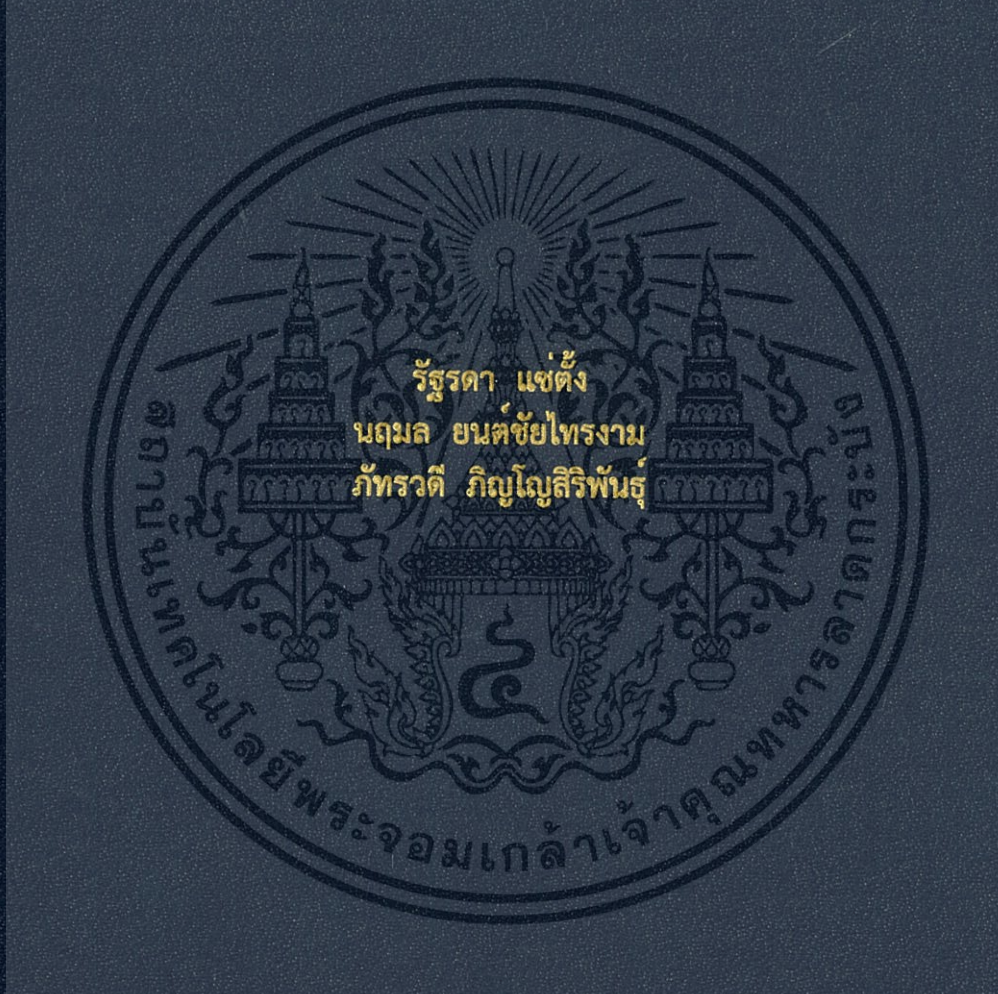


การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมบ้าบิ่น

Shelf Life Extension of Ba-Bin



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2559

การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมบ้าบิ่น

Shelf Life Extension of Ba-Bin



T148873

รัฐรดา แซ่ตั้ง

นฤมล ยนต์ชัยไทรงาม

ภัทรวดี ภูญโญสิริพันธ์

เลขหมู่.....148873  
เลขทะเบียน.....  
วันเดือนปี 30 ม.ค. 2560

12877155

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559



## ใบรับรองปัญหาพิเศษ

### การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมบ่าบิ้น Shelf Life Extension of Ba-Bin

จัดทำโดย

ณัฐรดา แซ่ตั้ง รหัสนักศึกษา 55080020  
นฤมล ยนต์ชัยไทรงาม รหัสนักศึกษา 55080029  
ภัทรวดี ภิญโญสิริพันธุ์ รหัสนักศึกษา 55080044

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....  
ปวีณ พุฒทองศิริ

.....  
3 / มิย. / 59

(ผศ.ดร. ธงชัย พุฒทองศิริ)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมบ่าบีน	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณัฐรดา แซ่ตั้ง	รหัสนักศึกษา 55080020
	นางสาวนฤมล ยนต์ชัยไพรงาม	รหัสนักศึกษา 55080029
	นางสาวภัทรวดี ภิญญโสริพันธ์	รหัสนักศึกษา 55080044
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร	
พ.ศ.	2559	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ธงชัย พุฒทองศิริ	

### บทคัดย่อ

การยืดอายุการเก็บขนมบ่าบีนที่อุณหภูมิห้อง ( $30 \pm 2$  องศาเซลเซียส) โดยศึกษาการใช้เตาอบในการผลิตบ่าบีน แบ่งเป็นการหาอุณหภูมิการอบและการจับบนกระทะที่เหมาะสม การใช้วัตถุเจือปนอาหาร การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลซ์ และ การใช้เฮอर्टเดิลเทคโนโลยี โดยพบว่าที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เวลา 25 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการอบ และอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการจี จากนั้นศึกษาการยืดอายุเก็บโดยการใช้วัตถุเจือปนอาหาร 2 ชนิด คือ กลีเซอรอล และ โพลีแซ็กคาไรด์ เมื่อใช้กลีเซอรอลทดแทนน้ำตาลร้อยละ 20 และโพลีแซ็กคาไรด์ปริมาณ 450 พีพีเอ็ม ผลในขนมบ่าบีน แล้วทำการเก็บที่อุณหภูมิห้อง พบว่า การใช้สารเคมีสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ่าบีนได้ 3 วัน ส่วนการยืดอายุโดย จากการศึกษาค้นคว้าที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที โดยบรรจุในถุงรีทอร์ทแพซในสภาวะสุญญากาศ พบว่าการฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิสูงสามารถยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ่าบีนได้อย่างน้อย 8 สัปดาห์ โดยค่าไทโอบาร์บิทรูริมีแวนอ์นัมเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บ แต่มีผลต่อด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสเมื่อเทียบกับขนมบ่าบีนสูตรดั้งเดิม และเมื่อศึกษาการใช้เทคโนโลยีเฮอर्टเดิลในการเก็บขนมบ่าบีน โดยใช้วัตถุเจือปนอาหารและใช้ความร้อนร่วมกัน เมื่อปรับกระบวนการผลิตโดยใช้กลีเซอรอลแทนที่น้ำตาลร้อยละ 20 กับโพลีแซ็กคาไรด์ 450 พีพีเอ็ม ร่วมกับการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที พบว่า เมื่อให้ความร้อนนาน 5 นาที สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ประมาณ 1 สัปดาห์ ส่วนการให้ความร้อนนาน 10 และ 15 นาที ร่วมกับวัตถุเจือปนอาหารสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ประมาณ 4 สัปดาห์

คำสำคัญ : ขนมบ่าบีน การยืดอายุการเก็บรักษา กลีเซอรอล โพลีแซ็กคาไรด์ ความร้อน รีทอร์ทแพซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Shelf Life Extension of Ba-Bin		
Student name	Nutrada	Sae-tang	Student ID 55080020
	Naruemon	Yonchaisaingam	Student ID 55080029
	Pattarawadee	Pinyosiripan	Student ID 55080044
Program	Bachelor of Science in Food Science and Technology		
Year	2016		
Advisor	Assist.Prof.Dr. Tongchai Puttongsiri		

### ABSTRACT

Shelf life extension of Ba-Bin storage at room temperature ( $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) was studied. The method for extension shelf life including, optimal condition for baking and roasting for developing appearances, food additives, sterilization and hurdle technology. The results showed that optimal condition for baking was  $170^{\circ}\text{C}$  for 25 minutes and optimal roasting time is  $150^{\circ}\text{C}$  for 1 minute. After that to study shelf life extension of Ba-bin by using 2 types of food additive (glycerol and potassium sorbate) found that glycerol sucrose 20% and potassium sorbate 450 ppm prolong shelf life of Ba-bin for 3 days. For using sterilization at  $121^{\circ}\text{C}$  for 15 minutes with packed in retort pouch can extend shelf life of Ba-bin at least 8 weeks however, the sensory evaluation were all significantly difference ( $p\leq 0.05$ ) when compared with control. Hurdle technology by using preservative and thermal process. Hurdle technology, included glycerol replacing sucrose 20% and potassium sorbate 450 ppm with thermal process at  $100^{\circ}\text{C}$  for 5, 10 and 15 minutes. The results shown 5 minutes can extend shelf life for a week and 10 and 15 minutes can keep for 4 weeks.

Keyword: Ba-bin Extension Shelf life Glycerol Potassium sorbate Heating Retort pouch

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยคณะผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์จากคณะอุตสาหกรรม  
เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธงชัย พุ่มทองศิริ  
ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา อีกทั้งขอขอบพระคุณ คุณศุภกัทร จุฑากรณ์ เจ้าของสูตร  
ขนมบ๊วยโฮโฮ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการสนับสนุนส่วนผสมขนมบ๊วยทั้งหมด  
รวมถึงคณาจารย์ทุกท่านที่ได้มอบความรู้ในการนำมาประยุกต์ใช้ในปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนการทำปัญหาพิเศษและเพื่อนๆ  
พี่ๆที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา



ณัฐรดา แซ่ตั้ง  
นฤมล ยนต์ชัยไทรงาม  
ภัทรวดี ภิญญโสริพันธ์  
2 มิถุนายน 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ขนมห้าชั้น .....	3
2.2 ข้าวเหนียว .....	3
2.3 แป้งสาลี.....	4
2.3.1 ประเภทแป้งสาลี.....	4
2.3.2 ชนิดแป้งสาลี.....	4
2.4 มะพร้าว.....	5
2.4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	5
2.5 กะทิ.....	5
2.6 น้ำตาลทราย.....	6
2.7 กลีเซอรอล .....	6
2.8 กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก.....	6
2.9 รีทอร์ทเพาซ์.....	7
2.10 Aseptic packaging .....	9
2.10.1 สมบัติของภาชนะบรรจุที่เหมาะสมสำหรับการบรรจุแบบปลอดเชื้อ .....	10
2.10.2 รูปแบบของภาชนะบรรจุสำหรับการบรรจุแบบปลอดเชื้อ .....	10
2.11 ปฏิกริยาออกซิเดชัน.....	11
2.12 การใช้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้ออาหาร .....	15
2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง .....	17
3.1 วัสดุดิบและสารเคมี .....	17
3.1.1 วัสดุดิบ .....	17
3.1.2 สารเคมี .....	17
3.2 อุปกรณ์ .....	18
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง .....	19
3.3.1 การผลิตขนมบ้ำบิ้น .....	19
3.3.2 การศึกษาการหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบขนมบ้ำบิ้น .....	21
3.3.3 การศึกษาเวลาที่ใช้ในการจี่ขนมบ้ำบิ้น .....	21
3.3.4 การศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ้ำบิ้นโดยการ ใช้วัตถุเจือปนอาหาร .....	21
3.3.5 การศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ้ำบิ้น โดยการใช้ความร้อน .....	22
3.3.6 การศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ้ำบิ้น โดยการใช้เฮอร์ดีลเทคโนโลยี .....	22
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ .....	24
4.1 ผลการหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบขนมบ้ำบิ้น .....	24
4.2 ผลการหาเวลาที่เหมาะสมในการจี่ขนมบ้ำบิ้น .....	26
4.3 ผลการศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ้ำบิ้น โดยการใช้วัตถุเจือปนอาหาร .....	28
4.4 ผลการศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ้ำบิ้นโดยการสเตอริไลซ์ .....	31
4.5 ผลการศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ้ำบิ้นโดยเฮอร์ดีลเทคโนโลยี .....	34
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ .....	37
5.1 สรุปผล .....	37
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	38
บรรณานุกรม .....	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก.....	44
ภาคผนวก ก.....	45
ภาคผนวก ข.....	49
ภาคผนวก ค.....	50
ประวัติผู้เขียน.....	53



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ข้อดีและข้อจำกัดของ retort pouch.....	9
3.1 ส่วนผสมของขนมบ้ำบิ้น.....	19
4.1 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อทางกายภาพของขนมบ้ำบิ้นที่ผ่านการอบโดยเตาอบ.....	24
4.2 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของ ขนมบ้ำบิ้นที่ผ่านการอบโดยเตาอบ.....	25
4.3 ผลของเวลาที่มีค่าสี ความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของขนมบ้ำบิ้นที่ผ่านการจี่.....	26
4.4 คะแนนทางด้านประสาทสัมผัสของขนมบ้ำบิ้นที่ผ่านการจี่.....	27
4.5 ผลของปริมาณกลีเซอรอลที่มีต่อปริมาณน้ำอิสระของขนมบ้ำบิ้น.....	28
4.6 ผลของปริมาณกลีเซอรอลที่มีต่อความชอบทางด้านประสาทสัมผัส ของขนมบ้ำบิ้น.....	29
4.7 ผลของปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบตที่มีต่อความชอบ ทางด้านประสาทสัมผัสของขนมบ้ำบิ้น.....	30
4.8 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ในขนมบ้ำบิ้นสเตอริไลส์.....	31
4.9 ค่า TBA ของขนมบ้ำบิ้นที่ผ่านการสเตอริไรซ์ ในระหว่างการเก็บรักษา 8 สัปดาห์.....	32
4.10 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของขนมบ้ำบิ้นสเตอริไลส์.....	33
4.11 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราในขนมบ้ำบิ้น.....	34
4.12 ผลของเวลาการให้ความร้อนที่มีต่อความชอบ ทางด้านประสาทสัมผัสของขนมบ้ำบิ้น.....	35
ก.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน.....	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะของรีทอร์ทเพาซ์ .....	7
2.2 โครงสร้างของรีทอร์ทเพาซ์ .....	8
2.3 การเกิดมาลอนไดแอลดีไฮด์ .....	13
2.4 การเกิดปฏิกิริยาระหว่างมาลอนไดแอลดีไฮด์กับ TBA.....	13
3.1 ขั้นตอนการผลิตขนมบ้ำบิ้น.....	20
ก.1 ลักษณะปรากฏของขนมบ้ำบิ้นที่ใช้เตาอบด้วยอุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส .....	45
ก.2 ลักษณะปรากฏของขนมบ้ำบิ้นที่ผ่านการจีที่ 150 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 นาที.....	45
ก.3 ลักษณะปรากฏขนมบ้ำบิ้นที่ทำการเก็บรักษา .....	46



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขนมไทยเป็นเอกลักษณ์ด้านวัฒนธรรมประจำชาติไทยอย่างหนึ่ง แต่การจำหน่ายขนมไทยหลายประเภทยังมีข้อจำกัด เนื่องจากขนมไทยมีอายุการเก็บที่สั้นมาก จากลักษณะของขนมไทยที่ประกอบด้วยแป้ง กะทิ ไข่ น้ำตาล เป็นหลัก จึงเป็นแหล่งที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (อรัญญา, 2550) ซึ่งขนมบ้าบิ่นก็เป็นขนมไทยอีกหนึ่งชนิด ที่มีข้อจำกัดในเรื่องอายุการเก็บรักษา เนื่องจากมีส่วนประกอบของแป้งข้าวเหนียว มะพร้าว กะทิ และน้ำตาลเป็นหลักเช่นกัน

การควบคุมกระบวนการผลิตตั้งแต่เริ่มต้นเพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในขนม เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยยืดอายุของขนมได้ (อรัญญา, 2550) เนื่องจากขนมบ้าบิ่นโดยวิธีการผลิตแบบพื้นบ้านนั้นเป็นการทำบนเตากระทะแบน แบบใช้แก๊ส ทำให้ควบคุมกระบวนการผลิตได้ยาก จึงทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตขนมบ้าบิ่นจากแบบพื้นบ้านให้เป็นระดับอุตสาหกรรมมากขึ้นโดยนำเตาอบเข้ามาใช้ในการผลิต เพื่อช่วยให้สามารถควบคุมคุณภาพต่างๆได้สะดวกมากยิ่งขึ้น เนื่องจากขนมบ้าบิ่นเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย จึงมีการศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ้าบิ่น โดยการใช้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์ในการฆ่าเชื้อและการใช้วัตถุเจือปนอาหารในกลุ่มสารดูดความชื้น (humectants) เพื่อลดปริมาณน้ำอิสระ (water activity,  $a_w$ ) ซึ่งมีผลทำให้อัตราการเจริญของจุลินทรีย์ การทำงานของเอนไซม์ และปฏิกิริยาอื่นๆ ลดลง รวมทั้งศึกษาการใช้กรดซอร์บิกซึ่งมีสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดี (Stopforth, 2005) นอกจากนี้การบรรจุขนมบ้าบิ่นในบรรจุภัณฑ์ที่มีความสามารถในการป้องกันแสง การซึมผ่านของอากาศ จะช่วยพัฒนาขนมบ้าบิ่นให้มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ้าบิ่นโดยศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิต การใช้กลีเซอรอลแทนที่น้ำตาลซูโครส การใช้โพแทสเซียมซอร์เบต และการใช้ความร้อนในการช่วยยืดอายุขนมบ้าบิ่นซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าของขนมทำให้สะดวกต่อการบริโภคและการเก็บรักษา อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายขนมไทยได้กว้างมากขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการผลิตขนมบ้าบิ่นโดยใช้เตาอบ
- 1.2.2 ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการจัดผลิตภัณฑ์ขนมบ้าบิ่น
- 1.2.3 ศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมบ้าบิ่นโดยใช้วัตถุเจือปนอาหาร
- 1.2.4 ศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมบ้าบิ่นโดยใช้ความร้อน
- 1.2.5 ศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมบ้าบิ่นโดยวิธีเซอร์เคลเทคโนโลยี

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมบ้าบิ่นให้นานขึ้น
- 1.3.2 เพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ขนมบ้าบิ่น
- 1.3.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยชนิดอื่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ขนมบัวปิ่น

