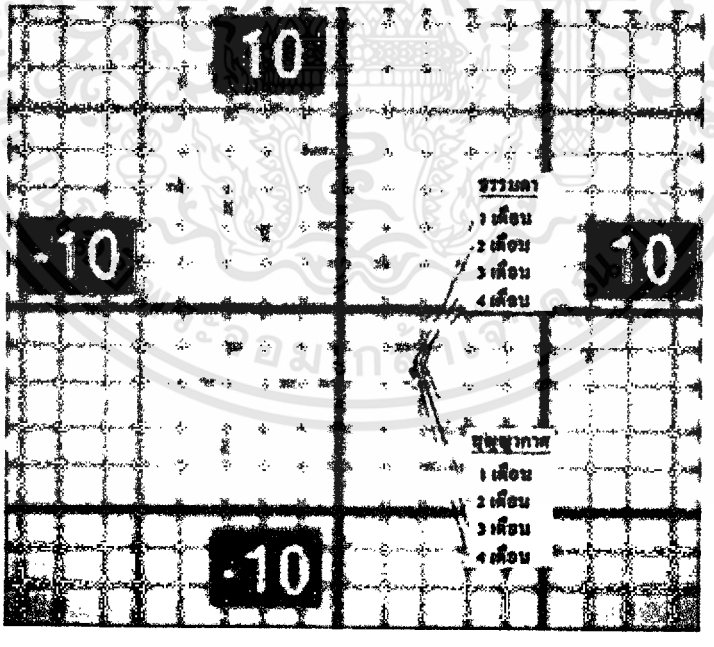
หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

$^{a-c}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

$^{A-B}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนของแต่ละปัจจัย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.3 โทนสีของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกันบน chromaticity diagram โดยที่ (ก) แสดงโทนสีโดยรวม (ข) แบบขยายแสดงรายละเอียดตัวอย่างที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่าความชื้นของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง ที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณความชื้น (%โดยน้ำหนัก)	
	บรรยากาศ	สุญญากาศ
1	75.46 ± 0.36^{aA}	75.30 ± 0.16^{aA}
2	74.37 ± 0.21^{abA}	75.51 ± 0.43^{aA}
3	73.79 ± 0.50^{bA}	75.29 ± 0.16^{aA}
4	72.57 ± 1.51^{cA}	75.27 ± 0.43^{aA}

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

$^{a-c}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{A} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า ตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกที่ปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ และแบบสุญญากาศ จะมีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ตลอดช่วงระยะเวลาในการเก็บรักษา 4 เดือน สอดคล้องกับชูทวีป (2545) เก็บรักษามะพร้าวแก้วโดยบรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึกแบบปกติและแบบสุญญากาศ ทั้งสองวิธีมีค่าความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งที่ปิดผนึกภายใต้ความดันบรรยากาศ มีแนวโน้มของปริมาณความชื้นลดลงเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่าง (ตารางที่ 4.6) พบว่าตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ และแบบสุญญากาศ ค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น โดยมีค่าลดลงจาก 7.13 ± 0.01 ลดลงเหลือ 6.88 ± 0.04 ในถุงที่ปิดผนึกแบบสุญญากาศ และ 7.12 ± 0.03 ลดลงเหลือ 6.61 ± 0.10 ในถุงพลาสติกที่ปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 0.04 ± 0.00 เพิ่มขึ้นเป็น 0.09 ± 0.00 สำหรับตัวอย่างที่เก็บรักษาในสภาวะปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ และ 0.04 ± 0.00 เพิ่มขึ้นเป็น 0.06 ± 0.00 สำหรับตัวอย่างที่เก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศ ดังแสดงในตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง ที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณความเป็นกรด-ด่าง (pH)	
	บรรยากาศ	สุญญากาศ
1	7.12 ± 0.03^{aA}	7.13 ± 0.01^{aA}
2	6.92 ± 0.01^{bB}	7.11 ± 0.14^{aA}
3	6.83 ± 0.03^{cA}	6.99 ± 0.09^{bA}
4	6.61 ± 0.10^{dB}	6.88 ± 0.04^{cA}

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

$^{a-d}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

$^{A-B}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.7 ปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง ที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณกรดทั้งหมด (%โดยน้ำหนัก)	
	บรรยากาศ	สุญญากาศ
1	0.04 ± 0.00^{dA}	0.04 ± 0.00^{bA}
2	0.06 ± 0.00^{cA}	0.06 ± 0.00^{aA}
3	0.08 ± 0.00^{bA}	0.06 ± 0.00^{aA}
4	0.09 ± 0.00^{aA}	0.06 ± 0.00^{aA}

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

$^{a-d}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{A} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ค่า TBARS ของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง ที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	TBARS (มิลลิกรัม MDA/กิโลกรัม)	
	บรรยากาศ	สุญญากาศ
1	0.24 ± 0.02^{aA}	0.11 ± 0.00^{aB}
2	0.26 ± 0.01^{aA}	0.16 ± 0.08^{aB}
3	0.26 ± 0.02^{aA}	0.17 ± 0.08^{aA}
4	0.27 ± 0.02^{aA}	0.19 ± 0.01^{aA}

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

$^{a-d}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

$^{A-B}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่า TBARS เป็นการวัดผลิตภัณฑ์อันดับสองที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาลิปิดออกซิเดชัน ที่บ่งชี้ถึงผลิตภัณฑ์กลุ่มที่ระเหยได้ (volatile decomposition product) สารกลุ่มนี้ทำให้เกิดกลิ่นรสหืนในอาหารที่มีไขมัน ซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยกลิ่นหืนเกิดจากออกซิเจนในอากาศเข้าทำปฏิริยาตรงตำแหน่งพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมัน ทำให้เกิดเป็นสารประกอบอัลดิไฮด์และกรดไขมันที่มีขนาดโมเลกุลเล็กๆที่มีกลิ่นเหม็นหืน (Jayssingh and Cornforth, 2003)

