การผลิตผักกาดเขียวปลีดองเค็มเกลือต่ำเพื่อผลิตยำผักกาดดอง

PRODUCTION OF LOW SALT PICKLED MUSTARD GREEN TO PRODUCE SPICY PICKLE SALAD

ภัทรพล พัฒนภักดี

PATTARAPOL PATTANAPAKDEE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AI-M-055-267

การผลิตผักกาดเขียวปลีดองเค็มเกลือต่ำเพื่อผลิตยำผักกาดดอง

PRODUCTION OF LOW SALT PICKLED MUSTARD GREEN TO PRODUCE SPICY PICKLE SALAD

ภัทรพล พัฒนภักดี

PATTARAPOL PATTANAPAKDEE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2559

KMITL-2016-AI-M-055-267

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRODUCTION OF LOW SALT PICKLED MUSTARD GREEN TO PRODUCE SPICY PICKLE SALAD

PATTARAPOL PATTANAPAKDEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE

IN FOOD SERVICE AND CATERING TECHNOLOGY

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2016

KMITL-2016-AI-M-055-267

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2016

FACULTTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตผักกาดเขียวปลีดองเค็มเกลือต่ำเพื่อผลิตยำผักกาดดอง

PRODUCTION OF LOW SALT PICKLED MUSTARD GREEN TO PRODUCE SPICY PICKLE SALAD

ชื่อนักศึกษา นายภัทรพล พัฒนภักดี

รหัสประจำตัว 57608033

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ	ธงชัย พุฒทองศิริ
ผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร	
ดร.สิทธิพงศ์ นลินานนท์	
รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ	

วัน / เดือน/ ปีที่สอบ 20 ธันวาคม 2559 เวลา 09.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 303 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 23 เดือน ธ.ค. พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผลิตผักกาดเขียวปลีดองเค็มเกลือต่ำเพื่อผลิตยำผักกาดดอง
นักศึกษา	นายภัทรพล พัฒนภักดี
รหัสประจำตัว	57608033
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ

บทคัดย่อ

ผักกาดดองเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่มีเกลือสูงซึ่งการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีเกลือมีความเสี่ยงต่อโรคความดันโลหิตสูง ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของการดองเค็มผักกาดเขียวปลีโดยใช้เกลือต่ำเพื่อนำไปผลิตยำผักกาดดองลดเกลือสำเร็จรูป ปัจจัยที่ศึกษาคือความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 5, 7.5 และ 10 อุณหภูมิในการดอง 20, 25, และ 30 องศาเซลเซียส และเวลาในการดอง 10, 20, และ 30 วัน ต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของผักกาดเขียวปลีดอง ผลการศึกษา พบว่าความเข้มข้นเกลือ, อุณหภูมิ และเวลาในการดอง ส่งผลต่อปริมาณเกลือ, ค่าความเป็นกรด-ด่าง, ปริมาณกรด, ความแน่นเนื้อ และปริมาณแลคติกแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมของการดองเค็มผักกาดเขียวปลีคือใช้ความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 10 อุณหภูมิในการดอง 20 องศาเซลเซียส และเวลาการดอง 20 วัน ซึ่งมีค่าความแน่นเนื้อ และคะแนนทางประสาทสัมผัสดีที่สุด อย่างไรก็ตามในสภาวะนี้ปริมาณเกลือในผักกาดเขียวปลีดองยังค่อนข้างสูง จึงศึกษาการลดเกลือในผักกาดเขียวปลีดองโดยการแช่น้ำเพื่อหาสภาวะ ในการแช่น้ำที่เหมาะสม ปัจจัยที่ศึกษา คืออัตราส่วนผักกาดเขียวปลีดองต่อน้ำในการแช่ 1:2, 1:3 และ 1:4 และเวลาในการแช่น้ำ 1, 2, 3, 4, และ5 ชั่วโมง พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการลดปริมาณเกลือในผักกาดเขียวปลีดอง คือสภาวะอัตราส่วนผักกาดเขียวปลีดองต่อน้ำเท่ากับ 1:4 และเวลาในการแช่น้ำ 5 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณเกลือในผักกาดเขียวปลีดองลดลงมากที่สุด โดยไม่ส่งผลให้ให้คุณสมบัติทางกายภาพของผักกาดเขียวปลีดองเปลี่ยนแปลงไป จากนั้นศึกษาการผลิตยำผักกาดดองสำเร็จรูปโดยใช้สูตรน้ำยำที่แตกต่างกัน 3 สูตร พบว่าสูตรน้ำยำที่มีส่วนผสมของซีอิ๊วร้อยละ 4 น้ำตาลทรายร้อยละ 12 น้ำมะนาวร้อยละ 8 น้ำส้มสายชูร้อยละ 4 และพริกขี้หนูร้อยละ 4 เป็นสูตรที่ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด และเมื่อนำยำผักกาดดองไปฆ่าเชื้อโดยการผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส 12 นาที พบว่าสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งหมดและไม่ส่งผลให้คุณสมบัติทางเคมีเปลี่ยนแปลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Production of low salt pickled mustard green to produce spicy pickle salad
Student	Mr.Pattarapol Pattanapakdee
Student ID	57608033
Degree	Master of Science
Program	Food Service and Catering Technology
Year	2016
Thesis Advisor	Assistant Professor.Dr.Tongchai Puttongsiri

ABSTRACT

Pickled mustard green is one of a high salt product. Consumption high salt products increase blood pressure risk to heart disease. This study was carried out to determine the optimization condition to produce low salt pickled mustard green. The effects of salt concentration at 5, 7.5, and 10%, temperature at 20, 25, and 30°C and fermentation time for 10, 20, and 30 days on physical and chemical properties of fermented pickled mustard green were studied. The results found that salt, temperature, and time affected on saltiness, pH, acidity, firmness and total lactic acid bacteria of the product. The optimum condition occurred when the salt concentration was 10%, 20°C and fermentation time for 20 days gave the highest firmness and sensory score. However, salt amount is considered high in this condition. It is then studied the salt reduction by soaking in order to find proper soaking condition. By experimenting the ratio of pickled mustard green to soaking water quantity 1:2, 1:3 and 1:4 and soaking period 1, 2, 3, 4, and 5 hours. It was resulted that soaking condition at ratio 1:4 for 5 hours highest decrese salt in pickled mustard green without any physical characteristic change. The study of three different spicy pickled salad sauces suggests that the recipe of following ingredients; 4% of soy sauce, 12% of suger, 8% of lemon juice, 4% of vinegar and 4% of chili, is obtained the highest of sensory score. In addition, the further test in pasteurization of spicy pickled salad at 98 °C and 12 minutes indicate that this process could eliminate whole microorganism with not effect on chemical propeties.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาโทของสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์คณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาและข้อมูลต่างๆ ระหว่างการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณท่านกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร ดร.สิทธิพงศ์ มลินานนท์ และรศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ ที่ช่วยให้คำแนะนำตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้ให้สมบูรณ์ ขอบคุณบริษัทสันติภาพ (ฮั่วเพ้ง 1958) จำกัด ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำข้อมูลต่างๆ ระหว่างการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ช่วยเหลืองานวิจัยนี้

ขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำ และเป็นกำลังใจทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน หากปราศจากความช่วยเหลืออันดีจากผู้มีพระคุณทั้งหลาย งานวิจัยนี้คงไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้ และผู้เขียนขอขอบคุณผู้แต่งและสำนักพิมพ์ของหนังสืออ้างอิงดังกล่าวเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่นิสิต นักศึกษาและผู้สนใจอ่านทั่วไป และหากมีข้อความใดหรือเนื้อหาตอนหนึ่งตอนใดผิดพลาดไปเนื่องจากการพิมพ์หรือด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้จัดทำยินดีรับการติชมจากผู้อ่านด้วยใจจริง

ภัทรพล พัฒนภักดี

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ผักกาดเขียวปลี	3
2.2 การถนอมอาหาร	5
2.3 การถนอมอาหารโดยการหมักดอง	6
2.4 ประเภทของผักดอง	11
2.5 กระบวนการผลิตผักกาดเขียวปลีดอง	12
2.6 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดอง	12
2.7 การเปลี่ยนแปลงระหว่างการดอง	14
2.8 การยำ	16
2.9 การให้ความร้อนเพื่อการถนอมอาหาร	16
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ	19
3.1 วัตถุดิบ	19
3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์	19
3.3 สารเคมี	19
3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	25
4.1 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการดองเค็มผักกาดเขียวปลี	25
4.2 ผลของการศึกษาวิธีการลดเกลือในผักกาดเขียวปลีโดยการแช่น้ำ	36
4.3 ผลการศึกษาการยอมรับของยำผักกาดดอง	38
4.4 ผลการศึกษาเปลี่ยนแปลงของยำผักกาดดองเมื่อผ่านการให้ความร้อน	43
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	46
บรรณานุกรม	47
ภาคผนวก	50
ก. ตารางผลการทดลอง	51
ข. การวิเคราะห์ทางเคมี	53
ค. การวิเคราะห์ทางกายภาพ	57
ง. การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์	58
จ. การทดสอบทางประสาทสัมผัส	59
ฉ. ภาพกระบวนการดองและผลิตภัณฑ์	64
ช. มาตรฐานผักกาดดอง	68
ประวัติผู้วิจัย	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แหล่งผลิตที่สำคัญของผักกาดเขียวปลี	4
2.2	คุณค่าทางโภชนาการของผักกาดเขียวปลี	5
3.1	ส่วนผสมของน้ำยำผักกาดดองทั้ง 3 สูตร	23
4.1	ผลของความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิ และเวลาในการดองต่อคุณภาพทางกายภาพของผักกาดเขียวปลีดอง	30
4.2	ผลของอัตราส่วนผักกาดเขียวปลีดองต่อน้ำและระยะเวลาในการแช่ต่อปริมาณเกลือและคุณภาพทางกายภาพของผักกาดเขียวปลีดอง	38
4.3	คุณภาพทางเคมีและกายภาพของยำผักกาดดองทั้ง 3 สูตร	39
4.4	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อแลกติกแอซิดแบคทีเรียในยำผักกาดดองทั้ง 3 สูตร	40
4.5	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของยำผักกาดดองทั้ง 3 สูตร	42
4.6	ผลการทดสอบความพอดีของยำผักกาดดองทั้ง 3 สูตร	42
4.7	คุณภาพทางเคมีและกายภาพของยำผักกาดดองที่ผ่านและไม่ผ่านความร้อน	43
4.8	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อแลกติกแอซิดแบคทีเรียในยำผักกาดดองที่ผ่านและไม่ผ่านความร้อน	44
4.9	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและผลการทดสอบความพอดีของยำผักกาดดอง	45
ก.1	ผลของความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิ และเวลาในการดองต่อคุณภาพทางเคมีของผักกาดเขียวปลีดอง	51
ก.2	ผลของความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิ และเวลาในการดองต่อปริมาณเชื้อทั้งหมดในผักกาดเขีดอง	52
ก.3	ผลของความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิ และเวลาในการดองต่อปริมาณเชื้อแลคติกแอซิดแบคทีเรีย	52
ง.1	ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองที่ 10 วัน	60
ง.2	ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองที่ 20 วัน	60
ง.3	ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองที่ 30 วัน	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ผักกาดเขียวปลี	3
3.1	ขั้นตอนการหมักดอง	21
4.1	การเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือในผักกาดดองเมื่อใช้สภาวะการดองที่ต่างกัน	25
4.2	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดในผักกาดดองเมื่อใช้สภาวะการดองที่ต่างกัน	26
4.3	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในผักกาดดองเมื่อใช้สภาวะการดองที่ต่างกัน	27
4.4	การเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อในผักกาดดองเมื่อใช้สภาวะการดองที่ต่างกัน	28
4.5	ผักกาดเขียวปลีดองที่ระยะเวลาการดอง 30 วัน	29
4.6	สีของผักกาดเขียวปลีดองที่ความเข้มข้นเกลือต่างกัน	31
4.7	สีของผักกาดเขียวปลีดองที่อุณหภูมิการดองต่างกัน	31
4.8	สีของผักกาดเขียวปลีดองที่ระยะเวลาการดองต่างกัน	32
4.9	ผลของความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิ และเวลาในการดองต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในผักกาดเขียวปลีดอง	33
4.10	ผลของความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิ และเวลาในการดองต่อปริมาณเชื้อแลกติกแอซิดแบคทีเรียไปในผักกาดเขียวปลีดอง	33
4.11	ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองที่ 10 วัน	34
4.12	ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองที่ 20 วัน	35
4.13	ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองที่ 30 วัน	35
4.14	การเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือที่สภาวะการแช่น้ำที่ต่างกัน	36
4.15	ยำผักกาดดองทั้ง 3 สูตร	40
ฉ.1	กระบวนการดองเค็มผักกาดเขียวปลี	64
ฉ.2	ผักกาดดองที่ระยะเวลาการดอง 10 วัน	65
ฉ.3	ผักกาดดองที่ระยะเวลาการดอง 20 วัน	66
ฉ.4	ผักกาดดองที่ระยะเวลาการดอง 30 วัน	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