“บัวปิ่น” ตามคำจำกัดความในพจนานุกรม คำวิเศษณ์ หมายถึง มุทะลุหุนหันพลันแล่น อวดกล้าทำ การอย่างไม่มีสติยั้งคิด หากเป็นคำนาม ก็หมายถึงชื่อขนมชนิดหนึ่งทำด้วยแป้งข้าวเหนียวผสมกับมะพร้าวและ น้ำตาลทราย ผิงไฟทั้งล่างและบน สำหรับเหตุผลที่ว่าทำไมจึงเรียกว่า “ขนมบัวปิ่น” เพราะการทำขนมบัวปิ่น ทำยาก เริ่มตั้งแต่ขูดมะพร้าว ซึ่งสมัยก่อนไม่มีเครื่องขูดมะพร้าว เขาจะใช้ไม้แบนๆมีหัวกลมๆ อยู่ปลายไม้ เรียกว่า “ตีนแมว” ถ้าขูดมะพร้าวเพียงลูกเดียวก็สามารถทำให้มะพร้าวเป็นเส้นสวยเสมอกันแทบทุกชิ้น แต่ถ้า หากขูดมะพร้าวหลายๆลูกคนทำให้เสมอกันไม่ได้แน่ จึงต้องรีบขูดและใช้แรงในการขูดเหมือนขูดแบบบัวปิ่น ในสมัยก่อนแป้งสำเร็จรูปไม่มีต้องใช้แป้งโม่หรือตาโชลก ตาเหยาจะแหยะก็คงไม่เสร็จจึงต้องใช้แรงตำมากในการ ตำคล้ายกับการทำอย่างบัวปิ่น สัจจุน่าจะเป็นที่มาของขนมบัวปิ่น การทำขนมบัวปิ่นมีอายุเกิน 100 ปี ตั้งแต่ กรุงศรีอยุธยา ซึ่งเป็นขนมที่ทำอยู่ในวัง ในขณะที่นั้นมีขนมฝรั่งเข้ามาซึ่งใช้วิธีการอบ แต่ขนมไทยไม่มีการอบ ถ้า ทำขนมแบบคนไทยแต่อบใช้วิธีของฝรั่งโดยใช้เตาก่อนไปอบบนและล่าง การทำขนมจึงสืบทอดกันมาถึง ลูกหลานทุกวันนี้ (พรพจน, 2559)

#### 2.2 ข้าวเหนียว

ข้าวเหนียว (sticky rice หรือ glutinous rice) มี ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Oryza sativa* var. *glutinosa* (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, 2558) เป็นข้าวที่มีลักษณะเมล็ดสีขาวขุ่น ต่างจากข้าวเจ้าที่องค์ประกอบของแป้งใน เมล็ดข้าวสาร ชนิดของแป้งในเมล็ดข้าวเหนียว จะมีแป้งอะมิโลเปคตินอยู่ในเมล็ดเพียงอย่างเดียวส่วนในข้าว เจ้าจะมีแป้ง 2 ชนิด คือ อะมิโลเปคติน และ อะมิโลส โดยสัดส่วนของแป้งอะมิโลสจะทำให้การดูดน้ำเข้าไปใน เมล็ดของข้าวเหนียวและข้าวเจ้าไม่เท่ากันเมื่อผ่านการหุงดังนั้นข้าวเหนียวและข้าวเจ้าที่หุงสุกจึงมีลักษณะไม่ เหมือนกัน ข้าวเหนียวจะมีความเหนียว เหนียว เกาะตัวกันไม่ร่วนเหมือนข้าวเจ้า (สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2550)

ข้าวเหนียวมี 2 สี คือ สีขาวและสีดำ โดยข้าวเหนียวดำจะมี มีรงควัตถุ คือ แอนโทไซยานิน (anthocyanin) Oligomeric Proanthocyanidin Complexes (OPC) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) โดยสารโอพีซีที่พบในข้าวเหนียวดำ เป็นสารชนิดเดียวกับสารสกัดที่ได้จากองุ่นดำ องุ่นแดง และ เปลือกสนข้าวเหนียว ปลูกมากทางภาคอีสานของประเทศไทยและประเทศลาว (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด ไม่มีแป้งชนิดอื่นใช้แทนแป้งสาลีได้ ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด ที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมคือ กลูเตนิน และ โกลอะดีน (Glutenin & Gliadin) ซึ่งเมื่อแป้งผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า “กลูเตน” (gluten) มีลักษณะเป็นยางเหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงสร้างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

### 2.3.1 ประเภทของแป้งสาลี

ข้าวสาลีที่นำมาไม่แป้งสาลีนั้น แบ่งเป็น 2 ประเภทตามความแข็งและสีของเมล็ดจัดเป็นข้าวสาลีชนิดแข็ง (Hard wheat) กับข้าวสาลีชนิดอ่อน (Soft wheat)

2.3.1.1 ข้าวสาลีชนิดแข็ง เมื่อนำมาไม่จะได้แป้งสาลีชนิดแข็ง ซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนสูงเหมาะสำหรับใช้ในการทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง แป้งชนิดนี้มีโปรตีนที่มีคุณภาพดี สามารถนวดผสมให้ได้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นดี ทนต่อสภาพการผสม การหมัก อุณหภูมิของห้องและของเครื่องผสม มีคุณสมบัติในการอุ้มก๊าซที่ดี ซึ่งจะเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาตรที่ดี มีรูและเนื้อสัมผัสที่ดี ก้อนโดที่ทาจากส่วนผสมของแป้งสาลีชนิดแข็งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้สูงอีกด้วย

2.3.1.2 ข้าวสาลีชนิดอ่อน เมื่อนำมาไม่ก็จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อนซึ่งมีโปรตีนต่ำแป้งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ต่ำกว่าแป้งชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสมและการหมักที่ต่ำไม่เหมาะที่จะใช้ทำขนมปังเพราะไม่สามารถนวดผสมให้เป็นก้อนโดได้ แต่เหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก และคุกกี้ มีวิตามิน แร่ธาตุอยู่บ้าง ส่วนนี้จะมีอยู่ประมาณ 2 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ ของเมล็ดในการผลิตแป้ง

### 2.3.2 ชนิดของแป้งสาลี

2.3.2.1 แป้งขนมปังมีโปรตีนสูง 12-14 เปอร์เซ็นต์ ไม่จากข้าวสาลีชนิดแข็งพวก Hard Red Spring หรือ Hard Red Winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปังจัด ขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้คือ เมื่อถือด้วยมือจะรู้สึกคายมือ คล้ายมีกรวดหรือหยาบเหมือนทราย มีสีครีม ไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟู เพราะยีสต์เท่านั้นที่จะทำให้ก้อนโดพองตัวได้

2.3.2.2 แป้งเอนกประสงค์ มีโปรตีนสูงปานกลาง 10-11 เปอร์เซ็นต์ เป็นแป้งที่ได้จากผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสมการทำผลิตภัณฑ์หลายๆ ชนิด ใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายๆ อย่าง เช่น ขนมปังจัดและหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ บะหมี่ เพสตรี ใช้ในการนวดแป้งน้อยกว่าขนมปัง ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู

2.3.2.3 แป้งเค้ก มีโปรตีนประมาณ 7-9 เปอร์เซ็นต์ ไม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก Soft Wheat และ Soft Red Winter ใช้ทำเค้ก คุกกี้ ลักษณะของแป้งเมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่มเนียนละเอียด มีสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าแบ่ง 2 ชนิดแรก เมื่อกดนิ้วลงไปบนแบ่ง แบ่งจะเกาะรวมกันเป็นก้อนและคงรอยนิ้วมือไว้ แบ่งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น ไมใช่ยีสต์ ซึ่งสารเคมีก็ได้แก่ ผงฟู โซดา เป็นต้น (จิตธนาและอรอนงค์,2549)

## 2.4 มะพร้าว

มะพร้าว (Coconut) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. เป็นพืชยืนต้นใบเลี้ยงเดี่ยว ชนิดหนึ่ง อยู่ในตระกูลปาล์ม นอกจากมะพร้าวแล้ว อินทผาลัม ปาล์มน้ำมัน ตาลโตนต จาก หมาก สาคุ ลาน และ หวาย ต่างก็เป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูลปาล์ม

### 2.4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะพร้าวมีระบบรากเป็นรากฝอยแผ่กระจายออกรอบลำต้น มีลำต้นเดี่ยว ไม่แตกแขนง มีรอยแผลจากการหลุดร่วงของใบตลอดลำต้น (สามารถคำนวณอายุของต้นมะพร้าวได้จากรอยแผลนี้ คือ ในหนึ่งปีมะพร้าวจะสร้างใบประมาณ 12-14 ใบ ดังนั้นในหนึ่งปีจะมีรอยแผลที่ลำต้น 12-14 รอยแผล) ลักษณะของใบจะเป็นใบประกอบ ออกอยู่ตามส่วนต่างๆของลำต้น ประกอบด้วยก้านทาง มีขนาดใหญ่และยาว และมีใบย่อยบนก้านทางประมาณ 200-250 ใบ ดอกจะออกเป็นช่อ มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในช่อเดียวกัน ดอกมี 6 กลีบ สีครีมหรือสีเหลืองนวล ไม่มีก้านดอกย่อย ผลเกิดเป็นช่อเรียกว่า ทะลาย (bunch) ผลเป็นแบบ fibrous drupe เรียกว่า nut มีเยื่อหุ้มผล(pericarp) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือ เปลือกนอกสุด (exocarp หรือ epicarp) เป็นแผ่นบางแข็ง ผิวมัน ชั้นกลาง (mesocarp หรือ husk หรือ coir) เป็นชั้นเส้นใย (fiber) ที่อยู่ถัดจาก exocarp และกะลา (endocarp หรือ shell) เมล็ดเรียกว่า seed หรือ kernel หรือ meat คือ ส่วนของผลที่อยู่ในกะลา ประกอบด้วยเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat หรือ testa) บาง ๆ สีน้ำตาลมวง เนื้อมะพร้าว (solid endosperm) น้ำมันมะพร้าว (liquid endosperm) และคัพภะ (embryo) เมื่อคัพภะงอก ใบเลี้ยงจะพองโต คล้ายพองน้ำ เรียกว่า จาว (apple หรือ haustorium) (วาสนา, 2527)

## 2.5 กะทิ

กะทิเป็นของเหลวที่ได้จากการคั้นเนื้อมะพร้าวสดขูด อาจเติมน้ำหรือไม่เติมก็ได้ มีลักษณะเป็นอิมัลชัน ชนิดน้ำมันในน้ำ (oil-in-water) กะทิอิมัลซิไฟเออร์โดยธรรมชาติทำให้อิมัลชันมีความคงตัวเพิ่มขึ้น แต่ยังไม่พอเพียงที่ทำให้กะทิตกตัวอยู่ได้ เนื่องจากมีปริมาณของลิปิดอยู่มากเมื่อเทียบกับปริมาณโปรตีน โดยอัตราส่วนในการรวมตัวของลิปิดและโปรตีนเป็น 1 ต่อ 10 ความเข้มข้นของโปรตีนที่พื้นผิวระหว่างเม็ดไขมันกับน้ำมีไม่มากพอที่จะป้องกันการรวมตัว (coalescence) ของเม็ดไขมันได้ เม็ดไขมันจึงมีแนวโน้มที่จะจับตัวกันและแยกชั้นออกมา การรวมตัวของเม็ดไขมันก่อให้เกิดครีมและลอยแยกออกเป็น 2 ชั้น ชั้นล่างเป็นชั้นของหางกะทิ (coconut skim milk) และชั้นบนเป็นหัวกะทิ (coconut cream) โดยเริ่มเกิดการแยกชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ 5-10 ชั่วโมง จนกระทั่งแยกชั้นสมบูรณ์ในเวลา 24 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามการแยกชั้นนี้ไม่ใช่เป็นการแตกตัวของอิมัลชันอย่างสมบูรณ์ สามารถเขย่าให้กลับเป็นเนื้อเดียวกันได้อีก (กนกพร, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 น้ำตาลทราย

น้ำตาลซูโครส (sucrose) เป็นน้ำตาล (sugar) ที่เรียกกันทั่วไปว่าน้ำตาลทราย ที่ใช้เป็นสารให้ความหวาน (sweetener) อย่างกว้างขวางทั่วโลก พบอยู่ในพืชและผลไม้หลายชนิด แต่ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตน้ำตาลทางการค้า คือ อ้อย และหัวบีท (beet root) น้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) 2 ชนิด คือน้ำตาลฟรุกโทส (fructose) และน้ำตาลกลูโคส (glucose) เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) มีสูตรโมเลกุล คือ  $C_{12}H_{22}O_{11}$  น้ำตาลซูโครส เป็น non reduction sugar เพราะไม่มีหมู่ฟังก์ชันเหลืออยู่ในโมเลกุล (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, 2559.)

## 2.7 กลีเซอรอล

กลีเซอรอล (Glycerol) หรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า กลีเซอริน (Glycerin) เป็นชื่อที่มาจากคำในภาษากรีกว่า glykys หมายถึงความหวาน กลีเซอรอลมีลักษณะเป็นของเหลวใสหนืด ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีพิษ มีรสหวานเล็กน้อย กลีเซอรอล เป็นสารจำพวกโพลีไฮดรอลิกแอลกอฮอล์ (Polyhydric alcohol) ที่มีสูตรโมเลกุลคือ  $C_3H_8O_3$  มีน้ำหนักโมเลกุล 92.09 กรัมต่อโมล และมีชื่อทางเคมีว่า 1,2,3-โพรเพนไตรออล (1,2,3propanetriol) จากภาพโครงสร้างของกลีเซอรอลพบว่ากลีเซอรอลประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล 3 หมู่ ซึ่งใน 2 หมู่เป็นขอไฮดรอกซิลปฐมภูมิ (Primary hydroxyl) และหมู่ไฮดรอกซิลทุติยภูมิ (Secondary hydroxyl) 1 หมู่ สำหรับสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของกลีเซอรอลพบว่ากลีเซอรอลละลายได้ดีทั้งในน้ำ เมทานอล เอทานอล ไอโซเมอร์ของโพรพานอล บิวทานอล เพนทานอล รวมทั้งฟีนอล ไกลคอล โพรเพนได-ออลเอมีน และสารประกอบที่เป็นเฮเทอโรไซคลิก ไดเอทิลอีเทอร์ เอทิลเอสเทอร์ และไดออกเซน ไม่ละลายในตัวทำละลายจำพวกเฮโลเจน เช่น คลอโรฟอร์ม เป็นต้น ดังนั้นการที่กลีเซอรอลละลายได้ในสารหลายประเภท จึงถูกใช้เป็นตัวทำละลายที่มีประโยชน์สำหรับอุตสาหกรรมหลายชนิดเช่น อุตสาหกรรมยา อาหาร และเครื่องสำอาง เป็นต้น (Ayoub และ Abdullah, 2012)

## 2.8 กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก

กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกเป็นวัตถุกันเสียที่อนุญาตให้ใช้ได้ในการอาหาร (พระราชบัญญัติอาหาร, 2522) เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาชะลอหรือยับยั้งการเจริญเติบโตและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุการเน่าเสียของอาหาร เหมาะที่จะใช้กับอาหารที่มีความเป็นกรดเช่น เครื่องดื่ม น้ำผลไม้ ผักดอง แยม เยลลี่ เนย และขนมอบ เป็นต้น เนื่องจากสารทั้ง 2 มีความเป็นพิษต่ำและมีประสิทธิภาพในการถนอมอาหารได้ดีจึงเป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร (สุวรรณณีและคณะ, 2559)

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive (JECFA) ได้กำหนดค่า Acceptable Daily Intake (ADI) ของกรดเบนโซอิกรวมทั้งเกลือของกรดเบนโซอิกเท่ากับ 0-5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวันและกรดซอร์บิก และเกลือของซอร์เบทเท่ากับ 0-25 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน (Benford, 2000) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 281 (พ.ศ.2547) อนุญาตให้ใช้วัตถุกันเสียทั้ง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอาหารบางประเภทได้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กรณีที่ใช้ทั้ง 2 ชนิดปริมาณรวมกันไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

## 2.9 รีทอร์ทแพช (Retort pouch)

รีทอร์ทแพช (retort pouch) คือภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (flexible packaging) ขึ้นรูปเป็นถุง (pouch) เป็นภาชนะบรรจุสามารถปิดผนึกสนิท มีความแข็งแรง สามารถทนต่อความร้อนและความดันสูงได้ใช้บรรจุอาหารที่ต้องการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (thermal processing) ระดับ commercial sterilization ได้เหมือนกับกระป๋อง โดยฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อภายใต้แรงดัน (retort) ชนิด water spray retort อาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ และพร้อมรับประทาน เพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้บริโภค ซึ่งจริงๆ แล้วชื่อของ รีทอร์ทแพชเป็นชื่อที่คนทั่วไปใช้เรียกโดยทั่วไป นั่นคือภาชนะอ่อนตัวหรือกึ่งคงรูปส่วนใหญ่ทำมาจากพลาสติกเพื่อใช้แทนกระป๋องหรือแก้ว แม้ว่า pouch จะแปลว่าถุงหรือซอง แต่รีทอร์ทแพชมีหลากหลายรูปแบบที่มากกว่าถุงหรือซอง เช่น ถาด เป็นต้น



ภาพที่ 2.1 ลักษณะของรีทอร์ทแพช

ที่มา: <http://hereilike.com/siam/hereilike/detail.aspx?cmsId=1059&&cate=2&&posi=1>