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่า ตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งที่เก็บในถุงพลาสติก ปิดผนึกภายใต้ความดันบรรยากาศจะมีค่า TBARS สูงกว่าตัวอย่างที่เก็บในถุงพลาสติกที่ปิดผนึกแบบสุญญากาศ โดยการปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.24 ± 0.02 ถึง 0.27 ± 0.02 และ 0.11 ± 0.00 ถึง 0.19 ± 0.01 สำหรับการปิดผนึกแบบสุญญากาศ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kerry และคณะ (1998) ที่รายงานว่าการเก็บรักษาเนื้อหมูอบในบรรจุภัณฑ์ภายใต้บรรยากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีการเพิ่มขึ้นของค่า TBARS สูงกว่าตัวอย่างที่เก็บในสภาวะสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสอดคล้องกับความเป็นจริงที่ว่า การเก็บรักษาในถุงปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศจะมีออกซิเจนมากกว่าถุงปิดผนึกแบบสุญญากาศ ทำให้เกิดออกซิเดชันของไขมันในตัวอย่างได้มากกว่านั่นเอง อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของค่า TBARS ในตัวอย่างทั้งสองเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ถึงแม้ว่าจะมีแนวโน้มของค่า TBARS เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง ที่ระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณจุลินทรีย์ (CFU/กรัม)	
	บรรยากาศ	สุญญากาศ
1	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
2	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
3	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
4	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10

ผลการตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง (ตารางที่ 4.9) พบว่าการเก็บรักษามะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งเป็นเวลา 4 เดือน ไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ ทั้งนี้เนื่องจากการเตรียมมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่เยือกแข็ง มีขั้นตอนการนึ่งด้วยไอน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์มาเบื้องต้นแล้ว รวมถึงอุณหภูมิแช่แข็งแบบเร็วที่ –80 องศาเซลเซียส และการเก็บรักษาที่ -20 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ (สุมณฑา, 2545) ตามมาตรฐานอาหารแช่แข็งกำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 5×10^4 CFU/กรัม (ภัทรามาศ, 2547) ดังนั้นปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งที่เก็บรักษานาน 4 เดือน ไม่เกินปริมาณที่มาตรฐานกำหนด

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.10) จะเห็นได้ว่าผู้ทดสอบชิมขนมฟักทองโรยหน้าด้วยมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย ให้คะแนนความชอบในทุกตัวอย่างในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยเป็นเวลา 4 เดือน ในขณะที่คะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสของตัวอย่างขนมฟักทองที่คลุกมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่เก็บในถุงปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ และถุงปิดผนึกแบบสุญญากาศสูงกว่าตัวอย่างที่คลุกมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยสด (ตัวอย่างควบคุม) ($p\leq0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาตัวอย่างทั้ง 4 เดือน จึงส่งผลให้คะแนนความชอบโดยรวมของตัวอย่างทั้งสองดังกล่าวมีแนวโน้มสูงกว่าตัวอย่างควบคุมด้วย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยสดไม่ได้ผ่านการนึ่งในขั้นตอนการเตรียมมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย แต่ตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งมีขั้นตอนการนึ่งซึ่งมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของมะพร้าวนุ่มกว่า จึงทำให้คะแนนความชอบสูงกว่า

จากผลการทดลองทั้งหมดจะเห็นได้ว่า มะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งที่เตรียมได้นั้นสามารถนำไปใช้ในธุรกิจบริการอาหารได้เป็นอย่างดี ในการเก็บรักษามะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งเป็นระยะเวลา 4 เดือน ไม่พบการเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ดังนั้นการนำไปใช้ ในกรณีของขนมที่ต้องใช้มะพร้าวโรยหน้าแล้วนำไปนึ่งก็สามารถใช้ได้ทันที แต่ในกรณีของขนมที่จะนำมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งนี้ไปคลุกเคล้ากับตัวขนมโดยไม่ผ่านขั้นตอนการให้ความร้อนอีก ก็สามารถที่จะทำได้โดยปลอดภัย อย่างไรก็ตามการอุ่นให้ร้อนด้วยไมโครเวฟ หรือการนึ่งด้วยระยะเวลาสั้นๆ ประมาณ 5 นาที ก็จะช่วยให้มะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ใช้คลุกขนมร้อนและเพิ่มรสชาติให้ขนมได้ดีขึ้น

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนน ของตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งที่ใช้โรยหน้าขนมฟักทอง เมื่อระยะเวลาและสภาวะในการเก็บรักษาต่างกัน

คุณลักษณะ	สภาวะ	ระยะเวลาเก็บรักษา(เดือน)			
		1	2	3	4
ลักษณะปรากฏ	สด	6.07±0.74	6.13±0.57	6.17±0.70	6.07±0.64
	บรรยากาศ	6.03±0.81	6.10±0.66	6.00±0.64	5.97±0.72
	สุญญากาศ	6.07±0.64	6.03±0.81	5.97±0.89	6.03±0.67
สี	สด	5.50±0.63	5.77±0.77	5.73±0.91	5.63±0.89
	บรรยากาศ	5.63±0.85	5.53±0.57	5.50±0.51	5.67±0.92
	สุญญากาศ	5.47±0.82	5.60±0.77	5.70±0.79	5.83±0.95
กลิ่น	สด	5.10±1.27	5.43±1.14	5.37±0.96	5.27±1.23
	บรรยากาศ	5.47±1.22	5.13±1.04	5.40±0.81	5.50±1.14
	สุญญากาศ	5.43±1.07	5.57±1.07	5.67±1.18	5.70±0.99
รสชาติ	สด	5.23±1.19	5.37±0.81	5.53±0.73	5.27±1.11
	บรรยากาศ	5.43±0.97	5.30±0.92	5.70±0.75	5.60±0.77
	สุญญากาศ	5.50±0.94	5.37±0.89	5.47±0.86	5.63±0.89
เนื้อสัมผัส	สด	5.03±1.03^{b}	5.17±0.70^{b}	5.10±0.61^{b}	5.13±1.20^{b}
	บรรยากาศ	5.93±0.69^{a}	5.97±0.61^{a}	5.87±0.73^{a}	5.83±0.59^{a}
	สุญญากาศ	6.03±0.61^{a}	6.13±0.78^{a}	6.17±0.87^{a}	6.07±0.94^{a}
ความชอบโดยรวม	สด	5.83±0.79	5.87±0.68^{b}	5.90±0.71^{b}	5.97±0.72
	บรรยากาศ	5.87±0.68	6.13±0.63^{ab}	6.10±0.66^{ab}	6.10±0.88
	สุญญากาศ	6.13±0.78	6.37±0.56^{a}	6.33±0.48^{a}	6.17±0.79

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

$^{a-b}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีอักษรกำกับตามแนวตั้งของแต่ละปัจจัย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยสดที่ใช้ในการทดลองนี้มีความชื้นเท่ากับ 82.47% ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.67 ปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 0.14% และปริมาณไขมันเท่ากับ 13.22% โดยมีค่าสี L^*, a^*, b^* เท่ากับ 85.48, 3.71 และ -3.33 ตามลำดับ การนึ่งมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยตามสภาวะในการทดลองนี้เป็นระยะเวลา 5 นาที เพียงพอต่อการทำลายจุลินทรีย์เริ่มต้นได้ และไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของตัวอย่างมะพร้าว การเก็บรักษามะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งโดยบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ปิดผนึกแบบสุญญากาศในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษานาน 4 เดือน มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีกายภาพ จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสโดยรวมช้ากว่าการเก็บรักษาโดยปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ ดังนั้นสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งคือ นึ่งมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยเป็นเวลา 5 นาที บรรจุถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ขณะร้อน ปิดผนึกแบบสุญญากาศ ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเก็บรักษาตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่ได้เมื่อทำละลายในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้ว สามารถใช้เป็นส่วนผสมของขนมไทยได้โดยตรง

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็งในระหว่างการเก็บรักษาด้วยวิธีการบรรจุที่แตกต่างกันนั้น ควรมีการศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นเพื่อให้ได้ข้อมูลของอายุการเก็บรักษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กลุ่มเกษตรสัญจร. 2531. มะพร้าวน้ำหอม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สหมิตร.