การบริโภคอาหารรสเค็ม หรืออาหารที่มีปริมาณโซเดียมสูงจะก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายและเป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคไต เป็นต้น ปกติแล้วร่างกายมักได้รับโซเดียมจากอาหารซึ่งมักอยู่ในรูปเกลือ ซึ่งการใช้เกลือในอาหารนอกจากจะช่วยในเรื่องของกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสของอาหารแล้ว ยังช่วยในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (อติพร, 2554) ซึ่งจะพบว่าในอาหารหมักดองจะต้องใช้เกลือในปริมาณมากเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น และปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ แต่อย่างไรก็ตามโซเดียมที่ร่างกายต้องการต่อวันประมาณ 1500 มิลลิกรัม และไม่เกิน 2000 มิลลิกรัม แต่จากการสำรวจในปัจจุบันพบว่าคนไทยบริโภคโซเดียมต่อวันอยู่ในช่วง 2961-3633 มิลลิกรัม หรือประมาณ 1.5-1.8 เท่าของปริมาณโซเดียมที่ควรได้รับต่อวัน (มูลนิธิเพื่อการพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ, 2556) จึงทำให้ในปัจจุบันมีหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนมีการรณรงค์การลดการบริโภคเค็มกันมากขึ้น

ผักกาดดองกระป๋องเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมทั้งในประเทศและส่งออกต่างประเทศมีมูลค่าการตลาดที่สูงและมีแนวโน้มการส่งออกที่สูงขึ้น แต่ผักกาดดองเป็นอาหารที่มีปริมาณโซเดียมสูง โดยในกระบวนการผลิตจะใช้เกลือในปริมาณสูงเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซึ่งในกระบวนการดองเค็มผักกาดเขียวปลีในจะใช้เกลือสูงถึงร้อยละ 16 ขึ้นไป ผักที่นิยมนำมาผลิตเป็นผักกาดดอง คือผักกาดปลีเขียวซึ่งมีปริมาณการเพาะปลูกมากในเขตภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งปกติแล้วไม่นิยมบริโภคผักกาดปลีเขียวสดเพราะมีรสขม และฝาด จึงนิยมนำมาดองเพื่อลดรสชาติขม และฝาด จากผลสำรวจผักกาดดองในท้องตลาดทั่วไปพบว่ามีปริมาณโซเดียมสูง โดยจากการสำรวจพบว่าผักกาดดอง 100 กรัม มีปริมาณโซเดียมเฉลี่ยสูงถึง 1000 มิลลิกรัม (กรมอนามัย, 2554)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการดองเค็มผักกาดเขียวปลีโดยใช้เกลือต่ำโดยสภาวะที่ศึกษาคือ ความเข้มข้นเกลือ, อุณหภูมิ และ เวลาในการดอง และสภาวะที่เหมาะสมในการลดเกลือโดยการแช่น้ำ ซึ่งกำหนดปัจจัยในการแช่น้ำคือ อัตราส่วนผักกาดดองต่อน้ำ เวลาในการแช่น้ำ เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมในการลดเกลือแล้วจึงนำผักกาดดองที่ผ่านการลดเกลือไปผลิตยำผักกาดดองเกลือต่ำโดยศึกษาสูตรและวิธีการผลิตยำผักกาดดองให้เป็นที่ยอบรับของผู้บริโภคเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ยำผักกาดดองเกลือต่ำสำเร็จรูปสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมปริมาณโซเดียมในอาหารต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการดองเค็มของผักกาดเขียวปลีโดยใช้เกลือต่ำ

1.2.2 เพื่อศึกษาวิธีการลดเกลือในผักกาดเขียวปลีดองเค็ม

1.2.3 เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ยำผักกาดดองเกลือต่ำ

1.2.4 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของยำผักกาดดองเมื่อผ่านการให้ความร้อน

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.3.1 ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการดองเค็มผักกาดเขียวปลีด้วยเกลือในปริมาณต่ำ

1.3.2 ทราบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผักกาดเขียวปลีดอง

1.3.3 ทราบวิธีการลดเกลือในผักกาดดอง

1.3.4 สามารถลดปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์ผักกาดดองเค็มเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ยำผักกาดดองเกลือต่ำสำเร็จรูปได้

1.4 ขอบเขตการวิจัย

เป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการดองเค็มของผักกาดเขียวปลีโดยการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ5, 7.5, และ10 ที่อุณหภูมิ 20, 25, และ30 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการดอง 10, 20, และ30 วัน การศึกษาวิธีการลดเกลือในผักกาดเขียวปลีดองโดยการแช่น้ำที่อัตราส่วนผักกาดเขียวปลีดองต่อน้ำที่ 1:2 1:3 และ1:4 เป็นเวลา 1, 2, 3, 4 และ5 ชั่วโมง การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตยำผักกาดดองจากสูตรยำผักกาดดองทั้งหมด 3 สูตร และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของยำผักกาดดองเมื่อผ่านความร้อนที่ 98 องศาเซลเซียส นาน 12 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผักกาดเขียวปลี

ผักกาดเขียวปลีมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica juncea* (L.) Czern. เป็นพืชวงศ์ *Cruciferae* มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย มีหลายชื่อเช่น Brown mustard, Indian mustard, Chinese mustard (มณีฉัตร, 2554) ผักกาดเขียวปลี เป็นพืชในตระกูลเดียวกับ กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก และคะน้า ผักกาดเขียวปลี เป็นพืชล้มลุกฤดูเดียว (annual crops) ลักษณะทั่วไปของผักกาดเขียวปลี (แสดงในภาพที่ 2.1) เป็นระบบรากแก้ว เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ใบยาวประมาณ 15-50 เซนติเมตร กว้าง 5-40 เซนติเมตร ใบที่อยู่ด้านนอกจะมีขนาดใหญ่ ส่วนใบที่อยู่ถัดเข้าไปจะค่อย ๆ เล็กลง ช่อดอกเป็นแบบ raceme หรือ panicle ยืดออกได้ จุดกำเนิดของดอกอยู่ที่ยอดดอกประกอบด้วยกลีบรองดอกสีเขียวอมเหลืองหรือสีเขียวอ่อน กลีบดอกมีสีเหลือง ผลสามารถแตกเองได้เมื่อฝักแก่ โดยจะแตกเป็นสองแฉกแยกจากข้างล่างขึ้นข้างบน ส่วนเมล็ดมีลักษณะกลม มีสีน้ำตาลตาลหรือสีเหลือง มีอายุปีเดียวอายุการเก็บเกี่ยว 55-75 วัน ผักกาดเขียวปลีสามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิด แต่ที่เหมาะสมที่สุดคือ ดินร่วน แปลงปลูกควรได้รับแสงแดดเต็มที่ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตคือ 15-20 องศาเซลเซียส (อำภา, 2540)

ภาพที่ 2.1 ผักกาดเขียวปลี

2.1.1 ประเภทของพันธุ์ผักกาดเขียวปลี

ผักกาดเขียวปลีไม่มีชื่อพันธุ์ที่แน่นอน ซึ่งชื่อพันธุ์ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดส่วนมากเป็นชื่อทางการค้า แต่อย่างไรก็ตามสามารถจำแนกพันธุ์ผักกาดเขียวปลีตามลักษณะของมันได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ (ไฉน, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.1 ผักกาดเขียวปลีธรรมดา เป็นผักกาดดาดชนิดไม่ห่อปลีมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 55-65 วัน ใช้ทำผักกาดดองส่งจำหน่ายในตลาดท้องถิ่น

2.1.1.2 ผักกาดเขียวปลีชนิดห่อปลีแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ พันธุ์ปลีกลม มีลักษณะใบกว้างหนา น้ำหนักผลผลิตสูง แต่มักเกิดอาการปลีแตก แต่ก็เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูก และพันธุ์ปลีแหลม มีลักษณะหัวปลีแหลม น้ำหนักต่อไร่ต่ำกว่าพันธุ์ปลีกลม แต่ไม่ค่อยเกิดอาการปลีแตก

2.1.2 ความสำคัญของผักกาดเขียวปลี

ในประเทศไทยจะปลูกผักกาดเขียวปลีมากในเขตภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดพะเยา ลำปางเชียงราย เชียงใหม่ น่าน และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ นครราชสีมา อุบลราชธานี (ตารางที่ 2.1) แม้ว่าผักกาดเขียวปลีจะสามมารถปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่ระหว่างช่วงเดือนตุลาคมถึงมกราคมจะมีผลผลิตสูงและมีคุณภาพที่ดีคือ มีต้นขนาดใหญ่ ปลีแน่น และมีเปอร์เซ็นต์การห่อปลีมาก เหมาะที่จะใช้ทำผักกาดเขียวปลีดอง

ตารางที่ 2.1 แหล่งผลิตที่สำคัญของผักกาดเขียวปลี

จังหวัด	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	พื้นที่เก็บเกี่ยว (ไร่)
พะเยา	3,535	2,459
ลำปาง	2,266	1,506
น่าน	953	705
เชียงใหม่	258	210
เชียงราย	297	189
นครราชสีมา	285	235
อุบลราชธานี	182	24

ที่มา: ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร กรมส่งเสริมพืชสวน. (2559)

ผักกาดเขียวปลีจะมีธาตุแคลเซียม และธาตุฟอสฟอรัสในปริมาณที่สูง แต่จะมีปริมาณวิตามินชนิดต่างๆต่ำ (ตารางที่ 2.2) ผักกาดเขียวปลีไม่นิยมบริโภคสดเพราะมีรสชาติขมแม้นำมาต้มสุกก็ยังมีรสชาติขมอยู่ จึงนิยมนำมาแปรรูปโดยการดอง ได้แก่ การดองหวาน ดองเค็มและดองเปรี้ยว เนื่องจากจะเป็นการลดรสชาติขมแล้วผักกาดเขียวปลีที่ผ่านการดองจะมีลักษณะ กรอบ ไม่ยุ่ยเปื่อยง่ายอีกด้วย ซึ่งการดองยังเป็นการถนอมอาหารให้มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น และยังสามารถส่งออกไปขายยังต่างประเทศได้

ในประเทศไทยอุตสาหกรรมผักและผลไม้ ถือเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนมาก และอุตสาหกรรมผักกาดดองกระป๋องเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมทั้งในประเทศและส่งออกต่างประเทศ โดยมูลค่าการตลาดของผลิตภัณฑ์ผักกาดดองบรรจุกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในประเทศ ประมาณ 950 ล้านบาทต่อปี และในปี 2554 (ม.ค.-ก.ค.) มีการส่งออกผักกาดดองกระป๋องมีมูลค่ารวม 1288.20 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ซึ่งเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 28.19 จากการส่งออกในปี 2553 ในช่วงเวลาเดียวกัน (ภูริชยา, 2555)

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของผักกาดเขียวปลี (100 กรัม)

สารอาหาร	ปริมาณ	สารอาหาร (มิลลิกรัม)	ปริมาณ
ความชื้น (กรัม)	94.8	เหล็ก	0.2
โปรตีน (กรัม)	1.8	เบต้าแคโรทีน	1.33
ไขมัน (กรัม)	0.1	วิตามินเอ	-
คาร์โบไฮเดรท (กรัม)	1.7	ธัยอะมัน	0.03
เส้นใยอาหาร (กรัม)	0.6	วิตามินบี(ไรโบฟลาวิน)	0.18
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	108	วิตามินซี	55
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	34	ไนอะซีน	0.4

ที่มา: ธัญนีต์ (2542)