### 2.9.1 วัสดุสำหรับภาชนะบรรจุแบบรีทอร์ทแพช

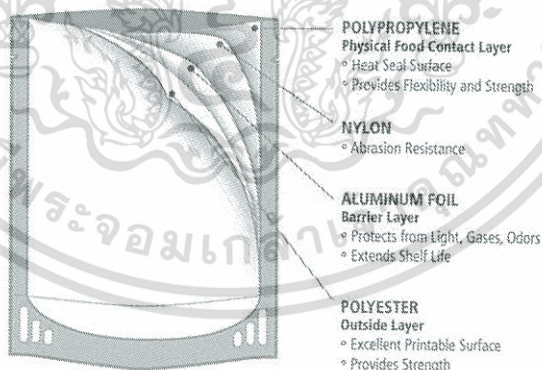
ส่วนใหญ่วัสดุสำหรับ retort pouch เป็นวัสดุอ่อนตัวหลายชั้น (multilayer flexible packaging material) เช่น พอลิพรอพิลีน (polypropylene, PP) พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (polyethylene terephthalate, PET) และอะลูมิเนียมฟอยล์ เป็นต้น เพราะปัญหาทางด้านสมบัติเชิงกลและสมบัติด้านทานการซึมผ่านของพลาสติกที่ยังด้อยกว่าโลหะและแก้ว จึงต้องนำลักษณะของวัสดุแต่ละชนิดเข้ามาใช้ร่วมกัน อย่างไรก็ตามยังต้องคำนึงถึงสมบัติการต้านทานการซึมผ่าน โดยเฉพาะออกซิเจนและไอน้ำ เพื่อรักษาคุณภาพของอาหาร สมบัติเชิงกลในด้านความแข็งแรงในการใช้งาน และการทนความร้อน ซึ่งทนอุณหภูมิฆ่าเชื้อที่มีอุณหภูมิสูงถึง 135 องศาเซลเซียส โดยโครงสร้างหลักของรีทอร์ทแพช แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นโครงสร้างหลัก เป็นโครงสร้างหลักซึ่งอยู่ด้านในสุด สัมผัสกับอาหารโดยตรง เป็นโครงสร้างส่วนที่หนาที่สุด ทนทานต่อความร้อนได้สูง มีความแข็งแรงสูง เพื่อทนต่อความดันในหม้อฆ่าเชื้อ (retort) ได้ เช่น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอลิพรอพิลีน (Polypropylene, PP) เป็นวัสดุที่ใช้มากที่สุดในการผลิตรีเทอร์ทเพาซ์ เนื่องจากสามารถทนสภาวะการฆ่าเชื้อได้ มีความแข็งแรง มีจุดหลอมเหลวอยู่ที่ 138 องศาเซลเซียส ป้องกันการซึมผ่านไอน้ำได้ดี และยังมีราคาไม่สูง แต่เนื่องจาก PP มีความเปราะที่อุณหภูมิต่ำ จึงต้องมีการใช้เป็นโคพอลิเมอร์ PP-PE เพื่อแก้ปัญหาในด้านนี้ และ PP มีข้อเสียในด้านการซึมผ่านของออกซิเจนจึงมีการใช้พลาสติกอื่นร่วมด้วย พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate, PET) เป็นพลาสติกที่นิยมใช้เป็นอันดับ 2 รองจาก PP เนื่องจากค่า Tg ของ PET มีค่าประมาณ 80 องศาเซลเซียส และเมื่อนำไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ ทำให้ PET เสียรูปทรงและความแข็งแรง จึงมีการใช้ในรูป CPET หรือ Crystalline PET ด้วยการเติมสารที่ช่วยเร่งการสร้างผลึกภายใน PET ทำให้ CPET มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและทนทานต่อสภาวะการฆ่าเชื้ออีกทั้งป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดี ใช้กับอาหารที่มีอายุการเก็บต่ำหรืออาหารที่ไม่ไวต่อออกซิเจน

2. ชั้นป้องกันการซึมผ่าน (barrier material) เป็นวัสดุที่อยู่ชั้นกลาง เพื่อป้องกันความชื้น แสง และก๊าซ ซึ่งวัสดุที่นิยมใช้คือ แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ มีลักษณะทึบแสง สามารถป้องกันความชื้น แสง และก๊าซได้ดี และอาจมีการใช้ในลอน (nylon) เพื่อเพิ่มความแข็งแรง แต่การใช้แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์นั้น ทำให้ไม่สามารถนำผลิตภัณฑ์เข้าไมโครเวฟได้ จึงมีการพัฒนาใช้ SiOx หรือ AlxOy นำมาเคลือบวัสดุ เพื่อให้มีสมบัติป้องกันการซึมผ่านที่ดี และยังสามารถนำเข้าไมโครเวฟได้

3. ชั้นนอก (outer layer) เป็นชั้นที่อยู่ด้านนอกสุด จึงต้องมีความสามารถในการพิมพ์ เพื่อแสดงภาพกราฟฟิก และข้อมูลต่างๆ ทั้งยังมีความแข็งแรงทนทาน นอกจากนี้ในแต่ละชั้นต้องมีตัวเชื่อมหรือกาว (adhesives) เพื่อเชื่อมหรือยึดในแต่ละชั้นให้อยู่ด้วยกัน (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2559)



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของรีเทอร์ทเพาซ์

ที่มา: <http://hereilike.com/siam/hereilike/detail.aspx?cmsId=1059&&cate=2&&posi=1>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.1 ข้อดีและข้อจำกัดของรีเทอร์ทเพาซ์

ข้อดี	ข้อจำกัด
มีน้ำหนักเบาขนส่งได้ง่ายประหยัดค่าขนส่งและประหยัดพื้นที่เก็บรักษา	มีการลงทุนเบื้องต้นค่อนข้างสูง เช่น เครื่องฆ่าเชื้อ (retort)
การเปิดถุงเพื่อนำอาหารออกมาทำได้ง่าย	ซองหรือถุงมักจะถูกตีบแทงหรือทำให้ฉีกขาดได้ง่าย จำเป็นจะต้องอาศัยการปกป้องจากภาชนะบรรจุชั้นนอกเช่นกล่องกระดาษอีกชั้นหนึ่งเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในระหว่างการขนส่ง
ภาชนะบรรจุมีรูปร่างแบนมีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมากกว่าทำให้มีพื้นที่ถ่ายเทความร้อนได้มากความร้อนแทรกผ่านได้ดีกว่าใช้เวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน(thermal processing)น้อยกว่า ประหยัดพลังงานกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารปริมาณเท่ากันที่บรรจุในกระป๋อง หรือขวดแก้ว ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อน้อย ช่วยทำให้รักษาคุณภาพด้านต่างๆ	การควบคุมกระบวนการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจะยุ่งยากซับซ้อนกว่าเช่น จำเป็นต้องควบคุมปริมาณอากาศที่เหลืออยู่ในซองหรือถุงความหนาแน่นข้างของซองส่วนผสมของไอน้ำและอากาศในเครื่องฆ่าเชื้อตลอดจนชั้นวางแบบพิเศษภายในเครื่องฆ่าเชื้อ ที่จะต้องเฝ้าอำนวยความสะดวกการหมุนเวียนและกระจายความร้อนภายในเครื่องดังกล่าว

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ (2556)

### 2.10 Aseptic packaging

การบรรจุอาหารโดยระบบปลอดเชื้อ เป็นเทคโนโลยีทางการบรรจุอาหารที่สามารถผลิตอาหารที่มีคุณภาพ และมีโภชนาการสูงขึ้น มีอายุเก็บที่ยาวนานในอุณหภูมิปกติหลักการของระบบปลอดเชื้อต่างจากกระบวนการสเตอริไลซ์ที่ในการผลิตกระป๋อง ถึงแม้ว่าใช้หลักการการกำจัดจุลินทรีย์เหมือนกัน โดยการผลิตอาหาร กระป๋องจะใช้ความร้อนทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทเรียบร้อยในขณะที่การบรรจุ แบบปลอดเชื้อต้องประกอบด้วยหลักการทั้ง 3 อย่าง คือ

1. อาหารต้องผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีที่เหมาะสม โดยทำให้ปลอดเชื้อในระดับ commercial sterilization ซึ่งหมายความว่าอาหารจะต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้อีกในระหว่างการเก็บ และการขนส่งที่อุณหภูมิปกติ และปราศจากสารพิษหรือโรคจากจุลินทรีย์ โดยวิธีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารนิยมด้วยวิธีใช้ความร้อนโดยตรง ใช้กับอาหารที่เป็นของเหลว และวิธีใช้ความร้อนทางอ้อมซึ่งความร้อนจะไม่สัมผัสกับอาหารโดยตรง วิธีนี้สามารถใช้กับอาหารที่ขึ้นหีบและมีชิ้นส่วนและชิ้นอาหารปะปนอยู่ได้ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีใหม่ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อในอาหาร เช่น การใช้คลื่นความถี่วิทยุ ความร้อนจาก ไมโครเวฟ พลังงานจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้า หรือการใช้รังสีแกมมา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ภาชนะต้องผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีที่เหมาะสม โดยมีวิธีการฆ่าเชื้อหลายวิธี เช่น การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน สารเคมี หรือรังสี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของภาชนะบรรจุ

3. การบรรจุนั้นกระทำในสภาวะที่ปลอดเชื้อจนกว่าภาชนะนั้นจะบรรจุและปิดผนึกจนเสร็จสมบูรณ์ โดยบรรยากาศต้องอยู่ในสภาพปลอดเชื้อ ซึ่งการทำสภาพปลอดเชื้อมี 2 วิธี คือ การใช้อากาศร้อน หรือการใช้รังสียูวี

#### 2.10.1 สมบัติของภาชนะบรรจุที่เหมาะสมสำหรับการบรรจุแบบปลอดเชื้อ

วัสดุที่ใช้ในการบรรจุแบบปลอดเชื้อมีหลากหลายทุกชนิด เช่น กระดาษ แก้ว พลาสติก อะลูมิเนียม รวมทั้งวัสดุลามิเนต ภาชนะบรรจุมีหน้าที่ปกป้องอาหารให้มีความปลอดภัย และช่วยยืดอายุการเก็บรักษา การเลือกใช้วัสดุเหมาะสมกับการบรรจุแบบปลอดเชื้อ มีดังนี้คือ

1. วัสดุสมบัติป้องกันการซึมผ่านก๊าซออกซิเจนและไอน้ำได้ดีมาก

2. วัสดุที่ใช้จะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับอาหารหรือผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะการบรรจุแบบปลอดเชื้อ เช่น การเปลี่ยนแปลงสีหรือกลิ่นของอาหาร และภาชนะบรรจุต้องไม่เกิดการเสีรูบ มีการคงสภาพทางกายภาพในระหว่างการบรรจุ เพราะถ้าเลือกวัสดุหรือภาชนะบรรจุที่ไม่เหมาะสม จะทำให้ภาชนะบรรจุไม่สามารถรักษาสภาพปลอดเชื้อได้

3. ภาชนะบรรจุมีสมบัติป้องกันความชื้น แสง และกลิ่น เพื่อช่วยรักษาคุณภาพของอาหาร เช่น ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน การเปลี่ยนสี เป็นต้น

4. ภาชนะบรรจุต้องมีความแข็งแรง เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นในระหว่างการขนส่ง เช่น การตกกระแทก เป็นต้น

#### 2.10.2 รูปแบบของภาชนะบรรจุสำหรับการบรรจุแบบปลอดเชื้อ

1. carton เป็นภาชนะบรรจุผลิตจากวัสดุหลายชั้น เช่น PE/Paper/Al โครงสร้างของวัสดุจะแตกต่างกันไปตามชนิดและอายุการเก็บรักษาของอาหาร นิยมขึ้นรูปในเครื่องบรรจุ ซึ่งวัสดุจะถูกส่งมาเป็นม้วนจากโรงงานผู้ผลิต รูปแบบที่เป็นที่รู้จักกันทั่วไป คือ Tetra Pak

2. กระป๋องโลหะ นิยมใช้เป็นกระป๋องแบบ Tinsplate หรือเป็นกระป๋องที่มาจากวัสดุคอมโพสิตของพลาสติก อะลูมิเนียมพอยซ์ และกระดาษ

3. ขวด ซึ่งสามารถทำมาจากพลาสติก PP, HDPE หรือแก้วก็ได้ แต่แก้วไม่เป็นที่นิยมแล้ว เพราะมีความแตกหักได้ง่ายในระหว่างกระบวนการ

4. ถุงพลาสติก (flexible pouches) ที่มีการลามิเนตร่วมกับ LDPE/EVOH นิยมใช้บรรจุเครื่องดื่มสำหรับอาหารนิยมนำมาบรรจุอาหารที่มีชิ้นเล็กๆ เช่น โจ๊ก ซุปข้น เป็นต้น

5. ถาดพลาสติก (thermoformed plastic containers) สามารถบรรจุได้ทั้งอาหารที่เป็นของเหลวและของผสม ส่วนใหญ่ทำมาจากพลาสติก PP แล้วลามิเนตกับพลาสติกอย่างอื่น เช่น EVOH (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.11 ปฏิกริยาออกซิเดชัน

การเกิดออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างออกซิเจน กับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว-อิสระหรือที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ ที่อยู่ในลิพิดหรืออาหารที่มีลิพิดทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ (deterioration) ปฏิกริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นเป็นไปอย่างต่อเนื่อง เมื่อลิพิดหรืออาหารสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ อัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชันจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ (free-radical chain reaction) ซึ่งมีกลไกการเกิดได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นเริ่มต้น (initiation) เป็นขั้นตอนการเกิดอนุมูลอิสระโดยเมื่อกรดไขมันไม่อิ่มตัวทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะได้อนุมูลอิสระ ดังสมการ 1 โดยมีการสูญเสียไฮโดรเจนอะตอมของคาร์บอนที่อยู่ติดกับคาร์บอนที่มีพันธะอยู่ ซึ่งขั้นตอนนี้จะถูกเร่งให้เร็วขึ้น โดยแสง ความร้อน และไอออนของโลหะหนักที่มีวาเลนซ์ตั้งแต่ 2 ขึ้นไป การเกิดอนุมูลอิสระในขั้นเริ่มต้นนี้ ยังเกิดจากไฮโดรเปอร์ออกไซด์ของลิพิดที่มีอยู่ในปริมาณน้อยมาก (trace quantity) และมีการแตกตัวให้ อนุมูลอิสระ ดังสมการ 2 และสมการ 3



(2) ขั้นเกิดปฏิกิริยาแบบทวีคูณ (propagation) ขั้นตอนนี้อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในขั้นตอนแรกจะทำให้เกิดอนุมูลอิสระ และไฮโดรเปอร์ออกไซด์ขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังสมการ 4 และสมการ 5 จึงทำให้มีการเพิ่มปริมาณไฮโดรเปอร์ออกไซด์อย่างรวดเร็วในขั้นตอนนี้



เปอร์ออกไซด์หรือไฮโดรเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้น เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นต้นที่ไม่มีกลิ่น หรือรสชาติ แต่จะแตกตัวต่อไปได้แอลดีไฮด์ คีโตน กรดอินทรีย์ และแอลกอฮอล์หลากหลายชนิด ผสมผสานกันทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์แก่อาหาร

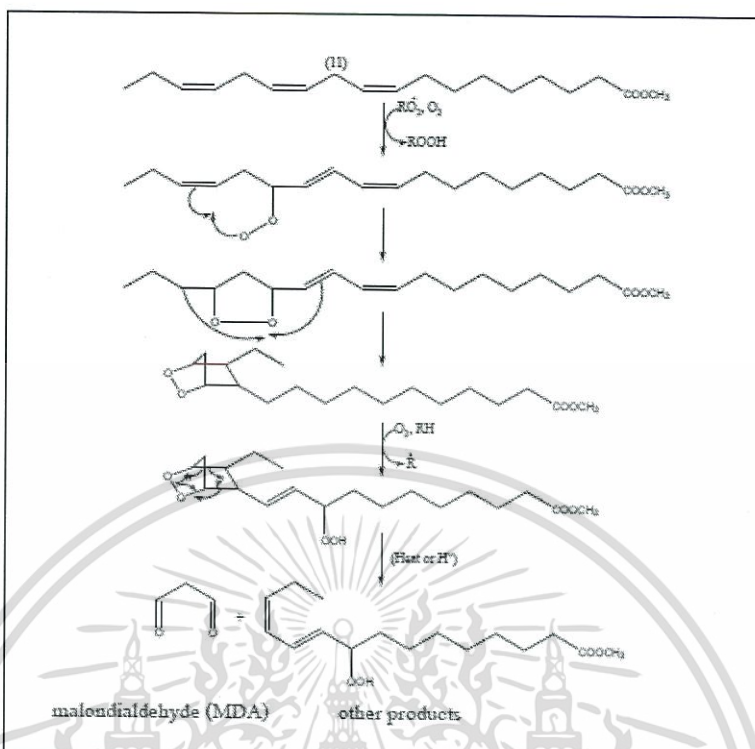
(3) ขั้นสิ้นสุดปฏิกิริยา (termination) เมื่อไม่มีกรดไขมันที่จะก่อให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องอีกอนุมูลอิสระที่เหลืออยู่จะจับกันเอง ดังสมการ 6, 7 และ 8 ทำให้การเกิดเปอร์ออกไซด์สิ้นสุดลง (นิธิยา, 2549)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

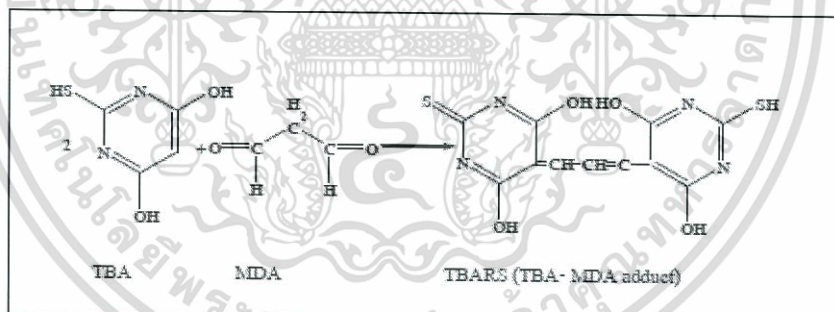
ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยเฉพาะการเกิดออกซิเดชันของไขมันจะทำให้เกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ (คงวุฒิ, 2549) จึงมีการตรวจสอบการเหม็นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น การวิเคราะห์ปริมาณการเกิดมาลอนไดแอลดีไฮด์ โดยวิธี 2-thiobarbituric acid (TBA) เป็นวิธีวิเคราะห์โดยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรี ในการตรวจวัดสารที่เกิดขึ้น จากการแตกตัวเปอร์ออกไซด์ โดยเน้นแอลดีไฮด์ที่ได้จากกรดไขมัน ที่มีคาร์บอนไม่อิ่มตัวมากกว่า 2 ตำแหน่ง คือมาลอนไดแอลดีไฮด์ (MDA) เป็นหลัก ปฏิกิริยาการเกิดมาลอนไดแอลดีไฮด์ แสดงดังรูป 2.3 เป็นการตรวจวัดสารมีสีชมพูถึงแดงที่เกิดขึ้น จากปฏิกิริยาระหว่างมาลอนไดแอลดีไฮด์จำนวน 1 M กับ 2-thiobarbituric acid (TBA) จำนวน 2 M แสดงดังรูป 2.4 โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารที่เกิดขึ้นที่ 532 nm และสามารถทำได้หลายวิธี คือ วิธีที่ 1 เป็นการทำให้ปฏิกิริยาระหว่าง TBA กับแอลดีไฮด์ที่ได้จากอาหารโดยใช้กรดไตรคลอโรอะซิติก หรือกรดอโทฟอสฟอริกเป็นสารสกัด วิธีที่ 2 เป็นการทำให้ปฏิกิริยาระหว่างแอลดีไฮด์ที่ได้จากส่วนหนึ่งของสารที่สกัดจากตัวอย่าง โดยการกลั่นด้วยน้ำภายใต้สภาวะที่เป็นกรดกับ TBA วิธีที่ 3 เป็นวิธีวิเคราะห์โดยใช้ไขมันหรือน้ำมันที่สกัดได้จากตัวอย่างอาหาร สำหรับการเตรียมสารละลาย TBA ในอดีตเตรียมในกรดน้ำส้มเข้มข้น (glacial acetic acid) แต่ปัจจุบันใช้วิธีละลายในน้ำ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ในอดีตเรียกว่า Thiobarbituric acid number (TBA) โดยระบุเป็นจำนวนมิลลิกรัมของมาลอนไดแอลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมของตัวอย่าง หรือต่อ 1 กรัมของน้ำมันหรือไขมัน แต่เนื่องจากแอลดีไฮด์ที่เกิดขึ้น และสกัดได้ไม่ใช่เฉพาะมาลอนไดแอลดีไฮด์ชนิดเดียว ยังมีแอลดีไฮด์ชนิดอื่นที่ทำปฏิกิริยากับ TBA แล้วให้สีเช่นเดียวกับมาลอนไดแอลดีไฮด์ ปัจจุบันจึงระบุเป็นค่า TBARS และมีหน่วยเทียบเท่ากับมิลลิกรัมของมาลอนไดแอลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง แต่ละวิธีอาจตรวจสอบได้ค่า TBA ที่แตกต่างกัน รวมทั้งอาจจะมีสารอื่นที่ไม่เกี่ยวกับปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิดเกิดปฏิกิริยา เช่นเดียวกันจึงควรวิเคราะห์ และทำกราฟมาตรฐาน และหาร้อยละของการกลับคืน (%recovery) ควบคู่ไปกับการวิเคราะห์ด้วย (ปราณี, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 การเกิดมาลอนไดแอลดีไฮด์