กรมอนามัย. 2530. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กรุงเทพมหานคร: กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

กิจติยา แคดี. 2557. ขนมไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แม่บ้าน.

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2536. กระบวนการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2543. วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2550. การบรรจุอาหาร. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เอส.พี.อี.ม.การพิมพ์ จำกัด.

จริยา เดชกุญชร. 2549. ขนมไทยเล่ม 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เพชรการเรือน.

จาตุพงศ์ วาฤทธิ์. 2547. คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ : การวัดค่าสี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา:
http://coursewares.mju.ac.th:81/elearning47/ea341/lesson2/ch02_6.pdf
(6 พฤศจิกายน 2557)

ชูทวีป ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา. 2545. การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวแก้วที่ผลิตในอำเภอเชียงคาน โดยวิธีการบรรจุแบบสุญญากาศ. รายงานการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันราชภัฏเลย. เลย

ฉรงค์ โฉมเฉลา. 2549. กระต่ายขูดมะพร้าว. กรุงเทพมหานคร: ประธานเครือข่ายพืชปลูกพื้นเมืองไทย.

นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2536. พืชหลักปักษ์ใต้. กรุงเทพมหานคร: ปิรามิด.

นลิน ดูอมรพัฒนะ. 2553. เส้นทางขนมไทย กำเนิดและวิวัฒนาการขนมไทยตั้งแต่สมัยสุโขทัยจนถึงปัจจุบัน. กรุงเทพมหานคร: บริษัท พิมพ์ดี จำกัด.

นลินา จอมบดินทร์. 2541. ผลของพันธุ์และสภาวะการแปรรูปต่อคุณภาพของข้าวโพดหวานแช่แข็งทั้งฝัก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

นิดดา หงส์วิวัฒน์. 2554. ขนมไทย. กรุงเทพมหานคร: บริษัท พิมพ์ดี จำกัด.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2544. หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

นิรนาม. 2539. ตำรับขนมไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ แสงแดด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2553. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหารฉบับที่2. ลงวันที่ 28 กันยายน พ.ศ. 2553

พานิชย์ ยศปัญญา. 2544. มะพร้าวพืชสารพัดประโยชน์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มติชน.

ภัทรามาศ กาญจนบัตร. 2547. กิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส โพลีฟีนอลออกซิเดสและปริมาณแคโรทีนอยด์ระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เยือกแข็งของเนื้อมะม่วงพันธุ์มหาชนก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

มณีรัตน์ สุตันตั้งใจ. 2552. การพัฒนากระบวนการผลิตและบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะพร้าวแก้ว. รายงานการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย. เลย

รุจิภรณ์ พัฒน์จันทร์. 2546. ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างการสุกและการเก็บรักษาแบบแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

รุ่งทิวา วงค์ไพศาลฤทธิ์. 2553. ขนมไทยชาววัง. กรุงเทพมหานคร: ไทยควอลิตี้บุ๊ค.

วันดี ณ สงขลา. 2550. ขนมไทยเมื่อวันวาน. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ส. เอเชียเพรส (1989) จำกัด.

วิไล รังสาดทอง. 2552. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วิไลวรรณ ทวิชศรี, เสรี อยู่สถิตย์, ปริญดา หรูนหิม และ ปานหทัย นพชินวงศ์. 2556. การเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีที่มีอิทธิพลต่อสุขภาพระหว่างมะพร้าวน้ำหอมกับมะพร้าวต้นเตี้ยพันธุ์ต่าง ๆ. สถาบันวิจัยพืชสวน. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร. ชุมพร

วีรยุทธ สุทธิรักษ์. 2554. การยืดอายุการเก็บรักษามังคุดแปรรูปขั้นต่ำภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลง. สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ . นครศรีธรรมราช.

ศรีสมร คงพันธ์. 2534. ขนมไทย1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แสงแดด.

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย. 2532. การปลูกมะพร้าว. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. วัตถุเจือปนอาหารที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทผักและผลไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร

สายสนม ประดิษฐดวง. 2546. กระบวนการแช่เยือกแข็ง. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร:

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Maryland, USA.

A.O.C.S. 1998. Official methods and recommended practices of American oil chemists' society. 5th ed. AOCS press. Champaign, IL, USA.

David, T. W. 2014. BOT 410 - Plant Anatomy Home Page (online). Available : http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/library/webb/BOT410/Angiosperm/FruitCoconut.htm (2014, July 9)

Jayasingh, P., and Cornforth, D.P. 2003. Comparison of antioxidant effects of milk mineral, butylated hydroxytoluene and sodium tripolyphosphate in raw and cooked ground pork. Meat Science. 66:83-89

Kerry, J.P., Buckleya, D.J., Morrissey, P.A., O'Sullivanc, K. and Lynchd, P.B. 1998. Endogenous and exogenous a-tocopherol supplementation: effects on lipid stability (TBARS) and warmed-over favour (WOF) in porcine M. longissimus dorsi roasts held in aerobic and vacuum packs. Journal of Food Science and Technology. 31(3) : 211-216.

Lisa, K. 1997. Desingning frozen foods food product design. (online). Available: http://www.foodproductdesign.com (2013, July 10).

Liang, D., Lin, F., Yang, G., Yue, x., Zhang, Q., Zhang, Z. and Chen, H. 2014. Advantages of immersion freezing for quality preservation of litchi fruit during frozen storage. LWT - Food Science and Technology. 34 (10) : 1-9.

Lisiewska, Z., Kmiecik, W. and Supski, J. 2004. Contents of chlorophyllsand carotenoids in frozen dill. Food Chemistry. 84:511-518.