2.2 การถนอมอาหาร

การถนอมอาหาร เป็นการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารให้มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยไม่เกิดการเสื่อมเสีย ซึ่งการเสื่อมเสียของอาหาร คือการที่อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและกายภาพ รวมไปถึงลักษณะปรากฏ และคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งการเสื่อมเสียของอาหารจะเกิดจากเอนไซม์ที่มีอยู่ในอาหาร หรือเอนไซม์จากจุลินทรีย์ ดังนั้นหลักการในการถนอมอาหาร คือการขัดขวางหรือทำลายจุลินทรีย์ และเอนไซม์ซึ่งเป็นสาเหตุหลักในการเสื่อมเสีย การถนอมอาหารมี 2 แบบ คือ การถนอมอาหารแบบชั่วคราว มีหลักการคือ จะต้องขัดขวางไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง นานไม่เกิน 6 เดือน เช่น การหมักดองตามบ้าน การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนต่ำ การเก็บอาหารไว้ในตู้เย็น เป็นต้น และ การถนอมอาหารแบบถาวร มีหลักการคือ จะต้องทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียที่มีอยู่ทั้งหมดและเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเข้าไปได้อีก เช่น การบรรจุกระป๋อง การใช้สารเคมี การใช้รังสี เป็นต้น (ศิริลักษณ์, 2520)

2.2.1 สาเหตุที่ทำให้อาหารเน่าเสีย

การเสื่อมเสียของอาหารนั้นเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับอาหารเช่น นิ่มขึ้น เน่า มีเชื้อรา หรือมีกลิ่นผิดปกติไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งการเสื่อมเสียของอาหารเกิดจากสาเหตุสำคัญ 3 ประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.1 การเสื่อมเสียทางกายภาพ

การเสื่อมเสียทางกายภาพจะทำให้อาหารมีลักษณะปรากฏ และลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของอาหารเปลี่ยนไปซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียทางเคมี และจุลินทรีย์ต่อไป แต่ส่วนใหญ่การเสื่อมเสียทางกายภาพจะไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเช่น การเกิดรอยช้ำ การเหี่ยว หรือเกิดจากการเตรียมวัตถุดิบที่ผิดวิธี (พรพล, 2545)

2.2.1.2 การเสื่อมเสียทางเคมี

การเสื่อมเสียทางเคมีของอาหารเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขององค์ประกอบในอาหารแบ่งเป็นสองประเภทใหญ่ๆคือ การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารสีน้ำตาลส่งผลให้อาหารมีสีที่เปลี่ยนแปลงไปรวมทั้งทำให้กลิ่นรสของอาหารเปลี่ยนไปด้วย และ การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดการหื่นมักเกิดขึ้นกับอาหารที่มีไขมันหรือน้ำมันเป็นองค์ประกอบส่งผลทำให้อาหารมีกลิ่นหื่นผิดไปจากเดิม (พรพล, 2545)

2.2.1.3 การเสื่อมเสียทางจุลินทรีย์

การเสื่อมเสียทางจุลินทรีย์เกิดจากจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียหรือเกิดโรคอาหารเป็นพิษ ได้แก่ แบคทีเรีย, ยีสต์ และรา ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเสื่อมเสียทางจุลินทรีย์ คือ องค์ประกอบของอาหาร วอเตอร์แอกทิวิตี้ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจน และสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (สุรีย์, 2553)

2.2.2 หลักการถนอมอาหาร

จุดประสงค์สำคัญของการถนอมอาหารคือ การที่จะทำให้อาหารนั้นมีอายุการเก็บรักษาที่นานที่สุดโดยไม่เน่าเสีย ซึ่งสาเหตุหลักที่ทำให้อาหารเน่าเสียคือการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นหลักการที่สำคัญของการถนอมอาหารคือ การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์เกิดจากปัจจัยต่างๆที่ส่งเสริมในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง องค์ประกอบในอาหาร ปริมาณน้ำอิสระ อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจน เป็นต้น โดยกรรมวิธีของการถนอมอาหารเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้แก่ การถนอมอาหารโดยใช้ความร้อน การถนอมอาหารโดยใช้ความเย็น การถนอมอาหารโดยการทำแห้ง การถนอมอาหารโดยการหมักดองการถนอมอาหารโดยการใช้สารเคมี และการถนอมอาหารโดยการใช้รังสี เป็นต้น

2.3 การถนอมอาหารโดยการหมักดอง

การหมักดองเป็นการถนอมอาหารวิธีหนึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำให้อาหารนั้นสามารถเก็บได้นานยิ่งขึ้นและทำให้เกิดรสชาติและลักษณะทางกายภาพใหม่ๆ การหมักดองสามารถทำได้โดยใช้เกลือ น้ำส้ม หรือน้ำตาล ในปริมาณที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ผลิตกรดและเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย การหมักดองเป็นกระบวนการแปรรูปที่ใช้จุลินทรีย์ ซึ่งอาจแบ่งเป็นกระบวนย่อยที่มีลักษณะคล้ายกันคือ การหมัก (fermentation) และการดอง (pickling)

การหมัก เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่จากวัตถุดิบโดยนำวัตถุดิบตามธรรมชาติมาเติมสารบางชนิดลงไปเช่น เกลือ น้ำตาล และมีการปรับสภาพแวดล้อมการหมักแบบมีอากาศเช่น การหมักให้เกิดแอลกอฮอล์ และการหมักแบบไม่มีอากาศเช่นการหมักน้ำส้มสายชู ซึ่งการปรับสภาพแวดล้อมในการหมักเพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โดยจุลินทรีย์จะเปลี่ยนวัตถุดิบเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ต้องการ

การดอง เป็นกระบวนการเพื่อเก็บรักษาวัตถุดิบ ซึ่งต่างจากการหมักเนื่องจากหลังกระบวนการดองผลิตภัณฑ์ยังคงมีลักษณะใกล้เคียงกับวัตถุดิบก่อนการดอง การดองทำได้โดยเติมสารที่ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ เช่น กรด เกลือ และมีการเติมในปริมาณที่เหมาะสมในการยับยั้งการเจริญ เติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ หรือ ช่วยในการส่งเสริมจุลินทรีย์ให้ผลิตกรดที่ต้องการ เช่นกรดแลกติกที่ต้องการในการดองผักผลไม้ ซึ่งผักผลไม้บางชนิดจะมีรสชาติที่ ขม ฝาด จึงไม่นิยมบริโภคสด แต่นิยมนำมาดองเพื่อทำให้ผักผลไม้มีรสชาติ ขม ฝาด น้อยลงและเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาอีกด้วย

การหมักและการดอง มีกระบวนการที่คล้ายกันจึงมักนิยมเรียกกระบวนการเหล่านี้ว่าการหมักดอง การหมักดองนอกจากจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้นแล้วยังช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสเฉพาะอีกด้วย