ที่มา : ปราณี (2550)



ภาพที่ 2.4 การเกิดปฏิกิริยาระหว่างมาลอนไดแอลดีไฮด์กับ TBA

ที่มา : โอภา (2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.12 การใช้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้ออาหาร

การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหารเป็นวิธีหนึ่งในการถนอมอาหารให้เก็บไว้ได้นานโดยความร้อนไปทำลายจุลินทรีย์ในอาหาร ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและเป็นสาเหตุให้อาหารเน่าเสีย ในขั้นตอนการผลิตจะทำการบรรจุอาหารในภาชนะปิดสนิทแล้วทำให้เกิดสุญญากาศระหว่างการปิดผนึกจากนั้นจึงนำไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมบรรจุภัณฑ์ที่ใช้จะทำหน้าที่ป้องกันอาหารจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ภายนอกทำให้เก็บรักษาไว้ได้นานและปลอดภัยแก่ผู้บริโภค

วิธีการในการผลิตอาหารในภาชนะปิดสนิทมี 2 วิธี ได้แก่ การผลิตแบบดั้งเดิมที่ใช้กันมานานแล้ว (conventional canning) และการผลิตและบรรจุแบบปลอดเชื้อ (Aseptic processing and packaging) สำหรับการผลิตแบบดั้งเดิมจะบรรจุอาหารในภาชนะบรรจุแล้วทำการปิดผนึกแน่น (Hermetic sealing) จากนั้นใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อทั้งอาหารและภาชนะบรรจุไปพร้อมกัน ในกรณีของการผลิตและบรรจุแบบปลอดเชื้อจะทำการฆ่าเชื้ออาหารและภาชนะบรรจุแยกกันแล้วนำอาหารที่ฆ่าเชื้อแล้วมาบรรจุลงในภาชนะบรรจุที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้วทำการปิดผนึกภายใต้สภาวะปลอดเชื้อ ทั้งสองวิธีนี้สามารถใช้ได้กับทั้งอาหารปรับกรดและอาหารที่เป็นกรดต่ำ

การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้ออาหารแบ่งได้เป็น 2 วิธี แต่ละวิธีมีวัตถุประสงค์เฉพาะระดับความร้อนที่ใช้จึงขึ้นกับวัตถุประสงค์เหล่านั้น ดังนี้

1 การพาสเจอร์ไรซ์ (Pasteurization) เป็นการใช้ความร้อนในระดับที่ไม่สูงมาก (Mild heat) อุณหภูมิที่ใช้นั้นจะน้อยกว่า 100 องศาเซลเซียส วัตถุประสงค์ของการพาสเจอร์ไรซ์สามารถแบ่งออกตามค่า pH ของอาหารเป็น (1) อาหารที่มีค่า pH มากกว่า 4.6 และ (2) อาหารที่มีค่า pH น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.6

1.1 อาหารที่มีค่า pH มากกว่า 4.6 การพาสเจอร์ไรซ์เพื่อฆ่าจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย (Pathogen) ต่อผู้บริโภค จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียบางส่วนอาจเหลือรอดจากการพาสเจอร์ไรซ์ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้การถนอมอาหารแบบอื่นควบคู่ไปด้วยเพื่อป้องกันการเน่าเสีย นั่นคือ ทำให้อยู่ภายใต้สภาวะที่การเจริญของจุลินทรีย์ที่เหลืออยู่เป็นไปได้น้อยที่สุด การถนอมอาหารที่ใช้ควบคู่ไปกับการพาสเจอร์ไรซ์ ได้แก่ การใช้ความเย็น (Refrigeration) การลดค่าออกซิเจนแอคทีวิตี เพื่อทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น การเติมน้ำตาล การเติมเกลือ เป็นต้น การปรับกรด (Acidification) เช่น การใช้กรดเพื่อปรับค่า pH ของหน่อไม้ การหมัก (Fermentation) โดยใช้จุลินทรีย์เพื่อเปลี่ยนองค์ประกอบในอาหาร เช่น เปลี่ยนแลคโตส (Lactose) หรือน้ำตาลนมไปเป็นกรดแลคติก (Lactic acid) ซึ่งทำให้อาหารคงตัวมากขึ้น

การพาสเจอร์ไรซ์ อาจทำได้ดังนี้

- ใช้อุณหภูมิสูงเวลาสั้น (High temperature short time: HTST) ตัวอย่าง เช่น การพาสเจอร์ไรซ์นมที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที

- ใช้อุณหภูมิต่ำเวลานาน (Low temperature long time: LTLT) ตัวอย่าง เช่น การพาสเจอร์ไรซ์นมที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบทางด้านคุณภาพ โดยทั่วไปพบว่าการใช้ HTST ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีกว่า LTLT

1.2 อาหารที่มีค่า pH น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.6 การพาสเจอร์ไรซ์อาหารในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่แล้วทำเพื่อทำลายเซลล์ปกติ (Vegetative cell) เนื่องจากเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะต่อการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคและต่อการงอกของสปอร์ ในกรณีของน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูง เช่น มะนาว การพาสเจอร์ไรซ์เพื่อทำลายยีสต์หรือรา ส่วนพวกเครื่องดื่มที่ได้จากการหมัก เช่น ไวน์ หรือเบียร์ การพาสเจอร์ไรซ์เพื่อทำลายพวกยีสต์แบบกล่อม (Wild yeast)

สำหรับกระบวนการฆ่าเชื้อที่ขึ้นกับจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจน ค่า pH ของอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก สปอร์ที่มีความทนทานต่อความร้อนสูงอาจเหลือรอดจากกระบวนการฆ่าเชื้อได้ แต่เนื่องจากอาหารมีค่า pH ต่ำสปอร์เหล่านี้จึงไม่สามารถเจริญ และทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพหรือทำให้เกิดการเน่าเสียขึ้นที่ค่า pH 4.6 เป็นค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำกว่าเล็กน้อยจากค่า pH ต่ำสุด (pH 4.8) ที่เชื้อคลอสทริเดียม โบทูลินัม (*Clostridium botulinum*) สามารถเจริญและสร้างสารพิษขึ้นได้จึงต้องมีการระมัดระวังเป็นพิเศษ

2 การสเตอริไลซ์ (Sterilization) เป็นการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียสมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำลายสปอร์ของแบคทีเรียซึ่งมีความทนทานต่อความร้อนมากกว่าเซลล์ปกติ (Vegetative cell) ของมันมาก จุดมุ่งหมายหลักของการสเตอริไลซ์อาหาร คือ การทำให้จุลินทรีย์และสปอร์ของมันไม่สามารถเจริญเติบโตได้ภายใต้สภาวะปกติที่ใช้ในการเก็บรักษา หมายความว่าอาจมีจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเหลือรอดอยู่บ้างในอาหาร (พวกที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคต้องถูกทำลายหมด) แต่สภาวะแวดล้อมทำให้มันไม่สามารถเจริญขึ้นได้ เรียกการให้ความร้อนกับอาหารโดยใช้หลักการนี้ว่า “การฆ่าเชื้อแบบเชิงการค้า” (Commercial sterilization) โดยทั่วไปอาหารที่อยู่ในสภาพปลอดเชื้อแบบเชิงการค้าจะอยู่ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (Hermetically sealed containers) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนขึ้นอีกหลังการฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ตามหลักการผลิตอาหารในภาชนะปิดสนิทจะต้องทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีปริมาณออกซิเจนเหลืออยู่ในระดับต่ำมาก ดังนั้นจุลินทรีย์ที่ต้องใช้ออกซิเจน (Obligate aerobes) จึงไม่สามารถเจริญ และทำให้อาหารเน่าเสีย หรือเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค นอกจากนี้สปอร์ของแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนมีความทนทานต่อความร้อนน้อยกว่าสปอร์ของพวกที่ไม่ต้องการออกซิเจน (Facultative หรือ obligate anaerobes) สำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำสภาพที่ไม่มีอากาศในกระป๋องจึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการเจริญและสร้างสารพิษของ *Clostridium botulinum* ดังนั้นการทำลายสปอร์ของแบคทีเรียนี้จึงเป็นเป้าหมายหลักของการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหารประเภทนี้ แบคทีเรียตัวนี้มีหลายสายพันธุ์ที่สามารถสร้างสารพิษได้ แต่สปอร์ที่ทนทานต่อความร้อนได้มากที่สุดเป็นชนิด A และ B สารพิษที่สร้างขึ้นเป็นอันตรายมาก (เพียง 10–6 กรัม ก็สามารถฆ่าคนได้) แต่สามารถทำลายได้โดยใช้ความร้อนขึ้นที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที (ทิพาพร, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การใช้กลีเซอรอลในผลิตภัณฑ์ขนมในงานวิจัยของจิรววัฒน์ และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีขนมโมจิโดยแทนที่น้ำตาลซูโครสในไส้เผือกหวาน ด้วยสารฮิวเมกแทนท์ 3 ชนิด ได้แก่ กลีเซอรอล ซอร์บิทอล และกลูโคส ร้อยละ 20, 30, 50, 70 และ 80 พบว่า กลีเซอรอลลดระดับ  $a_w$  ได้สูงสุด รองลงมาคือซอร์บิทอลและกลูโคส เมื่อระดับการแทนที่น้ำตาลซูโครสด้วยกลีเซอรอลร้อยละ 20, 50 และ 80 จะให้ค่า  $a_w$  ลดลงจากเดิม 0.91 เป็น 0.76, 0.67 และ 0.63 ตามลำดับ ขณะที่ซอร์บิทอลที่ระดับการแทนที่น้ำตาลซูโครสร้อยละ 50 และ 70 สามารถลดค่า  $a_w$  เป็น 0.81 และ 0.83 ตามลำดับ ส่วนกลูโคสมีประสิทธิภาพดีเมื่อใช้ระดับร้อยละ 80 สามารถลดค่า  $a_w$  เป็น 0.87 ไส้เผือกหวานที่ใช้กลีเซอรอลทดแทนซูโครสร้อยละ 20 มีต้นทุนต่ำที่สุดและมีผลทางประสาทสัมผัสดีที่สุด เมื่อนำมาบรรจุในฟิล์มพลาสติก OPP/PE เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) นาน 14 วัน พบว่าขนมโมจิสูตรปกติมีอัตราการเคลื่อนย้ายความชื้นจากไส้มายังแป้งเร็วกว่าสูตรลด  $a_w$  เนื่องจากระดับ  $a_w$  ที่แตกต่างของสององค์ประกอบซึ่งเข้าสู่จุดสมดุลที่  $a_w$  เท่ากับ 0.84 ในวันที่ 3 และ 0.80 ในวันที่ 4 การเคลื่อนย้ายความชื้นมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บของขนมในช่วงแรกพบจำนวนจุลินทรีย์ค่อนข้างน้อยและมีการเพิ่มขึ้นหลังจากวันที่ 4 ของขนมทั้งสองสูตร ขนมโมจิที่มีการลด  $a_w$  ในไส้เผือกหวานพบอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราลดลงเท่ากับร้อยละ 55.36 และ 54.81 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรปกตินอกจากนี้ยังพบว่ากลีเซอรอลช่วยให้เนื้อสัมผัสขนมนุ่มกว่าสูตรปกติ โดยไม่มีผลต่อกลิ่นสี และรสชาติ

สุธาทิพย์ และคณะ (2548) พบว่าการยืดอายุการเก็บของทุเรียนหวานโดยการแทนที่น้ำตาลซูโครสในทุเรียนหวานด้วยสารฮิวเมกแทนท์ 3 ชนิด ได้แก่ กลีเซอรอล ซอร์บิทอล และกลูโคส ร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำตาลทราย เพื่อลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีและป้องกันการเจริญของเชื้อรา พบว่ากลีเซอรอลมีประสิทธิภาพในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ซอร์บิทอลและกลูโคส เมื่อแทนที่น้ำตาลซูโครสด้วยกลีเซอรอลร้อยละ 50 จะส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของทุเรียนหวานสูตรควบคุมลดลงจากเดิม 0.86 เป็น 0.66 ในขณะที่ซอร์บิทอลและกลูโคสที่ระดับการแทนที่น้ำตาลซูโครสร้อยละ 50 จะสามารถลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีจากเดิม 0.86 เป็น 0.77 และ 0.78 ตามลำดับ โดยที่ปริมาณความชื้นของทุเรียนหวานไม่มีการเปลี่ยนแปลง และในขั้นตอนการศึกษาอายุการเก็บรักษาทุเรียนหวานสูตรปกติและทุเรียนหวานสูตรลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีในบรรจุภัณฑ์พลาสติกแตกต่างกัน 3 ชนิด ด้วยการบรรจุแบบสุญญากาศโดยวิธีเร่ง (accelerated shelf life testing; ASLT) และทำนายอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) โดยใช้เทคนิค Q10 พบว่า ทุเรียนหวานสูตรปกติและทุเรียนหวานสูตรลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีจะสามารถยืดอายุเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารป้องกันเชื้อรา ในบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิด K-Nylon/LLDPE ได้เป็นเวลานาน 74 วัน (2.5 เดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

## 3.1 วัสดุดิบและสารเคมี

## 3.1.1 วัสดุดิบ

แป้งข้าวเหนียว

แป้งสาลี

กะทิอบควันเทียนดอกไม้หอม ตราร้อยดี

น้ำตาลทรายขาว ตราวังขนาย

แป้งข้าวเหนียวดำ ตราบัวลอย

เนื้อมะพร้าวทึนทึกชุด

น้ำเปล่า

## 3.1.2 สารเคมี

Glycerine, Food Grade, Thailand

Potassium Sorbate, Food Grade, China

Plate Count Agar, BD, U.S.A

Potato Dextrose Agar, BD, U.S.A

Hydrochloric acid, RCI labscan, U.S.A

Thiobarbituric acid, Merck, Germany

Malonaldehyde bis (dimethyl acetal), Sigma, Germany

Tartaric acid ,RCI labscan, U.S.A

148873

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 อุปกรณ์

เครื่องชั่งน้ำหนัก : Mettler Toledo, PB3002-L , Switzerland

เครื่อง autoclave: Tomy, SS-325, Japan

ตู้อบไฟฟ้า ( Hot air oven ) : Binder, U.S.A.