Lisiewska, Z., Gebczy ski, P., Bernas, E. and Kmiecik, W. 2009. Retention of mineral constituents in frozen leafy vegetables prepared for consumption. Journal of Food Composition and Analysis. 22:218-223.

Min, D.B., Chen, M. H. and Green, B. W. 2009. Antioxidant activities of purple rice bran extract and its effect on the quality of low - NaCl, Phosphate - Free Patties Made from Channel Catfish (*Ictaurus punctatus*) Belly Flap Meat. Journal of Food Science.74(3) : 268 - 277.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

1. อบกระป๋องหาความชื้นพร้อมฝาในตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105±2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W1) โดยชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่ความละเอียด 4 ตำแหน่ง

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่กระป๋องหาความชื้นที่อบ และชั่งน้ำหนักไว้เรียบร้อยแล้ว (W2)

3. นำกระป๋องหาความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาออกขณะอบ ไปอบที่ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105±2 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง

4.นำกระป๋องหาความชื้นออกจากตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าโดยปิดฝาทันที และทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

5. นำไปอบต่อ และนำมาชั่งน้ำหนักทุกชั่วโมงจนได้น้ำหนักคงที่ (W3)

6. คำนวณหาปริมาณความชื้นหน่วยเป็นร้อยละ ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(W2 - W3) \times 100}{(W2 - W1)}$$

เมื่อ W1 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น (กรัม)

W2 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น และตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W3 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น และตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

1. การเตรียมตัวอย่าง

นำมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่งปริมาณ 5 กรัม ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่นประมาณ 30 มิลลิลิตร ปั่นด้วยเครื่องปั่นละเอียดประมาณ 1 นาที เพื่อให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ล้างเครื่องปั่นด้วยน้ำกลั่นอีก 20 มิลลิลิตรลงในบีกเกอร์ใบเดิม

2. การวัด pH ของตัวอย่าง

2.1 เปิดเครื่องวัด pH ทิ้งไว้ก่อนประมาณ 15 นาที

2.2 ล้างปลายแท่ง pH meter ด้วยน้ำกลั่น เช็ดให้แห้ง

2.3 Calibrate เครื่องทุกครั้งก่อนการใช้งาน โดยจุ่มลงในสารละลายบัฟเฟอร์ที่ pH 4 และ 7 อ่านค่าให้ตรง กดบันทึก

2.4 นำตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยที่บดผสมน้ำมาวัดค่า pH โดยวัด 3 ครั้ง แล้วบันทึกผล โดยในแต่ละครั้งของการวัดจะต้องล้างที่ปลายแท่ง pH meter ด้วยน้ำกลั่น

2.5 เมื่อใช้งานเสร็จแล้วล้างที่ปลายแท่ง pH meter ด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในหลอดที่น้ำกลั่นตลอดเวลา

2.6 นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผลเพื่อหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด

1. การเตรียมสารเคมี

1.1 สารละลาย NaOH มาตรฐาน การเตรียมสารลาย NaOH 0.1 นอร์มอล (โดยประมาณ) ซึ่ง NaOH 2 กรัม ละลายในน้ำ กลั่น 500 มิลลิลิตร นำ ไป standardize ด้วยสารละลายมาตรฐาน potassium phathalate ($KHC_8H_4O_4$)

วิธี standardize สารละลาย NaoH ทำ โดย

ละลาย $KHC_8H_4O_4$ ที่ผ่านการอบแห้งที่ 120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทำให้เย็นใน Desiccator ปริมาณ 0.6000-0.7000 กรัมในน้ำกลั่น 50-70 มิลลิลิตร หยดสารละลาย phenolphthalein 1% ในสารละลาย $KHC_8H_4O_4$ จำนวน 2 หยด นำไปไตเตรตกับสารละลาย NaOH ที่บรรจุในบิวเรต จนกระทั่งสารละลายมีปฏิกิริยาเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อนที่คงตัว โดยทำการไตเตรต 3 ครั้ง บันทึกปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้

$$\text{Normality ของ NaOH} = \frac{\text{จำนวนกรัม } KHC_8H_4O_4 \times 1000}{\text{มิลลิลิตร NaOH} \times 204.229}$$

1.2 สารละลายphenolphthalein 1%

ละลาย phenolphthalein 1 กรัม ใน เอทานอล 95% จำนวน 100 มิลลิลิตร

2. วิธีวิเคราะห์

2.1 ตวงน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ขนาด 350 มิลลิลิตร เติมสาระลาย phenolphthalein 2-3 หยด

2.2 ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐาน NaOH จนได้สีชมพูจางๆ บันทึกปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้ซึ่งเป็นค่า blank

2.3 ชั่งตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยด้วยเครื่องชั่งละเอียดน้ำหนักประมาณ 5 กรัมลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่นประมาณ 30 มิลลิลิตร ปั่นด้วยเครื่องปั่นละเอียดประมาณ 1 นาที เพื่อให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ล้างเครื่องปั่นด้วยน้ำกลั่นอีก 20 มิลลิลิตรลงในบีกเกอร์ใบเดิม หยดสารละลาย phenolphthalein 2-3 หยด

2.4 ไตเตรตด้วยสารละลาย NaOH จนได้สีชมพูจางๆ บันทึกปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้โดยทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 คำนวณการปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างอาหารดังนี้

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติก (ร้อยละ)} = \frac{(V)(N)(eq.wt)(100)}{(1000)(v)}$$

เมื่อ V = ปริมาณของสารละลายมาตรฐาน NaOH

N = Normality ของสารละลายมาตรฐาน NaOH

v = ปริมาณของตัวอย่าง (5 กรัม)

eq.wt = น้ำหนักสมมูลของกรดเป็นกรัม (กรดแลคติกเท่ากับ 90 กรัม)

ตัวอย่างการคำนวณ

การคำนวณปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติกในตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย จากการทดลองได้ปริมาณของสารละลายมาตรฐาน NaOH เท่ากับ 2.7 Normality ของสารละลายมาตรฐาน NaOH เท่ากับ 0.0103 ปริมาณของอาหารเท่ากับ 5.0218 กรัม น้ำหนักสมมูลของกรดเป็นกรัมเท่ากับ 90 กรัม

จากสมการ

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติก} = \frac{(2.7)(0.0103)(90)(100)}{(1000)(5.0218)}$$

ดังนั้นจะมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก 0.05 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

การวิเคราะห์ค่าไทโอบาบิทูริคแอซิครีแอคทีฟซับสแตนซ์

การวิเคราะห์ค่าไทโอบาบิทูริคแอซิครีแอคทีฟซับสแตนซ์ (Thiobarbituric acid reactive substance, TBARS) (AOCS. 1990)