2.3.1 การหมักดองอาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท (ศิริลักษณ์, 2525)

2.3.1.1 การหมักดองที่ทำให้เกิดแอลกอฮอล์

การหมักดองที่ทำให้เกิดแอลกอฮอล์เป็นการนำเอาวัตถุดิบประเภทคาร์โบไฮเดรท อาจเป็นแป้งหรือน้ำตาล มาหมักด้วยเชื้อยีสต์บางชนิด เช่น ไวน์ คือการนำน้ำผลไม้มาหมักให้เกิดแอลกอฮอล์เชื้อที่ใช้ในการหมักไวน์คือยีสต์ ซึ่งอาจมีอยู่แล้วในตัววัตถุดิบเอง เช่นในเปลือกองุ่นจะมียีสต์อยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อคั่นเอาน้ำยีสต์เหล่านี้ก็จะติดลงไปด้วยและจะทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ ในสับปะรดจะมียีสต์จำนวนมากบริเวณตาสับปะรด จะสังเกตได้จากน้ำสับปะรดที่ตั้งทิ้งไว้จะมีฟองเกิดขึ้นและมีกลิ่นแอลกอฮอล์ทั้งนี้ก็เนื่องจากยีสต์เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นแสดงดังสมการ 1)

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{enzyme in yeast}} 2C_2H_5OH+2CO_2 \qquad 1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับผลไม้ที่ที่เหมาะสมในการทำไวน์จะมีค่าความเป็นกรดด่าง 3.5-4.5 เนื่องจากยีสต์ที่ผลิตแอลกอฮอล์จะเจริญได้ดีในช่วงนี้และความเป็นกรดของผลไม้ยังช่วยให้ไวน์มีรสชาติที่ดีขึ้น

ข้าวหมาก คือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวเหนียวนึ่ง มีหลักการในการเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์คล้ายกับไวน์ แต่จะเริ่มจากการหมักแป้งสตาร์ช ซึ่งถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลสองชั้นโดยเอนไซม์อะมิลเลส จากรา *Aspergillus oryzae* ในแป้งข้าวหมากเปลี่ยนเป็นน้ำตาลชั้นเดียวโดยเอนไซม์มัลเทสจากยีสต์ในแป้งข้าวหมาก สุดท้ายน้ำตาลชั้นเดียวจึงถูกเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์

2.3.1.2 การหมักดองที่ทำให้เกิดกรดอาซีติก

การหมักดอง ที่ทำให้เกิดกรดอาซีติกได้แก่การหมักน้ำส้มสายชูซึ่งน้ำส้มที่ได้จากการหมักต้องมีกรดอาซีติกไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 โดยปริมาตรโดยหลักการในการเกิดกรดน้ำส้มเริ่มจากน้ำตาลชั้นเดียวที่มีในธรรมชาติหรือเกิดขึ้นในกระบวนการหมักนั้นถูกเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ซึ่งในการหมักแบบนี้ไม่จำเป็นต้องใช้ออกซิเจนและมีการปรับแอลกอฮอล์ประมาณร้อยละ7-8 เพื่อให้กลุ่มบักเตรีสามารถสร้างกรดอาซีติกได้ โดยแอลกอฮอล์จะถูกเปลี่ยนเป็นกรดน้ำส้ม โดยจุลินทรีย์กลุ่มสร้าง อะซีติกจะสร้างในสภาพที่มีออกซิเจนแสดงดังสมการ 2) และ3)

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{enzyme in yeast}} 2C_2H_5OH+2CO_2 \qquad 2)$$

$$2C_2H_5OH \xrightarrow{\text{acetic}} 2CH_3COOH+2H_2O \qquad 3)$$

2.3.1.3 การหมักดองที่ทำให้เกิดกรดแลคติก

การหมักดองที่ ทำให้เกิดกรดแลคติกคือ การหมักเปรี้ยวพวกเนื้อสัตว์ ผัก และผลไม้โดยหลักการหมักดองประเภทนี้คือการเปลี่ยนน้ำตาลชั้นเดียวให้เป็นกรดแลคติกโดยอาศัยเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรดแลคติกแสดงดังสมการ 4) และ5)

$$C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O \xrightarrow{\text{lactase}} 2C_6H_{12}O_6 \text{ (glucose + galactose)} \qquad 4)$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{lactice}} 2CH_3CHOHCOOH \qquad 5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงดัง สมการเกิดขึ้นจากการหมักดองผักและผลไม้ เช่นกะหล่ำปลีดอง ผักกาดดอง มะม่วงดอง เป็นต้น การหมักดองที่ทำให้เกิดกรดแลคติกเป็นการหมักดองที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจน กรดที่เกิดจากการหมักโดยวิธีนี้จะมีประมาณร้อยละ 0.6-1.5

2.3.2 การดองผักผลไม้

การดองผักผลไม้ เป็นการยืดอายุการเก็บรักษาของผักผลไม้ เนื่องจากผักผลไม้บางชนิดเป็นผักผลไม้ที่ปลูกตามฤดูกาล และจะมีประมาณมากในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งทำให้เกิดปัญหาหาผักผลไม้ล้นตลาดการดอง จึงเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ช่วยการยืดอายุการเก็บรักษาผักผลไม้ เป็นการแก้ปัญหาผักผลไม้ล้นตลาดและยังเป็นการดองเพื่อเก็บไว้บริโภคนอกฤดูการ ซึ่งในการดองส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของแบคทีเรียแลคติกทำให้มีอายุการเก็บที่นานขึ้น ผักที่นิยมมาดองส่วนมากจะเป็นแตงกวา หน่อไม้กะหล่ำปลี (Steinkraus, 1995)

กรรมวิธีในการหมักดองผักและผลไม้โดยทั่วไปจะใช้เกลือและอาศัยจุลินทรีย์มาช่วยให้เกิดการหมักดอง ซึ่งจะสร้างกรดแลคติกช่วยให้ผักผลไม้มีกลิ่นรส และเป็นการยืดอายุของผักผลไม้ด้วย การดองผักและผลไม้สามารถแบ่งเป็นประเภทได้ดังนี้