เครื่องวัดสี (chroma meter) : Minolta CR-300

เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ: Aqua Lab, 3TE, U.S.A

เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer): Thermo scientific,U.S.A

เตาอบไฟฟ้า: House worth

ถุงรีทอร์ทเพาซ์ ขนาด 20x30 เซนติเมตร ความหนา 125 ไมครอน

ถุงอะลูมิเนียม ขนาด 18x20 เซนติเมตร ความหนา 120 ไมครอน

ถาดอะลูมิเนียม ขนาด 25x25x5 เซนติเมตร

กระทะเทฟลอน: Seagull



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

#### 3.3.1 การผลิตขนมบ้าบิ่น

##### 3.3.1.1 ส่วนผสมผลิตภัณฑ์ขนมบ้าบิ่น

การผลิตขนมบ้าบิ่น โดยผลิตจากสูตรของร้านขนมบ้าบิ่นโฮโซ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีส่วนผสมดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของขนมบ้าบิ่น

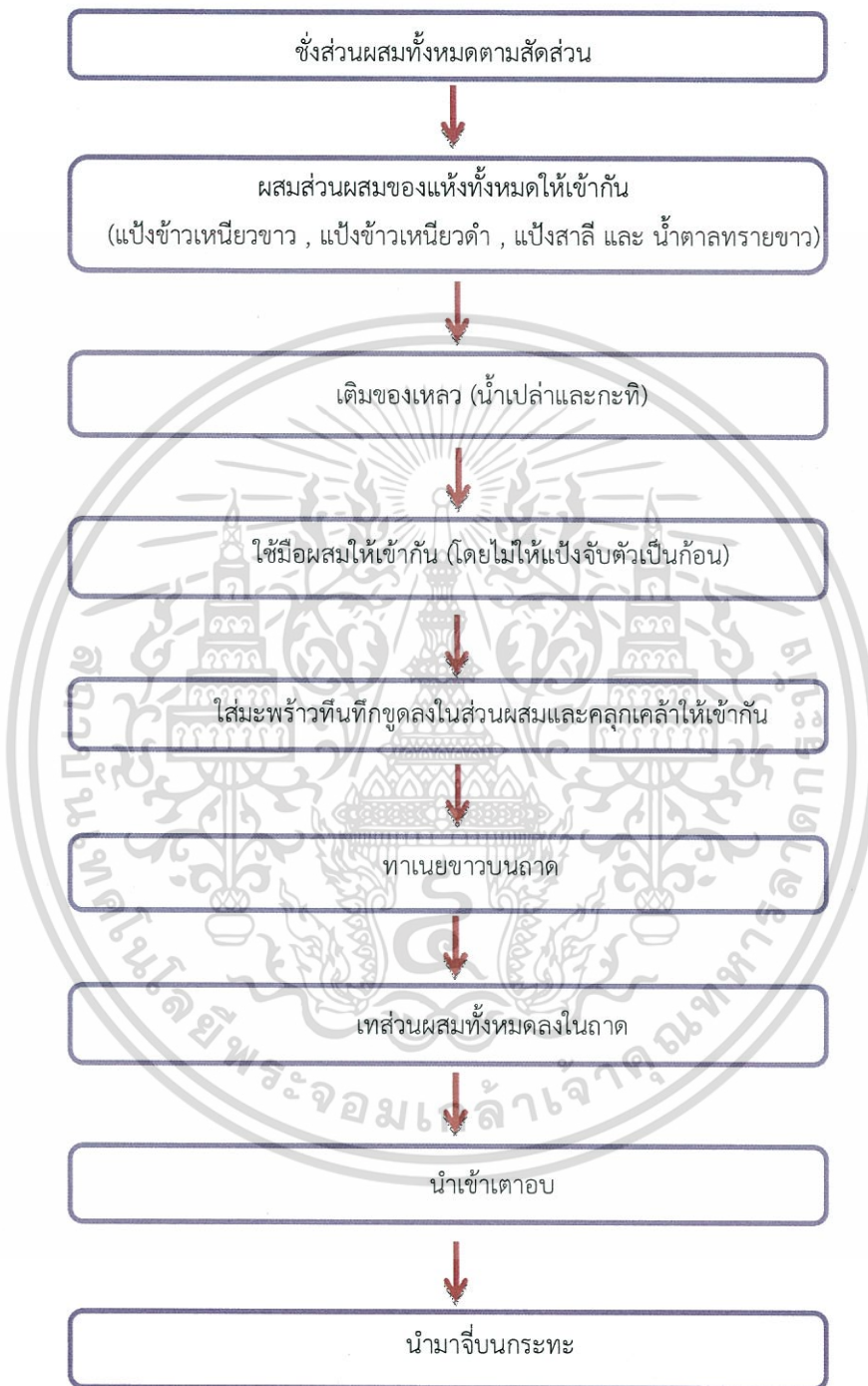
ส่วนผสม	ร้อยละ
แป้งข้าวเหนียวขาว	14.93
แป้งข้าวเหนียวดำ	2.98
แป้งสาลี	7.46
กะทิอบควันเทียนดอกไม้หอมตราอร่อยดี	14.93
มะพร้าวทึนทึกขูด	29.85
น้ำตาลทรายขาว	14.93
น้ำเปล่า	14.93
รวม	100

ที่มา: ศุกลภัทร (2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.1.2. ขั้นตอนผลิตภัณฑ์ขนมบัวป็น

ขั้นตอนการผลิตขนมบัวป็น โดยใช้ขั้นตอนดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตขนมบัวป็น

ที่มา: ดัดแปลงจากศุภลักษณ์ (2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบขนมปัง

การศึกษาสภาวะของการอบขนมปังที่เหมาะสมโดยการศึกษารอบอุณหภูมิ 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 25 นาที โดยนำส่วนผสมที่ผสมแล้ว 500 กรัม นำมาใส่ถาดอะลูมิเนียม (25x25x5 เซนติเมตร) โดยส่วนผสมจะมีความหนา 1 เซนติเมตร จากนั้นทำการกลับด้านของขนมเมื่ออบนาน 12.30 นาที และนำขนมปังที่ได้มาทำการวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

1. วัด pH ด้วยเครื่อง pH meter
2. วัดค่าสี ด้วยเครื่อง chroma meter (Minolta CR-300)
3. วิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยใช้วิธีอบในตู้อบไฟฟ้า (AOAC., 2000)
4. วิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ( $a_w$ ) ด้วยเครื่องวัด Aqua Lab, รุ่น 3TE
5. ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบ

โดยรวม โดยใช้การให้คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale

ข้อ 1-4 ใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และข้อ 5 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตขนมปัง

### 3.3.3 การศึกษาเวลาที่ใช้ในการจี่ขนมปัง

นำขนมปังที่ได้สภาวะที่เหมาะสมในการอบขนมปังจากข้อ 3.3.2. มาทำการศึกษาเวลาที่ใช้ในการจี่ขนมปังเพื่อให้เกิดสีที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการจี่ขนมปังต่อหนึ่งด้าน เป็นระยะเวลา 0.5, 1 และ 1.5 นาที จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้าน

1. วิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ( $a_w$ ) ด้วยเครื่องวัด Aqua Lab, รุ่น 3TE
2. ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบ

โดยรวม

โดยข้อ 1 ใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และข้อ 2 ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อเลือกเวลาที่เหมาะสมในการผลิตขนมปัง

### 3.3.4 การศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาขนมปังโดยการใช้วัตถุเจือปนอาหาร

#### 3.3.4.1 การศึกษาปริมาณกลีเซอรอลที่เหมาะสมในการลด $a_w$ ในขนมปัง

ศึกษาปริมาณการใช้กลีเซอรอลที่เหมาะสมในขนมปัง โดยแทนที่ปริมาณน้ำตาลทรายด้วยกลีเซอรอลร้อยละ ดังนี้ 20, 25 และ 30 จากนั้นทำการอบและจี่ในสภาวะที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.2 และ 3.3.3 และบรรจุขนมปังน้ำหนัก 85 กรัม ในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $30 \pm 2$  องศาเซลเซียส) และทำการวิเคราะห์ทุก ๆ 7 วัน นาน 30 วัน ในด้านต่างๆ ต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ( $a_w$ ) ด้วยเครื่องวัด Aqua Lab, รุ่น 3TE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)

3. ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้การให้คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale

ข้อ 1 และ 3 ใช้แผนการทดลองและการวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 3.3.3

3.3.4.2 การศึกษาปริมาณการใช้โพแทสเซียมซอร์เบต

ศึกษาปริมาณการใช้โพแทสเซียมซอร์เบตที่เหมาะสมในขนมบ้ำบิ้น โดยใช้ปริมาณแตกต่างกัน ดังนี้ 450, 550 และ 650 ppm จากนั้นทำการอบและจี่ในสภาวะที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.2 และ 3.3.3 แล้วบรรจุขนมบ้ำบิ้น 100 กรัม ในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $30\pm 2$  องศาเซลเซียส) และทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 3.3.4.1

3.3.5 การศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ้ำบิ้นโดยการใช้การสเตอริไลซ์

นำขนมบ้ำบิ้นที่ผลิตตามขั้นตอนการผลิตดังภาพที่ 3.1 โดยใช้อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบจากข้อ 3.3.2 และระยะเวลาในการจี่จากข้อ 3.3.3 มาบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์แล้วฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จากนั้นนำขนมบ้ำบิ้นที่ผ่านการให้ความร้อนมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง ( $30\pm 2$  องศาเซลเซียส) และทำการวิเคราะห์ทุก 2 สัปดาห์ นาน 8 สัปดาห์ โดยทำการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ค่า Thiobarbituric acid-reactive substance (TBARS) (Buege and Aust, 1978)

2. วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)

3. วิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2000)

4. ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยใช้การให้คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale

โดย ข้อ 1 ใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ส่วนข้อ 5 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และข้อมูลที่ได้จากข้อ 2 และ 3

3.3.6 การศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ้ำบิ้นโดยการใช้เซอร์เดิลเทคโนโลยี

การศึกษาผลของการใช้ความร้อนร่วมกับวัตถุเจือปนอาหารและบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์โดยใช้ปริมาณ กลีเซอรอลและโพแทสเซียมซอร์เบตในปริมาณที่ยอมรับจากข้อ 3.3.4.2 และ 3.3.4.1 ตามลำดับและใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสด้วยเวลาดังนี้ 5, 10, 15 นาทีด้วยขั้นตอนการผลิตดังภาพที่ 3.1 โดยใช้อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบจากข้อ 3.3.2 และระยะเวลาในการจี่จากข้อ 3.3.3 จากนั้นนำขนมบ้ำบิ้นที่ผ่านการให้ความร้อนมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง ( $30\pm 2$  องศาเซลเซียส) และทำการวิเคราะห์ทุก 1 สัปดาห์เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยทำการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)

2. วิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2000)

3. ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยใช้การให้คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย ข้อ 1 และ 2 วิเคราะห์ผลโดยคำนวณ CFU/g ส่วนข้อ 3 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 4.1 ผลของสภาวะที่เหมาะสมในการอบขนมบ้าบิ่น

ปรับปรุงกระบวนการผลิตจากแบบพื้นฐานให้เป็นอุตสาหกรรมมากขึ้นโดยศึกษาการใช้เตาอบ โดยใช้ อุณหภูมิที่ต่างกัน 3 ระดับคือ 160, 170 และ 180 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 25 นาที จะทำการกลับด้าน ขนมเมื่อเวลาอบนาน 12.30 นาที จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าสี ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ความเป็นกรดต่าง และการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.1-4.2

ตารางที่ 4.1 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อค่าสี ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระและความเป็นกรดต่าง

อุณหภูมิในการ อบ (องศาเซลเซียส)	ค่าสี			ความชื้น(%)	ปริมาณน้ำ อิสระ( $a_w$ )	ความเป็น กรด-ต่าง (pH) <sup>ns</sup>
	$L^{*ns}$	$a^{*ns}$	$b^{*ns}$			
160	35.58±1.93	3.60±0.14	5.88±0.12	28.71±0.95 <sup>a</sup>	0.94±0.01 <sup>a</sup>	6.21±0.03
170	36.51±5.23	4.44±0.35	6.14±0.53	28.58±0.13 <sup>a</sup>	0.91±0.01 <sup>b</sup>	6.21±0.02
180	35.83±0.76	4.41±0.70	6.24±0.24	26.37±0.07 <sup>b</sup>	0.89±0.01 <sup>b</sup>	6.22±0.04

หมายเหตุ <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ )

<sup>a-b</sup> อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ )

จากตารางที่ 4.1 พบว่า อุณหภูมิในการอบที่ต่างกันไม่มีผลต่อค่าสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) เนื่องจากขนมบ้าบิ่นที่ทำการศึกษานั้นมีส่วนผสมของข้าวเหนียวดำที่มีสีเข้มและในการอบใช้อุณหภูมิที่ไม่แตกต่างกันมาก ทำให้อุณหภูมิการอบที่ต่างกัน ไม่มีผลทำให้ค่าสีของขนมที่ได้แตกต่างกัน ซึ่งการเกิดสีในขนมอบมักเป็นผลเนื่องมาจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดระหว่างหมู่คาร์บอนิลและหมู่อะมิโนเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ (ศิวาพร, 2546) ทั้งนี้การที่สีไม่แตกต่างกันอาจเป็นผลมาจากอุณหภูมิการอบที่การศึกษายังไม่ต่างกันมากที่จนทำให้เกิดสีที่ต่างกัน

ความชื้นและค่าปริมาณน้ำอิสระของขนมบ้าบิ่นที่ใช้อุณหภูมิการอบต่างกัน พบว่า ความชื้นและค่าปริมาณน้ำอิสระมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ ) ซึ่งเมื่ออุณหภูมิที่สูงมากขึ้นมีโอกาสกำจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำได้มาก และส่งผลต่อปริมาณความชื้นสมดุลของผลิตภัณฑ์นั้นทำให้ค่า  $a_w$  ลดลง (วิชมณีและคณะ, 2557)

ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของขนมบ้าบิ่นเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบต่างกัน พบว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) เนื่องจากในการศึกษาใช้สูตรขนมบ้าบิ่นเหมือนกันทุกอุณหภูมิที่ใช้อบ จากนั้นนำตัวอย่างขนมบ้าบิ่นที่อบด้วยอุณหภูมิต่างกันมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลของอุณหภูมิการอบที่มีต่อคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของขนมบ้าบิ่น

อุณหภูมิ ในการอบ (องศา เซลเซียส)	ลักษณะ ปรากฏ <sup>ns</sup>	คุณลักษณะ					ความชอบ โดยรวม <sup>ns</sup>
		สี <sup>ns</sup>	กลิ่น	ความ หวาน <sup>ns</sup>	ความมัน <sup>ns</sup>	เนื้อสัมผัส <sup>ns</sup>	
160	6.77±0.73	6.63±0.73	7.13±1.00 <sup>a</sup>	6.30±1.49	6.43±1.49	6.63±1.22	6.90±1.03
170	6.70±0.84	6.60±1.25	6.20±1.32 <sup>b</sup>	6.57±1.45	6.37±1.19	6.40±1.75	6.50±1.53
180	6.63±0.55	6.47±1.31	6.43±1.25 <sup>b</sup>	6.27±1.44	6.13±1.17	6.07±1.17	6.30±1.44

หมายเหตุ<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

<sup>a-b</sup> อักษรที่ต่างกันแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมบ้าบิ่นเมื่อใช้อุณหภูมิการอบที่ต่างกัน 3 ระดับ (ตารางที่ 4.2) พบว่า ลักษณะปรากฏ สี ความหวาน ความมัน เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) แต่ส่งผลต่อกลิ่น เมื่ออุณหภูมิการอบเพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดของขนมอ่อนลง จึงเลือกอุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ในการอบขนมบ้าบิ่น เนื่องจากมีความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ ( $a_w$ ) ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาและมีคะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากอุณหภูมิอื่นที่ใช้ในการอบ อย่างไรก็ตามลักษณะปรากฏของขนมบ้าบิ่นที่ใช้การอบนั้นยังมีลักษณะต่างออกไปจากแบบดั้งเดิมจึงทำการศึกษาการปรับปรุงลักษณะปรากฏด้วยวิธีการต่อไป

## 4.2 ผลของเวลาที่เหมาะสมในการจีขนมบ่าบิ่น

ขนมบ่าบิ่นที่อบในอุณหภูมิที่เหมาะสมจากข้อ 4.1 นำมาปรับปรุงลักษณะปรากฏโดยทำให้เกิดสีที่ผิวหน้าขนมบ่าบิ่นตามขั้นตอนในข้อที่ 3.3.3 ด้วยอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 60 และ 90 วินาที จากนั้นนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ ค่าสี ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 4.3 ถึง 4.4

ตารางที่ 4.3 ผลของเวลาที่มีต่อค่าสี ความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของขนมบ่าบิ่นที่ผ่านการจี

เวลาการจี (วินาที)	ค่าสี			ความชื้น(%)	ปริมาณน้ำอิสระ (a <sub>w</sub> )
	L*	a*	b*		
30	47.88±0.17 <sup>a</sup>	3.69±0.51 <sup>a</sup>	8.97±1.56 <sup>a</sup>	24.63±1.39 <sup>a</sup>	0.94±0.00 <sup>a</sup>
60	40.18±1.10 <sup>b</sup>	5.60±0.27 <sup>b</sup>	12.95±0.30 <sup>b</sup>	21.70±0.63 <sup>b</sup>	0.91±0.00 <sup>b</sup>
90	36.08±1.69 <sup>c</sup>	6.68±0.17 <sup>c</sup>	13.67±1.30 <sup>b</sup>	20.71±0.39 <sup>b</sup>	0.90±0.00 <sup>c</sup>

หมายเหตุ <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > 0.05)

<sup>a-c</sup> อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05)

จากผลการวิเคราะห์ค่าสี ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ของขนมบ่าบิ่นที่ผ่านการจี(ตารางที่4.4) ในด้านสีพบว่า ขนมบ่าบิ่นที่ใช้เวลาในการจีต่างกันมีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ โดยความสว่าง (L\*) ลดลง ในขณะที่ค่าสีแดง (a\*) ค่าสีเหลือง (b\*) เพิ่มขึ้น เมื่อเวลาที่มากขึ้นเนื่องจากขนมบ่าบิ่นมีส่วนประกอบของโปรตีน และน้ำตาล จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (browning)

ความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของขนมบ่าบิ่นที่ใช้เวลาการจีต่างกันมีแนวโน้มลดลง โดยเมื่อใช้เวลาการจีเพิ่มขึ้น จากผลที่ได้สอดคล้องกับวิชมนิและคณะ (2557) ศึกษาผลของสภาวะการอบแห้งแบบอุณหภูมิสูงเวลาสั้นต่อคุณภาพของขนมอบกรอบพบว่าอุณหภูมิการอบแห้งเท่ากัน เมื่อเวลาการอบเพิ่มมากขึ้น ค่า a<sub>w</sub> ของขนมอบกรอบมีแนวโน้มลดลง และที่เวลาในการอบแห้งเท่ากัน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่า a<sub>w</sub> ของขนมอบกรอบมีแนวโน้มลดลงเช่นกัน

ตารางที่ 4.4 คะแนนทางด้านประสาทสัมผัสของขนมบัวป็นที่ผ่านการจี

เวลาการจี (วินาที)	คุณลักษณะ					
	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ <sup>ns</sup>	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
30	6.10±1.26 <sup>a</sup>	6.20±1.32 <sup>a</sup>	6.60±1.27 <sup>a</sup>	6.27±1.41	6.47±0.97 <sup>a</sup>	6.40±0.89 <sup>a</sup>
60	6.43±1.43 <sup>a</sup>	6.30±1.26 <sup>a</sup>	6.03±1.35 <sup>ab</sup>	6.17±1.34	6.37±0.72 <sup>a</sup>	6.53±1.07 <sup>a</sup>
90	5.40±1.42 <sup>b</sup>	5.27±1.48 <sup>b</sup>	5.87±1.47 <sup>b</sup>	5.77±1.50	5.83±1.36 <sup>b</sup>	5.77±1.38 <sup>b</sup>

หมายเหตุ <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ )

<sup>a-b</sup> อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ )

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของขนมบัวป็นที่จีในเวลาที่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 4.4 พบว่า ระยะเวลาการจีไม่มีผลต่อด้านรสชาติ แต่ทำให้ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p<0.05$ ) โดยจะเห็นว่าที่เวลาการจี 60 วินาทีนั้นได้คะแนนทางด้านสีมากที่สุด รวมถึงความชอบโดยรวมจึงทำการเลือกเวลาที่ 60 วินาที ในการทำให้เกิดสีของขนมบัวป็น

### 4.3. ผลการศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ้ำบิ้นโดยการใช้วัตถุเจือปนอาหาร

นำขนมบ้ำบิ้นที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เหมาะสมจากข้อ 4.1 และ 4.2 มาศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาของขนมบ้ำบิ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $30 \pm 2$  องศาเซลเซียส) โดยการใช้วัตถุเจือปนอาหารซึ่งได้แก่กลีเซอรอล และ โพแทสเซียมซอร์เบต ผสมลงในส่วนผสมในระดับที่แตกต่างกัน โดยแสดงผลในข้อ 4.3.1 และ 4.3.2 ตามลำดับ