การวิเคราะห์ค่า TBARS เป็นค่าที่ใช้วัดคุณภาพของอาหารประเภทไขมัน เมื่อเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในขั้นตอนที่สอง หลังจากที่ไฮโดรเปอร์ออกไซด์เกิดการแตกตัวได้เป็นสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ สารที่เกิดขึ้นจะมีกลิ่นรส ได้แก่ อัลเคน(alkanes) อัลคีน (alkenes) อัลดีไฮด์ (aldehydes) คีโตน (ketones) แอลกอฮอล์ (alcohols) เอสเทอร์ (esters) สารในกลุ่มนี้จะทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีกลิ่นหืน การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ทำได้โดยใช้หลักการของวิธีการวัดความเข้มของสีชมพูแดงที่ความยาวคลื่น 530-532 นาโนเมตร ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างไธโอบาร์บิทูริค (thiobarbituric) กับ oxidized lipids ได้เป็นสารประกอบที่มีสีชมพูแดง ซึ่งสารประกอบดังกล่าวเกิดจากปฏิกิริยาคอนเดนเซชันของมาโลนอัลดีไฮด์ (malondialdehyde,MDA) กับกรดไธโอบาร์บิทูริค 2 โมเลกุล อย่างไรก็ตามการเกิดออกซิเดนชันไม่จำเป็นต้องได้มาโลนไดอัลดีไฮด์เสมอไป เพราะสารประกอบประเภทแอลคานอล (alkanals) แอลคีนอล (alkenals) และ 2,4- ไดอีนาล (2,4-dienals) สามารถทำปฏิกิริยากับกรดไธโอบาบิทูริคได้และดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530-532 นาโนเมตรได้เช่นเดียวกับมาโลนอัลดีไฮด์ ดังนั้นจึงเปลี่ยนการเรียกชื่อวิธีการวิเคราะห์จาก TBA เป็น TBARS เนื่องจากการเรียกชื่อแบบเดิมจะหมายถึงสารมาโลนอัลดีไฮด์เพียงชนิดเดียว แต่ TBARS จะหมายถึงกลุ่มของสารดังกล่าวด้วย การรายงานผลการวิเคราะห์ค่า TBARS จะรายงานผลเป็นมิลลิกรัมของมาโลนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง (milligrams of malondialdehyde equivalents/kg of sample)

อุปกรณ์

1. ชุดเครื่องกลั่น
2. เครื่องบดตัวอย่าง
3. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
4. Spectophotometer พร้อม Glass cell ขนาด 10 มิลลิเมตร
5. ขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร
6. ปิเปตขนาด 5 มิลลิลิตร
7. หลอดทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 10-15 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมี

1. TBA reagent

เตรียมได้จากการละลาย 2 Thiobarbituric acid 0.2883 กรัม ในกรดอะซีติก 90% จำนวน 100 มิลลิลิตร ทิ้งสารละลายนี้ไว้ข้ามคืน กรอง เพื่อเอาส่วนที่ไม่ละลายออกแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ด้วยกรดอะซิติก 90%

2. HCL acid 4 นอร์มอล

ปิเปต 37% กรดไฮโดรคลอริก 33.06 มิลลิลิตร ลงในขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

3. Antifoaming agent

เจือจาง Antifoaming agent (Silicone Liquid) ด้วยน้ำในอัตราส่วน antifoaming agent : น้ำ เท่ากับ 1:5

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยด้วยเครื่องชั่งละเอียดประมาณ 10 กรัม ปั่นกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นแบบมือถือนาน 2 นาที ถ่ายใส่ขวดกลั่นของชุดเครื่องกลั่น ล้างโถปั่นด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร เทรวมลงในขวดกลั่นแล้วเติมกรดไฮโดรคลอริก 4 N. ปริมาณ 2.5 มิลลิลิตร

2. เติม Glass bead 2-3 เม็ด และ Antifoaming agent ที่เจือจางแล้ว 0.5 มล. นำไปต่อเข้ากับชุดกลั่น กลั่นให้ได้ distillate ปริมาณ 30 มิลลิลิตร

3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างในข้อ 2 จำนวน 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดแก้วที่แห้ง เติม TBA reagent จำนวน 5 มิลลิลิตร เขย่าผสมให้เข้ากันดี นำไปต้มในน้ำเดือด 35 นาที

4. ทำให้เย็น โดยการแช่ในอ่างน้ำเย็นประมาณ 10 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสง(Absorbance) ที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร เทียบกลับ Blank (ใช้น้ำกลั่น)

5. คำนวณหาค่า TBARS Number จากสมการ

$$\text{TBARS Number} = 7.8 \times A_{532}$$

มิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อตัวอย่าง 100 กรัม

เมื่อ A = ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

การวัดค่าสี L^*, a^*, b^*

การวัดค่าสี (Minolta Chroma meter)

อุปกรณ์ได้แก่เครื่อง Minolta Chromameter ใช้หัววัด (Measuring Head) โมเดล CR-400 ประเทศญี่ปุ่น หน่อยประมวลผล (Data processor) โมเดล DP-401 และแผ่นเทียบมาตรฐาน (Calobration plate)

ระบบการวัด Hunter Lab (L^*, a^*, b^*)

1. การเตรียมตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยสำหรับการวัดสี

ชั่งตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยสำหรับการวัดสีปริมาณ 100 กรัม บรรจุลงในถุงพลาสติกใสขนาด 4.5×7 เซนติเมตร หนา 0.065 มิลลิเมตร แล้วเกลี่ยให้มีความหนา 2 เซนติเมตร สม่ำเสมอกัน

2. การวัดตัวอย่าง

2.1 เปิดเครื่องวัดสีทิ้งไว้ประมาณ 15 นาทีก่อนใช้งานทดสอบ

2.2 วัดกับแผ่นมาตรฐาน

2.3 นำตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยมาวัดสี โดยใช้หัววัดสีวางทาบลงบนตัวอย่างในแนวตั้งฉาก ทำการทั้งสองด้านด้านละ 5 จุดไม่ซ้ำจุดเดิม บันทึกผล

2.4 วิเคราะห์ผลเพื่อหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. การวิเคราะห์ผล

ระบบ L^*, a^*, b^* เป็นระบบการบรรยายสีแบบ 3 มิติ โดยที่แกน L^* จะบรรยายถึงความสว่าง (lightness) จากค่า + L^* แสดงถึงสีขาว จนไปถึง – L^* แสดงถึงสีดำ แกน a^* จะบรรยายถึงแกนสีจากเขียว ($-a^*$) ไปจนถึงแดง ($+a^*$) ส่วนแกน b^* จะบรรยายถึงแกนสีจากน้ำเงิน ($-b^*$) ไปเหลือง ($+b^*$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Total Plate Count (AOAC, 2000)

1. วิธีการเตรียมตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง

1.1 ตักตัวอย่างมะพร้าวด้วยวิธีปลอดเชื้อ ใส่ถุงพลาสติกปลอดเชื้อ (Stomacher bag) สำหรับใช้กับเครื่อง Stomacher หรือขวดน้ำยาสำหรับเจือจางทีละน้อยจนได้น้ำหนักตัวอย่าง 25 กรัม

1.2 ในกรณีที่ใช้ถุงพลาสติก ให้ใส่น้ำยาสำหรับเจือจางปริมาตร 225 มิลลิลิตร ในถุงที่ชั่งตัวอย่างใส่ไว้แล้ว

1.3 นำถุงพลาสติกเข้าเครื่อง Stomacher นาน 30 วินาที จะได้ตัวอย่างที่มีระดับการเจือจางเป็น 1:10 หรือ 10^{-1}

2. การเจือจางตัวอย่างตามลำดับ

2.1 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง 1:10 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดน้ำยาสำหรับเจือจาง 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันโดยใช้เครื่องเขย่าหลอดทดลอง (Vortex mixer) จะได้ตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง $1:10^{2}$ หรือ 10^{-2}

2.2 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง 10-2 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดน้ำยาสำหรับเจือจาง 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันโดยใช้เครื่องเขย่าหลอดทดลอง (Vortex mixer) จะได้ตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง $1:10^{3}$ หรือ 10^{-3}

2.3 การเจือจางทำนองเดียวกันจะได้ตัวอย่างที่เจือจางเป็นลำดับ ลำดับละ 10 เท่า

3. การเตรียมน้ำยาสำหรับเจือจาง Buttlefield's phosphate buffered

3.1 การเตรียมสารละลายสต๊อก

ละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 34 กรัมในน้ำ กลั่น 500 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 7.2 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มอล และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร แล้วนำมาฆ่าเชื้อใน autoclave อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3.2 การเตรียม Dilution blank

ตวงสารละลายสต๊อก 1.25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น ตวงใส่ขวดปริมาตร 225 มิลลิลิตร (สำหรับเจือจางตัวอย่าง 25 กรัม) แล้วดูด 9 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาด 16×150 มิลลิเมตร. นำ เข้าฆ่าเชื้อใน Autoclave อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเตรียมตัวอย่าง

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบทั้งหมด วิเคราะห์โดยการชั่งน้ำหนักตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยตัวอย่างละ 25 กรัม ลงในถุงพลาสติกสำหรับเข้าเครื่องตีปั่นด้วยวิธี Aseptic technique เติมน้ำยาเจือจาง 225 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่อง stomacher นาน 30 นาที ตัวอย่างที่ได้มีระดับการเจือจาง 1:10 (10^{-1}) ปิเปตตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^{-1} มา 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำยาเจือจางปริมาตร 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย Vortex mixer จะได้ตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง 10^{-2} จากนั้นปิเปตตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง 10^{-2} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดน้ำยาสาหรับเจือจาง 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย Vortex mixer จะได้ตัวอย่างที่มีระดับการเจือยาง 1:10^{3} หรือ 10^{-3} ปิเปตตัวอย่างที่เจือจางแล้วในแต่ละระดับการเจือจาง (10^{-1},10^{-2}, 10^{-3})

5. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่ลงในแผ่นเพาะเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป 3M petrifilmTM Aerobic count plate (AC) โดยวางแผ่น 3M petrifilmTM AC บนพื้นราบ เปิดแผ่นฟิล์มแผ่นชั้นบนขึ้น ใช้ปิเปตถ่ายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงตรงกลางแผ่นฟิล์มแผ่นล่างโดยใช้ปิเปตตั้งฉากกับแผ่น 3M petrifilmTM AC ค่อย ๆ ปล่อยแผ่นฟิล์มแผ่นบนลงมา ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ วางตัวกด (spreader) โดยให้ด้านมีขอบคว่ำหน้าลงสัมผัสแผ่นฟิล์มแผ่นบน ให้ส่วนกลมครอบบริเวณที่หยดตัวอย่าง ใช้นิ้วกดแรงพอประมาณจนตัวอย่างกระจายเต็มวงกลม หลังจากนั้นยก spreader ขึ้น รอ 1-2 นาที เพื่อให้เจลแข็งตัวก่อนเคลื่อนย้ายแผ่น นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 32 (±1°C) เวลา 48 (±3ชั่วโมง) ตามวิธี AOAC official method 986.33 และ 989.10 โดยให้ด้านใสอยู่บนทำ การตรวจนับและรายงานผลในหน่วย logCFU/กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช.

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสจะใช้วิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนนโดยใช้แบบทดสอบดังนี้

ใบรายงานผลการทดสอบการให้คะแนนความชอบ

ผลิตภัณฑ์ มะพร้าวทึนทึกขูดฝอย

ผู้ทดสอบ .....วันที่.....

คำแนะนำ ทดสอบผลิตภัณฑ์ แล้วให้คะแนนความชอบ ในแต่ละคุณลักษณะของมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยตามคำอธิบายข้างล่างนี้ และกรุณาดื่มน้ำทุกครั้งหลังชิมตัวอย่าง

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 4 = เฉยๆ 7 = ชอบมากที่สุด

2 = ไม่ชอบมาก 5 = ชอบเล็กน้อย

3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 6 = ชอบมาก

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง		
ลักษณะปรากฏ(Appearance)			
สี(Color)			
กลิ่น(Odor)			
รสชาติ(Flavor)			
เนื้อสัมผัส(Texture)			
ความชอบโดยรวม(Overall liking)			

ข้อเสนอแนะ (Suggestion)

.....

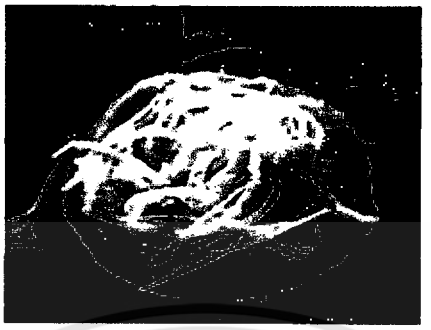
.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ.