2.3.2.1 การดองด้วยเกลือ

เกลือนอกจากจะให้รสชาติเค็มแล้ว ความเข้มข้นของเกลือยังเป็นตัวกำหนดว่าจะเกิดกระบวนการหมักขึ้นหรือไม่ การดองด้วยเกลือ คือการใช้เกลือหรือน้ำเกลือในการดองผักผลไม้ โดยทั่วไปจะใช้ปริมาณของเกลือให้เหมาะสม และสูงพอที่จะป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้ แต่ไม่สูงเกินไปจนทำให้แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกไม่สามารถเจริญเติบโตได้ น้ำเกลือที่ใช้จะมีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 10-16 แต่เมื่อดองไประยะหนึ่งความเข้มข้นของน้ำเกลือจะลดลง การทำกะหล่ำปลีดองเปรี้ยว จะใช้เกลือประมาณร้อยละ1.5-3.0 ของน้ำหนักกะหล่ำปลี และใช้ในรูปเกลือป่นหลังจากเตรียมผักผลไม้และน้ำเกลือแล้วจะบรรจุใส่ภาชนะที่สะอาดและปิดสนิทเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศเข้า และให้จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกเจริญเติบโตและสร้างกรดขึ้นมาได้ ซึ่งจะทำให้ค่าความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์จะลดลงเนื่องจากมีกรดเกิดขึ้นปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นประกอบกับสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนจะช่วยป้องการการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์ได้ ผักผลไม้ที่มีน้ำตาลต่ำอาจมีการเติมน้ำตาลเพื่อให้เกิดการสร้างกรดได้มากขึ้น และการเติมนำน้ำดองเก่ามาใช้เติมลงไปในน้ำดองใหม่เป็นวิธีที่นิยม เพราะเป็นการเพิ่มปริมาณเชื้อตั้งต้น และจะช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ดองลง อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 18- 20 องศาเซลเซียส (กิตติพงษ์, 2536)

ผักผลไม้ ที่มีน้ำมากเช่น กะหล่ำปลี ผักกาดเขียว ถั่วงอก อาจใช้วิธีการคลุกกับเกลือเม็ดก่อน โดยปริมาณที่ใช้ประมาณร้อยละ 3-5 ของน้ำหนักผัก ซึ่งเกลือจะไปทำหน้าที่เป็นตัวดูดน้ำและน้ำตาลออกจากผักเมื่อมีน้ำตาลจุลินทรีย์ที่สร้างกลุ่มแลคติกก็จะทำงาน และอาจมีการเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลหรืออาหารที่มีน้ำตาลลงไปด้วยเช่น น้ำมะพร้าว น้ำซาวข้าว เพื่อให้แน่ใจว่ามีอาหารสำหรับจุลินทรีย์ การเติมน้ำตาลชนิดต่างๆจะช่วยในการผลิตกรดแลคติก (Wood, 1997)

การดองเกลือเพื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ใช้เป็นเวลานานหรือเรียกว่าการทำ salt stock มักจะทำในช่วงที่วัตถุดิบมีปริมาณมากหรือกรณีที่วัตถุดิบเป็นผักผลไม่ตามฤดูการ และต้องการเก็บวัตถุดิบไว้ใช้ตลอดปี การดองเกลือเพื่อให้เกิดกรดแลคติกทั่วไปนั้นยังไม่สามารถช่วยเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้มีอายุการเก็บรักษาเป็นเวลานานได้ ดังนั้นเมื่อดองจนเกิดกรดแลคติกในช่วงแรกแล้วจึงมีการเพิ่มความเข้มข้นของเกลือให้มีความเข้มข้นที่สูงขึ้นประมาณร้อยละ 16 ขึ้นไป เพราะปริมาณเกลือระดับนี้จะสามารถหยุดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้ เมื่อจะนำผักผลไม้ที่ผ่านการดองเหล่านี้มาใช้จึงจะต้องนำมาแช่น้ำเพื่อเป็นการลดปริมาณเกลือ และนำไปบริโภคหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป และในการเพิ่มปริมาณเกลือควรเพิ่มขึ้นที่ละน้อย เนื่องจากการเพิ่มเกลือในปริมาณสูงทีเดียวจะทำให้วัตถุดิบสูญเสียน้ำเร็วเกินไปจะทำให้ผิวเหี่ยวย่นและผักผลไม้จะมีสีเขียวคล้ำไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การเพิ่มปริมาณเกลือที่ละน้อยจะช่วยให้วัตถุดิบมาสีสวย โดยเฉพาะวัตถุดิบที่มีสีเขียว เช่นผักกาดเขียวปลี ทั้งนี้เนื่องจากช่วงที่ปริมาณเกลือต่ำจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลคติกจะผลิตกรด กรดที่สร้างขึ้นจะทำให้คลอโรฟิลล์เปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลืองซึ่งเป็นลักษณะของผักกาดดองที่ผู้บริโภคต้องการและอาจมีการเติมสารส้มหรือแคลเซียมคลอไรด์ลงไปเพื่อช่วยให้เนื้อสัมผัสมีความกรอบมากขึ้น

2.3.2.2 การดองด้วยกรด

การดองด้วยเกลือ มีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดกรดแลคติกเพื่อช่วยในการเก็บรักษา การดดองด้วยกรด คือการเติมกรดลงไปโดยตรง กรดที่นิยมนำมาใช้ คือกรดอะซิติกซึ่งใช้ในรูปของน้ำส้มสายชู และกรดแลคติก และบางครั้งอาจมีการเติมกรดฟอสฟอริกลงไปด้วย การดองนี้จะใช้เวลาสั้น เพียงเพื่อให้กรดและสารอื่นๆที่เติมลงไปซึมเข้าไปในเนื้อผักผลไม้เท่านั้นก็สามารถนำมาบริโภคได้เพราะไม่ต้องรอให้เกิดกรดใหม่ขึ้นมาเหมือนการดองด้วยเกลือ และอาจมีการเติมส่วนผสมต่างๆเพื่อเพิ่มรสชาติในน้ำดอง เช่น เกลือ น้ำตาล หรือ เครื่องเทศต่างๆ ถ้าต้องการเก็บไว้เป็นเวลานานจะต้องใช้ปริมาณกรดอะซิติก ร้อยละ3-6 และใช้ปริมาณเกลือร้อยละ3-7 หรือถ้าในผลิตภัณฑ์ให้ปริมาณกรดหรือเกลือที่ต่ำกว่านี้ ควรมีการพาสเจอไรซ์เพื่อช่วยให้เก็บได้นานขึ้น (กิตติพงษ์, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ประเภทของผักดอง