#### 4.3.1. ผลการศึกษาปริมาณกลีเซอรอลที่เหมาะสมในการลดค่าปริมาณน้ำอิสระในขนมบ้ำบิ้น

ในหัวข้อการศึกษานี้ทำการศึกษการลดปริมาณน้ำอิสระของขนมบ้ำบิ้นโดยแทนที่น้ำตาลด้วยกลีเซอรอลร้อยละ 20, 25 และ 30 ในส่วนผสม โดยใช้กระบวนการผลิตในข้อ 4.1 และ 4.2 โดยวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระและทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสเพื่อหาปริมาณที่เป็นที่ยอมรับจึงนำไปผลิตขนมบ้ำบิ้นโดยบรรจุแบบสุญญากาศในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ โดยทำการตรวจผลทุก 7 วัน แสดงผลดังตารางที่ 4.5 ถึง 4.6

ตารางที่ 4.5 ผลของปริมาณกลีเซอรอลที่มีต่อปริมาณน้ำอิสระของขนมบ้ำบิ้น

ปริมาณกลีเซอรอลที่แทนที่น้ำตาล(ร้อยละ)	ปริมาณน้ำอิสระ( $a_w$ )
สูตรดั้งเดิม	$0.91 \pm 0.01^a$
20	$0.86 \pm 0.00^b$
25	$0.84 \pm 0.00^c$
30	$0.81 \pm 0.00^d$

หมายเหตุ <sup>a-c</sup> อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากข้อมูลตารางที่ 4.5 พบว่า ปริมาณน้ำอิสระของขนมบ้ำบิ้นจะลดลงตามปริมาณกลีเซอรอลที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) จากผลที่ได้นั้นสอดคล้องกับ จีรวัดน์และคณะ (2551) ศึกษาการลด water activity ผลิตภัณฑ์ขนมโมจิด้วยสารฮิวเมกเตนที่พบว่าประสิทธิภาพการลดระดับ  $a_w$  ของกลีเซอรอลกับซอร์บิทอลพบว่าใส่ฝือกกวนที่ใช้การทดแทนซูโครสด้วยกลีเซอรอลทุกระดับมีค่า  $a_w$  ต่ำกว่าการใช้ซอร์บิทอล โดยการใช้กลีเซอรอลร้อยละ 80 จะสามารถลดค่า  $a_w$  ได้มากที่สุดเท่ากับ 0.63 ทั้งนี้เนื่องจากกลีเซอรอลและซอร์บิทอลเป็นสารประกอบ Polyhydroxy alcohol มีหมู่ไฮดรอกซิลมากสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำในใส่ฝือกกวนได้มากแต่กลีเซอรอลมีขนาดโมเลกุลเล็กกว่าซอร์บิทอลซึ่งที่ระดับความเข้มข้นโดยน้ำหนักเท่ากันกลีเซอรอลมีหมู่ไฮดรอกซิลมากกว่าซอร์บิทอลจึงลดค่า  $a_w$  ได้ดีกว่าซอร์บิทอล (Chen, 1987 ; Carvain and Young, 2000) นอกจากนี้กลีเซอรอลเป็นของเหลวในขณะที่สารลด  $a_w$  ชนิดอื่นเป็นของแข็งดังนั้นการผสมกลีเซอรอลกับใส่ฝือกทำได้ทั่วถึงกว่าจึงมีประสิทธิภาพในการลด  $a_w$  ได้มากที่สุด (ปิยะนุช, 2545) ด้วยเหตุผลเดียวกันนั้นจึงทำให้ช่วยลดค่าปริมาณน้ำอิสระในขนมบ้ำบิ้นที่มีการแทนที่น้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซูโครสด้วยกลีเซอรอลได้ จากนั้นนำตัวอย่างขนมบ้าบิ่นที่มีปริมาณกลีเซอรอลที่แตกต่างกันมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลของปริมาณกลีเซอรอลที่มีต่อความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของขนมบ้าบิ่น

ปริมาณกลีเซอรอล ที่แทนที่น้ำตาล (ร้อยละ)	คุณลักษณะ					
	ลักษณะ ปรากฏ <sup>ns</sup>	สี <sup>ns</sup>	กลิ่น	ความหวาน	เนื้อสัมผัส <sup>ns</sup>	ความชอบ โดยรวม
สูตรดั้งเดิม	7.03±0.96	7.10±0.99	7.40±0.85 <sup>a</sup>	7.40±0.67 <sup>a</sup>	7.20±0.66	7.17±0.75 <sup>a</sup>
20	6.90±1.27	7.03±1.27	7.20±1.13 <sup>a</sup>	7.13±1.07 <sup>a</sup>	6.93±0.94	6.93±0.98 <sup>ab</sup>
25	7.17±0.91	7.23±1.04	6.40±1.38 <sup>b</sup>	6.17±1.46 <sup>b</sup>	7.03±1.03	6.70±1.12 <sup>ab</sup>
30	7.10±0.94	7.07±0.98	6.46±1.35 <sup>b</sup>	6.00±1.41 <sup>b</sup>	6.67±1.21	6.53±1.20 <sup>b</sup>

หมายเหตุ <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ )

<sup>a-b</sup> อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ )

ขนมบ้าบิ่นที่ใช้กลีเซอรอลทดแทนน้ำตาลซูโครสในระดับที่ต่างกันเมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.6) พบว่าปริมาณกลีเซอรอลที่ต่างกันทั้ง 3ระดับนั้นในด้าน ลักษณะปรากฏ สี และเนื้อสัมผัสแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) อย่างไรก็ตามด้านกลิ่นและความหวานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) เนื่องจากกลีเซอรอลเป็นสารประกอบไตรไฮดริคแอลกอฮอล์ มีความหวาน 0.6-0.7 เท่าของน้ำตาลซูโครส (จิรววัฒน์, 2551) ซึ่งทำให้ผู้ชิมรับรู้ได้ถึงความหวานที่ต่างกัน โดยปริมาณกลีเซอรอลสูงจะมีผลต่อกลิ่นและรสชาติของอาหาร (สุราทิพย์และคณะ, 2548) ดังนั้นจึงเลือกปริมาณกลีเซอรอลที่แทนที่น้ำตาลซูโครสร้อยละ 20 เนื่องจากมีคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากสูตรดั้งเดิมและนำไปทำการศึกษาอายุการเก็บต่อไป

จากการเก็บรักษาขนมบ้าบิ่นที่มีระดับปริมาณกลีเซอรอลทดแทนน้ำตาลซูโครสร้อยละ 20 นั้น โดยทำการบรรจุแบบสุญญากาศและใส่ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์เพื่อป้องกันแสงที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยสุ่มตรวจผลทุก 7 วัน พบว่า ขนมบ้าบิ่น มีการเสื่อมเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากขนมบ้าบิ่นนั้นยังมีปริมาณน้ำอิสระในปริมาณสูงถึง 0.86 ซึ่งจัดเป็นอาหารที่มีกรดต่ำถึงแม้ว่ามีการใช้กลีเซอรอลก็ตามแต่ในระดับนี้ก็ไม่เพียงพอที่จะช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นในระดับปริมาณกลีเซอรอลทดแทนน้ำตาลซูโครสร้อยละ 20 นั้นสามารถยืดอายุการเก็บขนมบ้าบิ่นได้ประมาณ 3 วัน

#### 4.3.2. ผลการศึกษาปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบตที่เหมาะสม

การศึกษาในหัวข้อนี้จะทำการศึกษาปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบตที่ระดับ 450 550 และ 650 พีพีเอ็ม ลงในส่วนผสม โดยใช้กระบวนการผลิตที่ได้จากข้อ 4.1 และ 4.2 โดยทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อหาปริมาณที่เป็นที่ยอมรับจึงนำไปผลิตขนมบ้าบิ่นโดยบรรจุแบบสุญญากาศในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ โดยทำการตรวจผลทุก 7 วัน แสดงผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลของปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบตที่มีต่อความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของขนมบ้าบิ่น

ปริมาณ โพแทสเซียม ซอร์เบต(พีพี เอ็ม)	คุณลักษณะ					
	ลักษณะ ปรากฏ <sup>ns</sup>	สี <sup>ns</sup>	กลิ่น	รสชาติ <sup>ns</sup>	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
สูตรดั้งเดิม	6.43±1.19	6.70±1.26	7.07±0.94 <sup>a</sup>	6.73±1.14	6.83±1.12 <sup>ab</sup>	6.93±0.83 <sup>a</sup>
450	6.33±0.96	6.80±1.13	6.83±1.02 <sup>a</sup>	6.73±1.34	7.30±1.02 <sup>a</sup>	6.90±1.03 <sup>a</sup>
550	6.17±1.40	6.67±1.54	6.23±1.65 <sup>b</sup>	6.20±1.63	6.80±1.16 <sup>ab</sup>	6.46±1.10 <sup>ab</sup>
650	6.00±1.48	6.57±1.10	5.60±1.83 <sup>b</sup>	6.26±1.72	6.20±1.90 <sup>b</sup>	6.10±1.50 <sup>b</sup>

หมายเหตุ <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ )

<sup>a-b</sup> อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ )

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่ต่างกันทั้ง 3 ระดับนั้นไม่มีผลต่อคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี และรสชาติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) เนื่องจาก โพแทสเซียมซอร์เบต เป็นสารที่ไม่มีผลต่อรสชาติ หรือโครงสร้างของอาหาร (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2559) สามารถนำมาใช้กับขนมบ้าบิ่น โดยไม่ทำให้ขนมเกิดการเปลี่ยนแปลง เมื่อผู้ชิมชิมเทียบกับขนมบ้าบิ่นสูตรดั้งเดิมนั้นพบว่าระดับโพแทสเซียมซอร์เบต 450 พีพีเอ็ม นั้นมีคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ดังนั้นจึงเลือกระดับโพแทสเซียมซอร์เบต 450 พีพีเอ็ม เพื่อนำมาทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อไป

จากการเก็บรักษาขนมบ้าบิ่นที่มีปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบต 450 พีพีเอ็ม โดยทำการบรรจุแบบสุญญากาศและใส่ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์เพื่อป้องกันแสงที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยสุ่มตรวจทุก 7 วัน พบว่าขนมบ้าบิ่นเกิดการเสื่อมเสีย เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้นั้นขึ้นกับความสามารถของวัตถุดิบเสียจะให้ผลดีที่สุดเมื่อใช้ในปริมาณเพียงพออีกทั้งจำนวนจุลินทรีย์ยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพของวัตถุดิบเสียนั้น นอกเหนือจากปัจจัยอื่นๆ เช่น สภาพแวดล้อม และสภาวะของอาหาร ดังนั้นถ้าอาหารปนเปื้อนจุลินทรีย์จำนวนมากจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบเสียในปริมาณมากด้วย จึงยับยั้งการเจริญได้อย่างสมบูรณ์ (Stopforth และคณะ, 2005) จึงสามารถสรุปได้ว่าปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบต 450 พีพีเอ็ม นั้นสามารถยืดอายุการเก็บขนมบ้าบิ่นได้ประมาณ 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4. ผลการศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ้ำบิ้นโดยการใส่การสเตอร์ไลซ์

นำขนมบ้ำบิ้นที่ทำการผลิตด้วยกระบวนการผลิตที่เหมาะสมตามข้อที่ 4.1 และ 4.2 โดยผลิตตามขั้นตอนตามภาพที่ 3.1 โดยนำตัวอย่างขนมบ้ำบิ้นที่ผลิตได้ไปบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ บรรจุในสถานะสุญญากาศและนำไปให้ความร้อนที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำตัวอย่างที่ได้เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $30 \pm 2$  องศาเซลเซียส) และทำการตรวจผลทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริกและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมบ้ำบิ้นแสดงดังตารางที่ 4.8 ถึง 4.10

##### 4.4.1 ศึกษาอายุการเก็บรักษาขนมบ้ำบิ้นสเตอร์ไลซ์

ศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมบ้ำบิ้นที่ผ่านการสเตอร์ไลซ์โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $30 \pm 2$  องศาเซลเซียส) ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา รวมทั้งค่ากรดไทโอบาร์บิทูริกซึ่งแสดงถึงค่าการเกิดกลิ่นหืนได้ แสดงดังตารางที่ 4.9 ถึง 4.10

ตารางที่ 4.8 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ในขนมบ้ำบิ้นสเตอร์ไลซ์ เก็บรักษานาน 8 สัปดาห์

ผลการวิเคราะห์	ผลการทดสอบ				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)				
	0	2	4	6	8
Total Plate Count (CFU/g)	<10	<10	<10	<10	<10
Yeast and Mold (CFU/g)	<10	<10	<10	<10	<10

จากตารางที่ 4.8 พบว่าขนมบ้ำบิ้นสเตอร์ไลซ์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณของยีสต์รานั้นมีปริมาณน้อยกว่า 10 CFU/g ในตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.1046/2548) เนื่องจากความร้อนระดับสเตอร์ไลซ์ที่ใช้มีที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียสมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำลายสปอร์ของแบคทีเรียซึ่งมีความทนทานต่อความร้อนมากกว่าเซลล์ปกติ (Vegetative cell) ของมันมากซึ่งจุดมุ่งหมายหลักของการสเตอร์ไลซ์อาหาร คือการทำให้จุลินทรีย์และสปอร์ของมันไม่สามารถเจริญเติบโตได้ภายใต้สภาวะปกติที่ใช้ในการเก็บรักษา (ทิพาพร, 2015) จึงทำให้ขนมบ้ำบิ้น มีอายุการเก็บรักษาอย่างน้อย 8 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ค่า TBA ของขนมบัวป็นที่ผ่านการสเตอริไรซ์ เก็บรักษานาน 8 สัปดาห์

ระยะเวลา(สัปดาห์)	ค่า TBA (มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม)
0	1.24±0.32 <sup>a</sup>
2	1.34±0.15 <sup>b</sup>
4	1.44±0.55 <sup>c</sup>
6	1.52±0.30 <sup>d</sup>
8	1.57±0.56 <sup>d</sup>

หมายเหตุ <sup>a-d</sup> อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

การเกิดออกซิเดชันของไขมันนั้นมักทำให้เกิดกลิ่นแปลกปลอมในอาหาร เช่น กลิ่นหืน ซึ่งส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของขนมบัวป็นจึงทำการทดสอบขนมบัวป็นสเตอริไลซ์ระหว่างการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ โดยวิธีการทดสอบการด้วยค่า ไทโอบาร์บิทูริก (Buege and Aust, 1978) แสดงผลดังตารางที่ 4.9 พบว่ามีแนวโน้มของปริมาณ TBA เพิ่มขึ้นในตลอดระยะเวลาการเก็บ อย่างไรก็ตามยังมีค่า TBA ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่ผู้บริโภคไม่สามารถรับรู้กลิ่นแปลกปลอมได้ ซึ่งสุพรรณพันธ์, (2554) พบว่าเมื่อค่า TBA เท่ากับ 0.1-0.3 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม พบว่าไขมันเสื่อมเสียเล็กน้อย แต่ถ้าค่า TBA มากกว่า 3 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ทำให้ผู้บริโภคสามารถรับรู้กลิ่นแปลกปลอมทางประสาทสัมผัสต่ออาหารได้ อีกทั้งผลปริมาณ TBA สอดคล้องกับตารางที่ 4.8 จึงทำให้การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสมีคะแนนที่น้อยลงตามระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้นแต่ยังอยู่ในช่วงคะแนนที่ผู้บริโภคมองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.2 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของขนมบัวป็น

ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมบัวป็นที่เก็บไว้ทุก 2 สัปดาห์ ได้ผลทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 คะแนนคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของขนมบัวป็นสเตอริไลซ์ เก็บรักษานาน 8 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	สภาวะ	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	สูตรดั้งเดิม	7.17±0.79 <sup>a</sup>	7.26±1.17 <sup>a</sup>	7.30±0.74 <sup>ns</sup>	6.76±1.67 <sup>ns</sup>	7.40±0.81 <sup>a</sup>	7.23±1.09 <sup>a</sup>
	สเตอริไลซ์	6.40±1.03 <sup>b</sup>	6.76±1.27 <sup>b</sup>	6.90±1.26 <sup>ns</sup>	6.80±1.32 <sup>ns</sup>	6.6±0.81 <sup>b</sup>	6.70±0.79 <sup>b</sup>
2	สูตรดั้งเดิม	7.20±0.93 <sup>a</sup>	7.33±0.99 <sup>a</sup>	7.23±0.77 <sup>a</sup>	7.36±0.85 <sup>a</sup>	7.50±0.82 <sup>a</sup>	7.16±1.23 <sup>a</sup>
	สเตอริไลซ์	6.33±1.48 <sup>b</sup>	6.63±1.12 <sup>b</sup>	6.47±0.86 <sup>b</sup>	6.80±0.76 <sup>b</sup>	6.57±1.22 <sup>b</sup>	6.67±1.29 <sup>b</sup>
4	สูตรดั้งเดิม	7.26±0.94 <sup>a</sup>	7.13±1.00 <sup>a</sup>	7.30±0.91 <sup>a</sup>	7.26±1.01 <sup>a</sup>	6.83±1.64 <sup>a</sup>	7.40±0.89 <sup>a</sup>
	สเตอริไลซ์	6.30±1.29 <sup>b</sup>	6.61±0.89 <sup>b</sup>	6.46±1.33 <sup>b</sup>	6.53±1.22 <sup>b</sup>	6.50±1.52 <sup>b</sup>	6.56±0.88 <sup>b</sup>
6	สูตรดั้งเดิม	7.13±1.25 <sup>a</sup>	6.96±1.12 <sup>ns</sup>	7.2±1.18 <sup>a</sup>	7.23±0.77 <sup>a</sup>	6.93±0.90 <sup>a</sup>	7.20±0.61 <sup>a</sup>
	สเตอริไลซ์	6.27±1.43 <sup>b</sup>	6.60±1.37 <sup>ns</sup>	6.30±1.08 <sup>b</sup>	6.33±1.47 <sup>b</sup>	5.93±1.59 <sup>b</sup>	6.33±1.26 <sup>b</sup>
8	สูตรดั้งเดิม	6.93±1.33 <sup>a</sup>	7.06±1.25 <sup>a</sup>	6.60±1.56 <sup>a</sup>	6.93±1.04 <sup>a</sup>	7.10±1.15 <sup>a</sup>	6.87±1.19 <sup>a</sup>
	สเตอริไลซ์	5.50±1.45 <sup>b</sup>	6.13±1.33 <sup>b</sup>	5.93±1.63 <sup>b</sup>	5.86±1.61 <sup>b</sup>	5.43±1.71 <sup>b</sup>	5.60±1.42 <sup>b</sup>