สูตรขนมฟักทอง



ภาพที่ ซ ขนมฟักทอง

1. ส่วนผสมขนมฟักทอง

แป้งข้าวเจ้า	2	ถ้วยตวง
แป้งมัน	1 ½	ถ้วยตวง
กะทิ	1 ½	ถ้วยตวง
ฟักทองนึ่งบด	1	กิโลกรัม
น้ำตาลทราย	1 ½	ถ้วยตวง
เกลือ	1	ช้อนชา
มะพร้าวทึนทึกขูดฝอย (สำหรับโรยหน้าขนม)	3	ถ้วยตวง

2. วิธีเตรียมมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยสำหรับโรยหน้าขนม

2.1 มะพร้าวทึนทึกขูดฝอยสด (ตัวอย่างควบคุม) มะพร้าวทึนทึกเฉาะทิ้งกะลา ขูดด้วยมือแมวให้เป็นเส้น โดยขูดเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อสีขาวเท่านั้น เตรียมไว้สำหรับทำขนม โดยไม่ผ่านการนึ่ง

2.2 มะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่เย็น นำตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกที่ผ่านการแช่เย็นมาทำละลายในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำมาทำขนม

3. วิธีการทำขนมฟักทอง

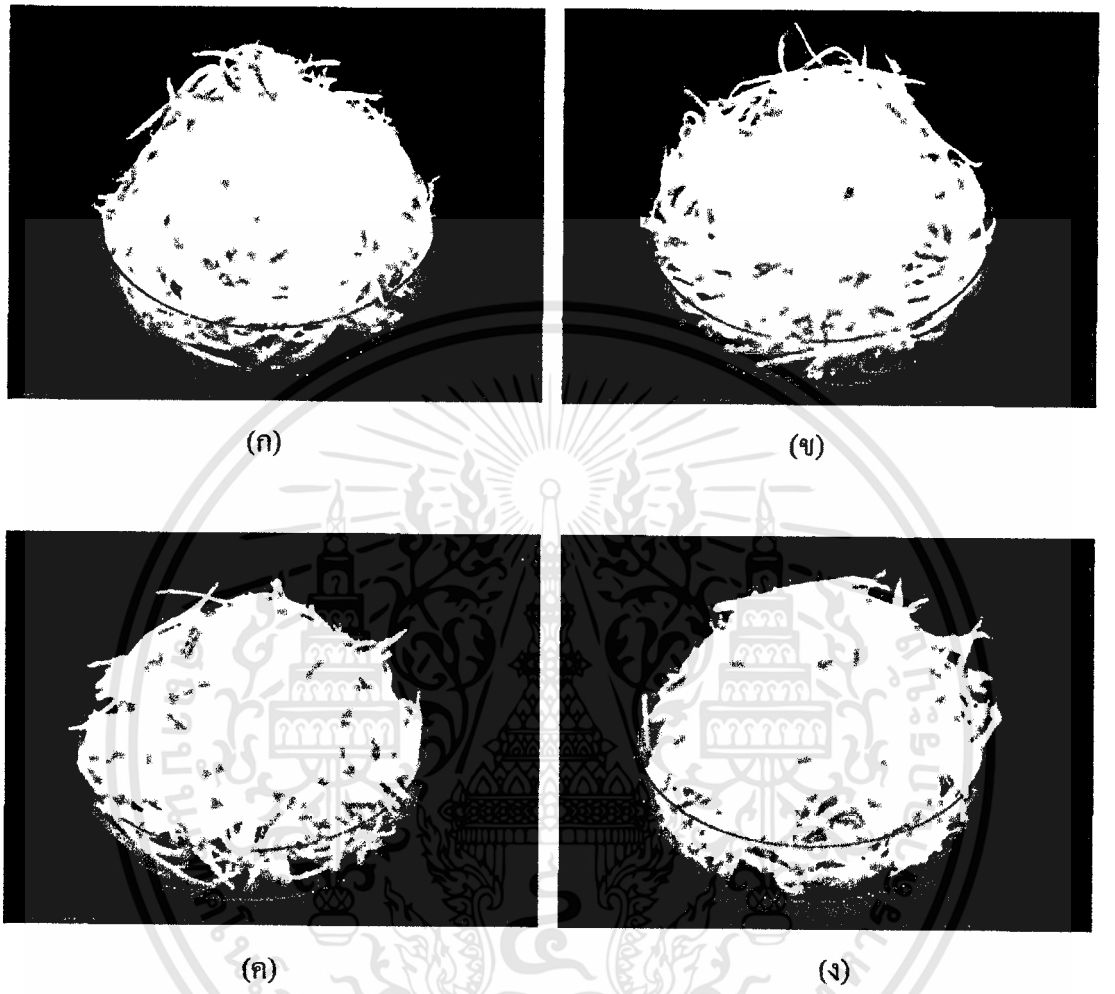
3.1 นำลังถึงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 30 เซนติเมตร ใส่น้ำสะอาดลงในหม้อปริมาณ 6 ลิตร ตั้งไฟให้น้ำเดือด เตรียมไว้

3.2 ผสมแป้งข้าวเจ้า แป้งมันลงในอ่างผสม เติมหัวกะทินวดให้เข้ากัน (ประมาณ 10 นาที) ใส่น้ำตาล เกลือ และฟักทองนึ่งบด นวดให้เข้ากันดี ตักส่วนผสมใส่ถ้วยตะไลประมาณ ¾ ของถ้วยตะไล โรยหน้าด้วยมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย (จากข้อ 2) ก่อนนำไปนึ่งในลังถึงด้วยไฟกลาง 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฌ. 1

ภาพตัวอย่างมะพร้าวทึนทึกขูดฝอย



(ก) (ข)

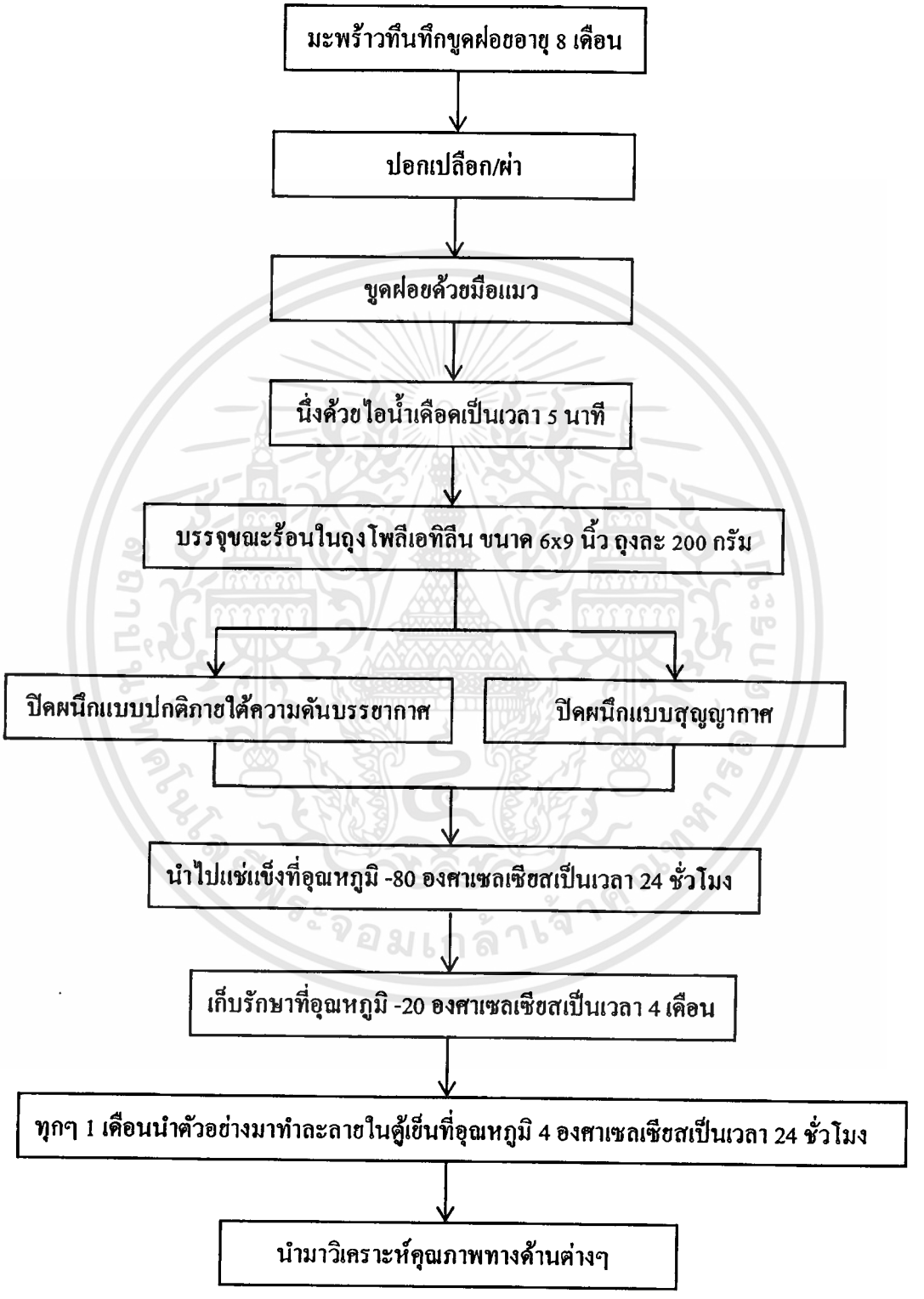
(ค) (ง)

ภาพที่ ฌ 1. แสดงมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยสด (ก) มะพร้าวทึนทึกที่ผ่านการนึ่งด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที (ข) มะพร้าวทึนทึกที่ผ่านการนึ่งด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที (ค) มะพร้าวทึนทึกที่ผ่านการนึ่งด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที (ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฌ. 2

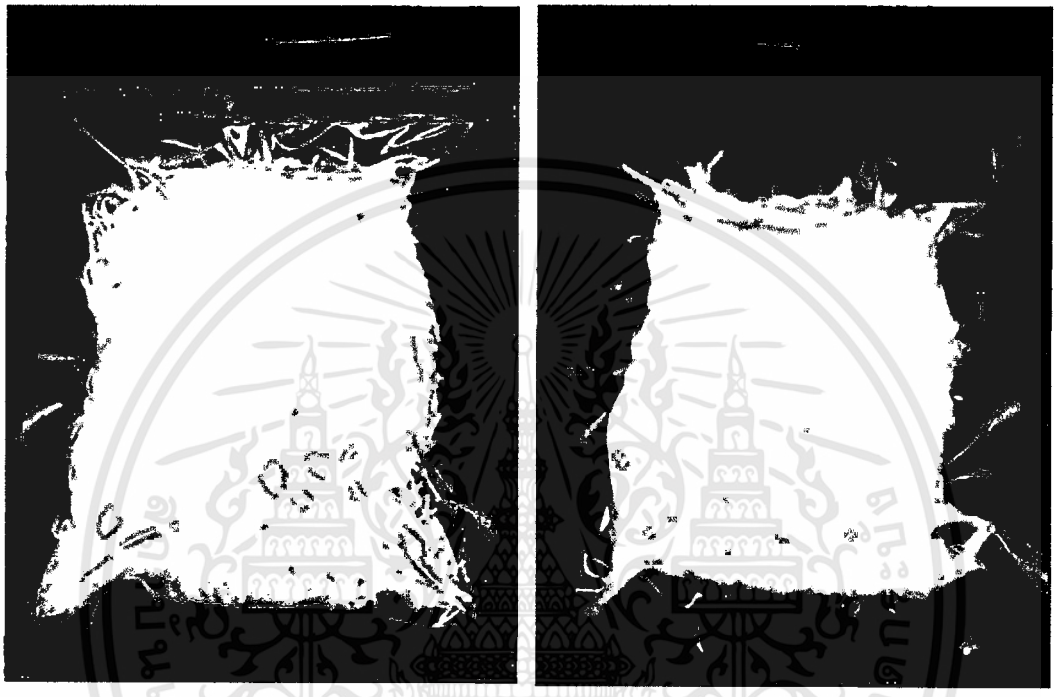
ขั้นตอนการบรรจุมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฌ. 3

การปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ และปิดผนึกแบบสุญญากาศ



(ก) (ข)

ภาพที่ ฌ 2. มะพร้าวทึนทึกขูดฝอยปิดผนึกแบบปกติภายใต้ความดันบรรยากาศ (ก) มะพร้าวทึนทึกขูดฝอยปิดผนึกแบบสุญญากาศ (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวจุฑามาศ มูลวงศ์
วัน เดือน ปีเกิด	25 สิงหาคม 2532 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	26 หมู่ 1 แขวงประเวศ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร 10250
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2555	ศึกษาต่อปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและสำเร็จการศึกษาในปี การศึกษา 2557
พ.ศ. 2554	สำเร็จการศึกษาปริญญาคหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาอาหารและโภชนาการ คณะคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ (พระนครใต้)
พ.ศ. 2550	สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ไทย-สังคม-อังกฤษ) โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ จังหวัดกรุงเทพฯ

การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

การผลิตมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยแช่แข็ง
การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 9
16 ธันวาคม 2557 มหาวิทยาลัยศรีปทุม, ประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้