หมายเหตุ <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ )

<sup>a-b</sup> อักษรที่ต่างกันแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ )

ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของขนมบัวป็นสเตอริไลซ์ พบว่า ขนมบัวป็นที่นำไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงระดับนี้ ส่งผลต่อการเปลี่ยนโครงสร้างและลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์อาหารเป็นอย่างมาก ทำให้ขนมบัวป็นเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้ง ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสไปจากเดิม และยังพบว่าคะแนนด้านประสาทสัมผัสยังมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บนานขึ้นแต่คะแนนก็ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าขนมบัวป็นสเตอริไลซ์เก็บได้อย่างน้อย 8 สัปดาห์ และจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาเพิ่มเติมยังพบว่าเมื่อนำขนมบ้าบิ่นสเตอริไลซ์มาให้ความร้อนก่อนรับประทานด้วยไมโครเวฟ 1 นาที ทำให้ขนมบ้าบิ่นมีคุณภาพใกล้เคียงกับขนมบ้าบิ่นที่ทำใหม่

#### 4.5. ผลการศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาขนมบ้าบิ่นโดยฮีรเดิลเทคโนโลยี

เป็นการใช้วัตถุดิบอาหารได้แก่ กลิเซอร์อลและโพแทสเซียมซอร์เบตปริมาณ ตามข้อที่ 4.3.1 และ 4.3.2 ตามลำดับ ผสมในส่วนผสมร่วมกับการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที ทำการผลิตด้วยกระบวนการผลิตที่เหมาะสมตามข้อที่ 4.1 และ 4.2 โดยผลิตตามขั้นตอนตามภาพที่ 3.1 นำตัวอย่างขนมบ้าบิ่นที่ผลิตได้ไปบรรจุในถุงรีทอร์ทแพช บรรจุในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $30\pm 2$  องศาเซลเซียส) ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสและอายุการเก็บรักษาแสดงในตารางที่ 4.11-4.12 นำตัวอย่างขนมบ้าบิ่นที่ได้เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $30\pm 2$  องศาเซลเซียส) ทำการตรวจผลทุก 1 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมบ้าบิ่นแสดงดังตารางที่ 4.11 ถึง 4.12

ตารางที่ 4.11 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราในขนมบ้าบิ่น

ผลการวิเคราะห์	สภาวะ	ผลการทดสอบ				
		ระยะเวลาการเก็บรักษา(สัปดาห์)				
		0	1	2	3	4
Total Plate Count (CFU/g)	5นาที	<10	$4.3\times 10^3$	$3.5\times 10^5$	$1.2\times 10^6$	$4.1\times 10^6$
	10นาที	<10	<10	<10	<10	<300
	15นาที	<10	<10	<10	<10	<300
Yeast and Mold (CFU/g)	5นาที	<10	<10	<10	<10	<10
	10นาที	<10	<10	<10	<10	<10
	15นาที	<10	<10	<10	<10	<10

ขนมบ้าบิ่นที่ใช้วิธีฮีรเดิลเทคโนโลยีทำเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $30\pm 2$  องศาเซลเซียส) พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์ (ตารางที่ 4.12) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นและมักพบจำนวนจุลินทรีย์มากขึ้นเมื่อเวลาการให้ความร้อนน้อยลง โดยเวลาการให้ความร้อน 5 นาที เริ่มมีการเสื่อมเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ส่วนที่เวลาให้ความร้อน 10 และ 15 นั้นมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดก็ตาม อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้อยกว่า 10 CFU/g ตลอดจนถึงสัปดาห์ที่ 3 ซึ่งเป็นปริมาณที่น้อยมากและเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.1046/2548) แต่ผลการวิเคราะห์ในสัปดาห์ที่ 4 นั้นเริ่มพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่น้อยกว่า 300 CFU/g ที่เวลา 10 นาที และ 5 นาที และปริมาณของยีสต์รา่นั้นพบว่าทั้งสามเวลานั้นมีปริมาณน้อยกว่า 10 CFU/g เป็นผลมาจากการใช้วัตถุเจือปนอาหารร่วมกับความร้อนทำให้มีฤทธิ์ช่วยเสริมกันโดยการใช้วัตถุเจือปนอาหารหลายชนิดร่วมกัน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ให้สูงขึ้น (ไพบูลย์, 2532) ทำให้ขนมปังบับมีอายุการเก็บได้ถึง 4 สัปดาห์ที่เวลาการให้ความร้อน 10 และ 15 นาที ด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จากนั้นนำตัวอย่างขนมปังบับที่อบด้วยอุณหภูมิต่างกันมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงผลดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลของเวลาการให้ความร้อนที่มีต่อความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของขนมปังบับ

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	เวลาการให้ความร้อน	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	สูตรดั้งเดิม	7.17±0.74 <sup>a</sup>	7.26±0.58 <sup>a</sup>	7.13±0.77 <sup>a</sup>	6.96±0.85 <sup>a</sup>	7.27±0.94 <sup>a</sup>	7.03±0.71 <sup>a</sup>
	5	6.93±0.82 <sup>a</sup>	6.73±0.86 <sup>b</sup>	6.86±0.81 <sup>a</sup>	6.63±0.96 <sup>ab</sup>	6.50±1.04 <sup>b</sup>	6.56±1.07 <sup>ab</sup>
	10	6.33±1.21 <sup>b</sup>	6.43±1.10 <sup>bc</sup>	6.33±1.02 <sup>b</sup>	6.30±1.11 <sup>b</sup>	6.46±1.13 <sup>b</sup>	6.40±1.16 <sup>bc</sup>
	15	5.83±1.08 <sup>c</sup>	6.26±0.86 <sup>c</sup>	6.30±1.05 <sup>b</sup>	5.67±0.95 <sup>c</sup>	6.16±1.14 <sup>b</sup>	6.07±1.17 <sup>c</sup>
1	สูตรดั้งเดิม	6.77±0.81 <sup>a</sup>	7.10±0.76 <sup>a</sup>	6.90±0.71 <sup>a</sup>	6.76±0.85 <sup>a</sup>	7.03±0.92 <sup>a</sup>	6.93±0.74 <sup>a</sup>
	5	6.30±1.64 <sup>a</sup>	6.83±1.01 <sup>a</sup>	6.67±1.12 <sup>ab</sup>	6.50±1.30 <sup>a</sup>	6.43±1.67 <sup>ab</sup>	6.46±1.38 <sup>ab</sup>
	10	5.73±1.77 <sup>b</sup>	6.67±1.06 <sup>ab</sup>	6.23±1.40 <sup>bc</sup>	5.83±1.41 <sup>b</sup>	5.93±1.43 <sup>b</sup>	5.93±1.85 <sup>b</sup>
	15	5.50±1.81 <sup>b</sup>	6.30±1.64 <sup>b</sup>	6.03±1.70 <sup>c</sup>	5.67±1.93 <sup>b</sup>	5.76±2.11 <sup>b</sup>	5.83±1.34 <sup>b</sup>
2	สูตรดั้งเดิม	6.50±1.52 <sup>ns</sup>	6.73±1.38 <sup>ns</sup>	7.03±1.15 <sup>a</sup>	7.06±1.01 <sup>a</sup>	6.93±1.25 <sup>a</sup>	6.86±1.19 <sup>a</sup>
	10	6.00±1.41 <sup>ns</sup>	6.63±1.35 <sup>ns</sup>	6.26±1.38 <sup>b</sup>	6.03±1.49 <sup>b</sup>	6.03±1.69 <sup>b</sup>	6.10±1.47 <sup>b</sup>
	15	5.97±1.24 <sup>ns</sup>	6.43±1.25 <sup>ns</sup>	5.83±1.51 <sup>b</sup>	5.80±1.58 <sup>a</sup>	5.93±1.50 <sup>b</sup>	5.76±1.11 <sup>b</sup>
3	สูตรดั้งเดิม	6.83±1.53 <sup>a</sup>	7.03±1.98 <sup>a</sup>	7.36±1.12 <sup>a</sup>	6.93±1.28 <sup>a</sup>	7.13±0.86 <sup>a</sup>	7.16±1.26 <sup>a</sup>
	10	5.90±1.32 <sup>b</sup>	6.43±1.33 <sup>b</sup>	5.86±1.59 <sup>b</sup>	5.90±1.53 <sup>b</sup>	6.30±1.20 <sup>b</sup>	5.80±1.12 <sup>b</sup>
	15	5.53±1.22 <sup>b</sup>	6.10±1.43 <sup>b</sup>	5.76±2.06 <sup>b</sup>	5.77±1.85 <sup>b</sup>	5.80±1.86 <sup>b</sup>	5.76±1.75 <sup>b</sup>
4	สูตรดั้งเดิม	7.43±0.93 <sup>a</sup>	7.53±1.00 <sup>a</sup>	7.67±0.96 <sup>a</sup>	7.40±1.07 <sup>a</sup>	7.27±1.33 <sup>a</sup>	7.70±1.05 <sup>a</sup>
	10	6.34±1.12 <sup>b</sup>	6.80±1.09 <sup>b</sup>	6.20±1.15 <sup>b</sup>	6.70±1.14 <sup>b</sup>	6.67±1.26 <sup>ab</sup>	6.73±1.12 <sup>b</sup>
	15	6.13±1.25 <sup>b</sup>	6.67±1.06 <sup>b</sup>	6.00±1.17 <sup>b</sup>	6.66±1.06 <sup>b</sup>	6.36±1.47 <sup>b</sup>	6.43±1.10 <sup>b</sup>

หมายเหตุ <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

<sup>a-b</sup> อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดก็ตาม อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.12 พบว่า ผลของระยะเวลาการให้ความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของขนมบ้าบิ่นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $P \leq 0.05$ ) โดยระยะเวลาการให้ความร้อนที่นานขึ้นมีแนวโน้มของคะแนนการยอมรับที่น้อยลงเนื่องจากการได้รับความร้อนเป็นเวลานาน จะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านของเนื้อสัมผัสที่เห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีความแข็งที่มากขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อแป้งได้รับความร้อนจะเกิดให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้งพันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลงเม็ดแป้งจะดูดน้ำแล้วพองตัวส่วนผสมของน้ำแป้งจะมีความหนืดและใสมากขึ้น เนื่องจากโมเลกุลอิสระที่เหลืออยู่รอบๆ เม็ดแป้งเหลือน้อยลง เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้มากขึ้นทำให้เกิดความหนืด ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าการเกิดเจลลาติไนซัน (กลั่นรงค์ และเกื้อกุล, 2546) และหลังจากแป้งเย็นตัวลงจะเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่าการคืนตัวของสตาร์ช (retrogradation) โดยโมเลกุลของอะไมโลส (amylose) และ อะไมโลเพกทิน (amylopectin) ซึ่งเคยรวมตัวกับน้ำแล้วเกิดเป็นเจล จะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันของโมเลกุลน้ำตาลกลูโคสในสายจะมาเชื่อมต่อกันเองใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจน และขั้วน้ำที่เคยจับอยู่ออกจากโมเลกุล เรียกว่า syneresis ทำให้เกิดเป็นผลึกใหม่ ดังนั้นเมื่อปล่อยให้ขนมบ้าบิ่นทิ้งไว้จะเกิดริ้วรอยการเดซันขึ้นช้าๆ และเพิ่มมากขึ้น เมื่อเวลานานขึ้นจะเกิดเป็นผลึกแข็ง ทำอาหารมีลักษณะแห้งแข็งขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ขนมบ้าบิ่นเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่างไปจากเดิม (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2559) และเพื่อให้ได้เนื้อสัมผัสที่ดีก่อนบริโภคควรนำมาให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ 300 วัตต์ เป็นเวลาประมาณ 1 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

5.1.1 สภาวะที่เหมาะสมในผลิตขนมบ้ำบิ้นด้วยเตาอบ คือ อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส อบนาน 25 นาที

5.1.2 เวลาในการสีขนมบ้ำบิ้นที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 1 นาทีที่ทำให้เกิดสีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

5.1.3 ปริมาณกลีเซอรอลที่ใช้แทนที่น้ำตาลซูโครสในระดับร้อยละ 20 และโพแทสเซียมซอร์เบต 450 พีพีเอ็ม ในขนมบ้ำบิ้นสูตรดั้งเดิม เป็นที่ยอมรับของผู้ชิมและช่วยลดค่าน้ำอิสระ (water activity) และสามารถยืดอายุการเก็บขนมบ้ำบิ้นได้ประมาณ 3 วัน

5.1.4 การใช้ความร้อนฆ่าเชื้อ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ถึง 8 สัปดาห์ โดยยังไม่เกิดการเสื่อมเสีย แต่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสและปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริกมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น

5.1.5 การใช้เทคโนโลยีเออร์เดิลโดยการใช้ความร้อนร่วมกับวัตถุดิบอาหารได้แก่ กลีเซอรอลร้อยละ 20 โพแทสเซียมซอร์เบต 450 พีพีเอ็ม และใช้ความร้อน 100 องศาเซลเซียส นาน 5 10 และ 15 นาที ที่เวลาโดยการใช้ความร้อน 10 และ 15 นาที สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ 4 สัปดาห์ ส่วนการใช้ความร้อน 5 นาที นั้นมีอายุการเก็บได้ประมาณ 1 สัปดาห์

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ขนมห้าบิ่นที่ทำการเก็บรักษานั้นควรนำไปให้ความร้อนก่อนรับประทาน เช่น เข้าไมโครเวฟ จะทำให้ขนมห้าบิ่นมีคุณภาพใกล้เคียงกับขนมห้าบิ่นที่เพิ่งทำการผลิตใหม่

5.2.2 ควรศึกษาบรรจุภัณฑ์เพื่อให้รูปทรงขนมห้าบิ่นคงเดิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กนกพร ลีลาวิโรจน์สกุล. 2545. ผลของกะทิที่ผ่านความร้อนต่อคุณสมบัติของไอศกรีมกะทิ. วิทยานิพนธ์ สาขา วิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .  
กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2559. วัตถุดิบอาหาร.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก:  
<http://library.dip.go.th/multim6/edoc/16730.pdf>
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2546. เทคโนโลยีของแป้ง. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- คงวุฒิ นิรันตสุข. 2549. การศึกษาประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มะม่วงทอดสุญญากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีอาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร. มหาลัย ศิลปากร.
- จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์ สุธาณี ชูจิตร ประเวทย์ ต้อยเต็มวงศ์ และ วรพจน์ สุนทรสุข. 2551. การลด water activity ผลิตภัณฑ์ขนมโมจิด้วยสารชีวเมกเคนท์ . ภาควิชาจุลชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2549. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- เชิญพร จันทรสยาม สุพรรณิการ์ โกสุมและอมรรัตน์ เจริญชัย. 2555. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แห้วทอดกรอบปรุงรส. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 :54-63.
- ทิพาพร อยู่วิทยา. 2558. การใช้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้ออาหาร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:  
<http://www.kmutt.ac.th/foodeng/download/-pdf>. 1 พฤษภาคม 2559.
- ธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ. 2554. การสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้ต้นทุนต่ำ. มหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงใหม่.
- นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์.
- นิศรา สะเจริญ. 2554. การเพิ่มความคงตัวต่อความร้อนในการแปรรูปและความคงตัวต่อความเย็นในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กะทิสเตอริไรส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีอาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร. มหาลัยศิลปกร.
- ปราณี วราสวัสดิ์. 2550. เคมีอาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร : มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ปิยะนุช คันโธ. 2545. การยืดอายุการเก็บรักษาขนมเปียะโดยใช้สารลดค่าออกซิเดชันและบรรจุภัณฑ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 364) พ.ศ. 2556 . [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:  
[http://iodinethailand.fda.moph.go.th/food\\_54/law/data/announ\\_moph/P364.pdf](http://iodinethailand.fda.moph.go.th/food_54/law/data/announ_moph/P364.pdf). 31 ตุลาคม 2558.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พรพจง พรหมทอง.2559. องค์ความรู้ภูมิปัญญาเรื่องการทำขนมบ้าบิ่น. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [http://www.m-culture.go.th/ayutthaya/ewt\\_dl\\_link.php?nid=672](http://www.m-culture.go.th/ayutthaya/ewt_dl_link.php?nid=672). 10 พฤษภาคม 2559.
- พรรณทิพา เจริญไทยกิจ. 2555. การพัฒนาขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวเหนียว. รายงานวิจัย. คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร. มหาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พริ้มเพรา ตระมะพุ่ม อัจฉราลัย คำฟู และ จิรภา พงษ์จันทา. 2555. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นหน้าสับปะรดแช่อบ. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ฉบับพิเศษ. 35:75-91
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์./2558. ข้าวเหนียว. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2895/glutinous-rice>. 31 ตุลาคม 2558.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2558. ขนมบ้าบิ่น. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3629>. 31 ตุลาคม 2558.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์.2559. น้ำตาลซูโครส. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0978/sucrose>. 8 พฤษภาคม 2559.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2558. บรรจุภัณฑ์ / ภาชนะบรรจุ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0558>. 31 ตุลาคม 2558.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2558. บรรจุภัณฑ์อาหาร ตอนที่ 5 (บรรจุภัณฑ์พลาสติก) [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [http://www.foodnetworksolution.com/news\\_and\\_articles/article/0101](http://www.foodnetworksolution.com/news_and_articles/article/0101). 31 ตุลาคม 2558.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2556. รีทอร์ทพ็อค. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0473/retort-pouch>. 17 กุมภาพันธ์ 2558.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2559. รีโทรเกรดชัน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0591/retrogradation>. 8 พฤษภาคม 2559.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2559. สารฮิวเมกเตนท์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/367/humectant>. 31 ตุลาคม 2558.
- พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่281 (พ.ศ.2547). ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไปเล่ม 121. ตอนพิเศษ 97ง. (ลงวันที่ 6 กันยายน พ.ศ.2547).
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- ภิเชก รุ่งโรจน์ชัยพร.2557. กลีเซอรอล การใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตแก๊สไฮโดรเจน. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2557:140-159
- วาณี ชนเห็นชอบ. 2558. เทคโนโลยีการบรรจุอาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุและวัสดุ. คณะอุตสาหกรรมเกษตร .มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิชมนี ยืนยงพุทธกาล สิริมา ชินสาร และ นิสานารถ กระแสร์ชล. 2557. ผลของสภาวะการอบแห้งแบบ อุณหภูมิสูงเวลาสั้นต่อคุณภาพของขนุนอบกรอบ.ว. วิทย. กษ. 45(2)(พิเศษ). 105-108.
- วิภาดา ฤชากุล นันทิกา พันธุ์สวัสดิ์ และ จีรวรรณ มณีโรจน์. 2557. ผลของน้ำมันรำข้าว อุณหภูมิ และเวลา ในการอบต่อคุณภาพของแครกเกอร์จากเศษเหลือปลาแชลมอน. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิยวรรณ บุรณะพิมพ์ และ วริพัทธ์ อารีกุล. 2554. ผลการยับยั้งราของเบนโซเอตและซอร์เบตต่อ *Penicillium citrinum* ที่คัดแยกจากเส้นก๋วยเตี๋ยว. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วาสนา วงษ์ใหญ่. 2527. มะพร้าว, น. 118-126. ใน พฤษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ เล่ม 1 ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะ เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศรอุษา สมพงษ์. 2557. ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน. งานวิจัย. สำนักพัฒนาสังคม .โรงเรียนฝักอาชีพ กรุงเทพมหานคร.
- ศิริขวัญ กองอาไพ ณ์ฐธัญญาณ์ ศรีสุวอ และ จิรภา พงษ์จันตา. 2556. ผลของไลโคปีนจากมะเขือเทศที่มีต่อ คุณสมบัติทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของมายองเนส. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระ นคร ฉบับพิเศษการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5:293-300.
- ศิวาพร ศิวเวช . 2546. วัตถุดิบอาหาร. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 181-186.
- ศุกลภัทร จุฑาภรณ์. 2558. สูตรขนมบ้าบิ่น. ร้านขนมบ้าบิ่นโฮโฮ. สัมภาษณ์ 19 สิงหาคม 2558.
- สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม. 2559. อุตสาหกรรมมะพร้าวและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [fic.nfi.or.th/food/upload/doc/17\\_1577.docx](http://fic.nfi.or.th/food/upload/doc/17_1577.docx). 31 ตุลาคม 2558.
- สุธาทิพย์ ภัทรกุลวณิชย์ จิรวัดน์ กนต์เกรียงวงศ์ ประเวทย์ ดุ้ยเต็มวงศ์ และวรพจน์ สุนทรสุข. 2548. การยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนกวนด้วยสารฮิวเมกแทนท์. ภาควิชาจุลชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุวรรณี อีรภาพรรณกุล ลัดดาวลัย โรจนพรรณทิพย์ พนาวลัย กลิ้งกลางดอน เสกสรร ทองโพธิ์ พัทธิดา พิชัย กนกวรรณ เทพเลื่อน และ นนทรรัตน์ พรทรัพย์มณี. 2559. การประเมินความเสี่ยงของกรดเบนโซอิก และกรดซอร์บิกในอาหารต่อคนไทย. วารสารวิชาการสาธารณสุข ปีที่ 25 ฉบับที่ 1 มกราคม-กุมภาพันธ์ 2559.
- สุแพรวพันธ์ โลหะลักษณะเดช และ นัญญา คชนทร์ภักดี. 2554. การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปูหิ นิ่มทอดปรุงรส. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ปี ที่ 5 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2554 :105-110.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2555. แนวทางการใช้วัตถุเจือปนอาหารและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://iodinethailand.fda.moph.go.th/food/data/news/2555/july/F1.Guide%20food%20additives%20and%20law.pdf>. 8 พฤษภาคม 2559.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2548. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมบ้าบิ่น [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:[http://app.tisi.go.th/otop/pdf\\_file/tcps1046\\_48.pdf](http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps1046_48.pdf). 8 พฤษภาคม 2559.
- สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2559. เทคโนโลยีการบรรจุ.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [http://packaging.oie.go.th/admin\\_control/file/6342057981.pdf](http://packaging.oie.go.th/admin_control/file/6342057981.pdf). 8 พฤษภาคม 2559.
- สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว กรมการข้าว. 2550. ข้าวเหนียวอาหารยอดนิยมของคนไทย, น.9-10. ใน การสัมมนาในหัวข้อข้าวเหนียว : อนาคต การผลิต การค้าสำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว กรมการข้าว, กรุงเทพฯ.
- อภิญา เจริญกุล.2553. ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องงอกต่อสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของคุกกี้สโคนโฮมเมด. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ปีที่ 30 ฉบับที่ 4:108-118.
- อรัญญา มิ่งเมือง. 2550. ผลของการบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศต่อคุณภาพของขนมไทย.วารสารวิทยาศาสตร์มศว ปีที่ 23 ฉบับที่ 2:28-38.
- โอภา วัชรคุปต์. 2549. สารต้านอนุมูลอิสระ (Radical Scavenging Agents). กรุงเทพฯ: พี.เอช.พรินซ์.
- โอภาส มูลอ้าย สุขเมฆ มีสกุล ญัฐธัญญาณ์ ศรีสุวอและ นภาพร ดีสนาม. 2556. ผลของการใช้ผงมะเขือเทศทดแทนเกลือโซเดียมไนไตรท์ที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสของไส้กรอกแพรงค์เฟอร์เตอร์. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5:250-259.
- A.O.A.C. 2000. Official methods of analysis of AOAC international. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, Maryland.
- Ayoub, M., Abdullah, A.Z. 2012. Critical review on the current scenario and significance of crude glycerol resulting from biodiesel industry towards more sustainable renewable energy industry. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16, 2671– 2686.
- Benford D. 2000. The acceptable daily intake: A tool for ensuring food safety [Online]. Available : [http://www.ilsa.org/Europe/Publications/C2000Acc\\_Dai.pdf](http://www.ilsa.org/Europe/Publications/C2000Acc_Dai.pdf).22 May 2016
- Buege, J.A. and Aust, S.D. 1978. Microsomal Lipid Peroxidation. Method in Enzymology, 52: 306.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Cauvian, S.P. and L.S. Young. 2000. Bakery Food Manufacturing and Quality: Water Control and Effects. Oxford: Blackwell Science Ltd., UK. 209.
- Chen, C.S. 1987. Relationship between water activity and freezing point depression of food systems. *Journal Food Science*. 52 (2):433-435.
- Degirmencioglu N., Göcmen D., Neslihan Inkaya A., and Aydin E., Guldaz M., Gonenc S., 2011. Influence of modified atmosphere packaging and potassium sorbate on microbiological characteristics of sliced bread. *Journal Food Science and Technology*. 48(2). 236–241.
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain food additives and contaminants. Forty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series No. 868. Geneva: World Health Organization. 1996.
- Götz A., Wani, A.A., Langowski, H-C. and Wunderlich, J.. 2014. Food Technologies: Aseptic Packaging. *Encyclopedia of Food Safety 3 (Foods, Materials, Technologies and Risks)*: 124–134.
- Martins, S., Evita, S., and Ruta, G. 2014. The Influence of baking temperature on the quality of triticale bread. *Faculty of Food Technology, Latvia University of Agriculture*: 228-233
- Norhidayah, A., Babji, A.S., Shazali, M.S., Norazmir, M.N. and Norazlan Shah, H.. 2011. Effects of Mango (*Mangifera indica* L.) and Guava (*Psidium guajava* L.) Extract on Frozen Chicken Meat Balls' Storage Quality. *Pakistan Journal of Nutrition* 10 (9): 879-883.
- Purlis E. 2010. Browning development in bakery products—A review. *Journal of Food Engineering*, No. 99: 239–249.
- Stopforth, J.D., J.N. Sofos and F.F. Busta. 2005. Sorbic Acid and Sorbates. in P.M. Davidson, J.N. Sofos and A.L. Branen. *Antimicrobials in Food*. 3<sup>rd</sup> ed. Taylor & Francis, London.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### การผลิตและการวิเคราะห์

#### ก.1 ลักษณะปรากฏของขนมบ้าบิ่นที่ใช้เตาอบ



ภาพที่ ก.1 ลักษณะปรากฏของขนมบ้าบิ่นที่ใช้เตาอบด้วยอุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส

#### ก.2 ลักษณะปรากฏของขนมบ้าบิ่นที่ผ่านการจี่



ภาพที่ ก.2 ลักษณะปรากฏของขนมบ้าบิ่นที่ผ่านการจี่ที่ 150 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ก.3 ลักษณะปรากฏของขนมบ้าบิ่นที่ทำการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ ก.3 ลักษณะปรากฏขนมบ้าบิ่นที่ทำการเก็บรักษา

### ก.4 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

นำขนมบ้าบิ่นที่ทำการเก็บรักษาในแต่ละหั่วข้อมาทำการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธีการ Total Plate Count เทคนิคการ pour plate โดยวิธีของ AOAC,2000

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ถุงพลาสติกทึบร้อน เต็มเปปโตนร้อยละ0.1จากขวดฝาเกลียว ปริมาตร225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตัวอย่างอาหารที่ได้จะมีระดับความเจือจาง $10^{-1}$
2. เจือจางสารละลายตัวอย่างให้มีระดับความเจือจางเป็น  $10^{-2}$ - $10^{-4}$  โดยใช้เปปโตนร้อยละ 0.1
3. ปิเปตตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร จากแต่ละระดับความเจือจางลงในจานเพาะเชื้อที่ปลอดภัย
4. เททับด้วยอาหาร PCA ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร แกว่งจานเพาะเชื้อเบาๆแล้วตั้งทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัว
5. ป่มจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อเป็นระยะเวลา 24-48 ชั่วโมง
6. ตรวจสอบจำนวนโคโลนีและรายงานผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ก.5 การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา

นำขนมปังบับที่ทำการเก็บรักษาในแต่ละหัวข้อมาทำการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา โดยวิธีของ AOAC, 2000

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ถุงพลาสติกทึบร้อน เติมเปปโตนร้อยละ 0.1 จากขวดฝาเกลียว ปริมาตร 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตัวอย่างอาหารที่ได้จะมีระดับความเจือจาง  $10^{-1}$
2. เจือจางสารละลายตัวอย่างให้มีระดับความเจือจางเป็น  $10^{-2}$ - $10^{-4}$  โดยใช้เปปโตนร้อยละ 0.1
3. ปิเปตตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร จากแต่ละระดับความเจือจางลงในจานเพาะเชื้อที่ปลอดภัย
4. เทพื้ด้วยอาหาร PDA ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร แกว่งจานเพาะเชื้อเบาๆ แล้วตั้งทิ้งไว้ให้อาหาร แข็งตัว
5. บ่มจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3-5 วัน
6. ตรวจสอบจำนวนโคโลนีและรายงานผล

### ก.6 การวิเคราะห์ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก

นำขนมปังบับที่ทำการเก็บรักษาในแต่ละหัวข้อ 4.4 โดยวิธีของ Buege and Aust, 1978

1. เตรียมสารละลาย TBARS โดย ผสมกรดไทโอบาร์บิทูริก 0.0375 กรัม กรดไตรคลอโรอะซีติก 15 กรัม และกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.25 โมลาร์ 0.875 มิลลิลิตร ให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรจนได้ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น
2. ชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 15 มิลลิลิตร แล้วผสมกับสารละลาย TBARS 2.5 มิลลิลิตร และโอโมจินีสเป็นเวลา 2 นาที
3. เทตัวอย่างลงในหลอดทดลองแล้วนำไปวางในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 95-100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที
4. ทำให้เย็นโดยนำหลอดทดลองไปไหลผ่านน้ำเย็นเป็นเวลา 2 นาที
5. นำตัวอย่างไปเหวี่ยงแยกที่ความเร็วรอบ 5500 rpm 25 นาที
6. นำสารละลายที่ได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ 532 นาโนเมตร
7. นำไปคำนวณค่ากรดไทโอบาร์บิทูริกจากสูตร  $A_{532} \times 2.77$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ก.7 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

นำขนมบ้าบิ่นในข้อ 4.1 และ 4.2 มาทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยวิธีของ AOAC,2000

1. อบถั่วยอลูมิเนียมในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ถึง 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้ถึงอุณหภูมิของถั่วยอลูมิเนียม ลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องและนำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. กระทำเช่นเดียวกับข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่าง 3 กรัม ใส่ลงในถั่วยอลูมิเนียมที่อบแห้ง และบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

4. นำถั่วยอลูมิเนียมที่บรรจุตัวอย่างเข้าอบที่อุณหภูมิ 105 ถึง 107 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 2-3 นาที นำเอามาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องและนำไปชั่งน้ำหนัก

5. กระทำเช่นเดิมจนได้น้ำหนักคงที่ซึ่งค่าที่ได้จะแตกต่างกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}}$$

## ก.8 การวัดปริมาณน้ำอิสระ

นำขนมบ้าบิ่นในข้อ 4.1, 4.2 และ 4.3 มาทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ( water activity ) ด้วยเครื่อง Aqua Lab รุ่น 3TE

1. บรรจุขนมบ้าบิ่นไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของตลับวัด

2. ปิดฝาเครื่อง หมุนปุ่มวัดเพื่ออ่านค่า

3. รอจนเครื่องทำงานเสร็จจะมีเสียงเตือน บันทึกค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity) ที่ได้

## ภาคผนวก ข

## แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

## ข.1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ใช้ทำขนมบัวป็น

แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมบัวป็น

ตัวอย่าง                  ขนมบัวป็น

ชื่อผู้ทดสอบ ..... อายุ.....ปี                                  วันที่ .....

คำแนะนำ                  ให้ชิมตัวอย่างที่ท่านได้รับตามลำดับ แล้วให้คะแนนความชอบแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมบัวป็นตามคำอธิบายคะแนนข้างล่างนี้ (กรุณาเว้นปากกระหว่างตัวอย่าง)

- 1 = ไม่ชอบมากที่สุด                  4 = ไม่ชอบเล็กน้อย                  7 = ชอบปานกลาง  
 2 = ไม่ชอบมาก                      5 = เฉยๆ                                      8 = ชอบมาก  
 3 = ไม่ชอบปานกลาง                  6 = ชอบเล็กน้อย                          9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง		
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			
การยอมรับ (✓ ยอมรับ , x ไม่ยอมรับ)			

ข้อเสนอแนะ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค

### มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.1046/2548

#### ค.1 ขนมบัวบิน

##### 1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมขนมบัวบินที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

##### 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ขนมบัวบิน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้า แป้งมัน อย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกัน อาจผสมแป้งท้าวยาย่มด้วยก็ได้ มาผสมกับน้ำตาล เนื้อมะพร้าวขูด อาจเติมไข่ แต่งสีและกลิ่นด้วยส่วนประกอบอื่น เช่น น้ำใบเตย น้ำดอกอัญชัน กลิ่นวานิลลา กลิ่นนมแมว อาจนำไปกวนให้ข้นก่อนตักใส่ภาชนะ นำไปอบ (baking) ที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม อาจทิ้งไว้ให้เย็นแล้วตัดเป็นชิ้นหรืออาจนำไปทำให้สุกด้วยวิธีอื่นก็ได้

##### 3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป ต้องคงรูปตามภาชนะบรรจุ กรณีตัดเป็นชิ้น ต้องสามารถแยกออกได้ง่ายด้วยมือ

3.2 สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของขนมบัวบิน

3.3 กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของขนมบัวบิน ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องเหนียวนุ่ม ไม่ร้อนหรือแข็งกระด้าง

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.5 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

##### 3.6 จุลินทรีย์

3.6.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า  $1 \times 10^6$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.6.2 สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.6.3 บาซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*) ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.6.4 เอสเชอริเชีย โคลิ (*Escherichia coli*) โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.6.5 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำขนมบ่าบับ ให้เป็นไปตามคำแนะนำตาม GMP

#### 5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุขนมบ่าบับในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้นของขนมบ่าบับในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

#### 6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุขนมบ่าบับทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ขนมบ่าบับ ขนมบ่าบับมะพร้าวอ่อน ขนมบ่าบับใบเตย
- (2) ส่วนประกอบที่สำคัญ
- (3) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)
- (4) น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้น
- (5) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี) "
- (6) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา
- (7) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

#### 7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ขนมบ่าบับที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าขนมบ่าบับรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4 จึงจะถือว่าขนมบ่าบับรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 จึงจะถือว่าขนมบ้ำบั้นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน ตัวอย่างขนมบ้ำบั้นต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 และข้อ 7.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าขนมบ้ำบั้นรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

## 8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบขนมบ้ำบั้นอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 วางตัวอย่างขนมบ้ำบั้นลงบนจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องคงรูปร่างตามภาชนะบรรจุกรณีตัดเป็นชิ้นต้องสามารถแยกออกได้ง่ายด้วยมือ	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีตามธรรมชาติของขนมบ้ำบั้น	4	3	2	1
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของขนมบ้ำบั้น ปราศจากกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม	4	3	2	1
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ต้องเหนียวนุ่ม ไม่ร่วนหรือแข็งกระด้าง	4	3	2	1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบจุลินทรีย์ ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบน้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้น ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสมหรือใช้วิธีนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวณัฐรดา แซ่ตั้ง
วัน เดือน ปี เกิด	15 ธันวาคม 2536
ประวัติการศึกษา	2559 วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน และผลงานวิจัย	นักศึกษาฝึกงานบริษัทแมคคีย์ ฟู้ดเซอร์วิส
รางวัลที่เคยได้รับ	รางวัลชมเชยการประกวดวิดีโอความรู้เรื่องความปลอดภัยและสุขาภิบาลอาหาร ประจำปีการศึกษา 2557 คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ชื่อ-นามสกุล	นางสาวนฤมล ยนต์ชัยไทรงาม
วัน เดือน ปี เกิด	13 เมษายน 2537
ประวัติการศึกษา	2559 วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน และผลงานวิจัย	นักศึกษาฝึกงาน บริษัทเพรซิเดนท เบเกอร์ จำกัด(มหาชน)
รางวัลที่เคยได้รับ	รางวัลชมเชยการประกวดวิดีโอความรู้เรื่องความปลอดภัยและสุขาภิบาลอาหาร ประจำปีการศึกษา 2557 คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวภัทรวดี ภิญโญสิริพันธุ์
วัน เดือน ปี เกิด	22 ตุลาคม 2535
ประวัติการศึกษา	2559 วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงานบริษัทซีพีแรม จำกัด
และผลงานวิจัย	
รางวัลที่เคยได้รับ	รางวัลชมเชยการประกวดวิดีโอความรู้เรื่องความปลอดภัยและสุขาภิบาลอาหาร ประจำปีการศึกษา 2557 คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้