ผักดองสามารถจำแนกได้ออกเป็น 4 ประเภทคือผักดองผสมเครื่องเทศ(dill pickle) ผักดองหวาน(sweet pickle) ผักดองเปรี้ยวแบบดองสด(fresh packed pickle) และผักดองเค็ม(brined or fermented pickle) (Cruess, 1985)

2.4.1 ผักดองผสมเครื่องเทศ (dill pickle)

ผักดองที่ได้จากการดองผักหลายๆชนิด เช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก แตงกวา หัวหอม พริก ผสมรวมกันกับเครื่องเทศ โดยนิยมเตรียมเป็นชิ้นพอเหมาะ เช่น กิมจิ คือการนำผักหลายชนิด เช่น กะหล่ำปลี ผักกาด แครอท อัดลงไหให้แน่นโดยคิดเป็นร้อยละ 80-90 ใส่เกลือร้อยละ 2.25 แล้วนำไปฝังดิน หลังจากหมักได้ 1-2 วันจะเทน้ำที่หมักออกแล้วใส่เครื่องเทศเพื่อให้ได้กลิ่นรสที่หอมของผักดอง

2.4.2 ผักดองหวาน (sweet pickle)

ผักดองที่ผ่านการหมักเกลือหรือน้ำส้มแล้วมาเติมน้ำตาลที่ละน้อยเพื่อป้องกันไม่ให้ผักเหี่ยวจะใช้เวลาประมาณ 7-10 วันซึ่งจะได้ความเข้มข้นของน้ำตาลอยู่ที่ 20-40 องศาบริกซ์ และเติมน้ำส้มสายชูประมาณร้อยละ 2 เพื่อให้ได้รสชาติเปรี้ยว เช่น แตงกวาดอง

2.4.3 ผักดองเปรี้ยวแบบดองสด (fresh packed pickle)

เป็นผักดองที่ใช้น้ำส้มบริสุทธิ์ในการหมักจะใช้น้ำส้มความเข้มข้นร้อยละ4-6 ซึ่งเป็นวิธีการหมักที่ง่ายและเร็ว นิยมทำในระดับครอบครัวโดยนำผักมาล้างทำความสะอาดแล้วบรรจุในขวด เติมน้ำเกลือปรุงรสด้วยน้ำส้มสายชูและเครื่องเทศแล้วพาสเจอไรซ์ ในสหรัฐอเมริกานิยมเรียกว่า พิคเกิล (pickle)

2.4.4 ผักดองเค็ม (brined or fermented pickle)

ผักดองเค็มมีเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องทำให้เกิดกลิ่นรสเปรี้ยวจากการหมักโดยใช้เกลือหรือน้ำเกลือจึงเรียกว่า fermented pickles หรือ brined pickles ในการดองผักจะต้องให้น้ำท่วมผัก เวลาในการหมักขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการหมักระหว่างการหมักสีของผักจะจางลง และเกิดรสเปรี้ยวจากกรดแลกติก การดองเค็มสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.4.4.1 การดองเกลือเม็ด

วิธีนี้จะใช้เกลือที่เป็นชนิดเม็ดหรือผง ผสมรวมลงในวัตถุดิบโดยตรงเกลือจะดูดน้ำจากวัตถุดิบผสมละลายกลายเป็นน้ำเกลือโดยสารอาหาร และน้ำตาลจะถูกดึงมาด้วย และน้ำตาลก็จะเป็นอาหารให้เชื้อจุลินทรีย์สร้างกรดแลกติกต่อไป

2.4.4.2 การดองด้วยน้ำเกลือ

วิธีนี้มักใช้กับผักผลไม้ที่เป็นผล เช่นแตงกวา มะม่วง ทำให้ถังขนาดใหญ่ผักผลไม้จะอ่อนตัวภายใน 24 ชั่วโมง ในระยะแรกจะมีจุลินทรีย์มากมายทั้งแบบเน่าเสีย และพวกที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กรดเกลือทำหน้าที่ในการลดการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียในขณะที่เชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดได้จะผลิตกรดมาช่วยยืดอายุการเก็บรักษาต่อไป

2.5 กระบวนการผลิตผักกาดเขียวปลีดอง

ผักกาดดอง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผักกาดเขียวปลีหรือผักกาดชนิดอื่นๆที่เหมาะสม ทั้งหัวหรือตัดเป็นชิ้นตามขนาดที่ต้องการ นำมาดองในน้ำดอง (ของเหลวที่ประกอบด้วยเกลือและอาจมีการเติมสารช่วยทำให้กรอบ) ในระยะเวลาที่เหมาะสม โดยลักษณะผักกาดดองทั่วไปต้องมีลักษณะที่ดีตามธรรมชาติของผักกาดดอง มีเนื้อสัมผัสที่กรอบ ไม่เละ อาจมีตำหนิได้บ้างเล็กน้อย และต้องไม่มีฝ้าขาวหรือฟองอันเนื่องมาจากการหมักสี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติ ไม่คล้ำและไม่มีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักกาดดอง, 2547)

ผักกาดเขียวปลีไม่นิยมบริโภคสดเพราะมีรสชาติขม จึงนิยมนำมาแปรรูปโดยการดอง ซึ่งเป็นการถนอมอาหารให้มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยกรรมวิธีในการดองผักกาดเขียวปลีจะมีวิธีการดองที่หลากหลายวิธีเช่น ผักกาดเขียวปลีดองเปรี้ยว ดองเค็ม ดองหวาน หรือการนำผักหลายๆชนิดมาหมักดองรวมกับเครื่องเทศที่เรียกว่า กิมจิ กระบวนการผลิตผักกาดเขียวปลีดองจะมีวิธีและเทคนิคที่แตกต่างกันไปเช่น

ศรีสมร (2543) มีวิธีการผลิตผักกาดดองโดยการล้างผักกาดเขียวปลี 1 กิโลกรัม ให้สะอาดแล้วนำไปผึ่งให้เหี่ยวจากนั้นนำมาเรียงในโหล จากนั้นเติมน้ำเกลือที่ได้จากการผสมน้ำ 750 มิลลิลิตร รวมกับเกลือ 100 กรัม และน้ำตาลทราย 10 กรัม หมักทิ้งไว้ประมาณ 3-4 วันจนมีรสเปรี้ยว

อำภา (2540) นำผักกาดเขียวปลี 1 กิโลกรัมมาล้างทำความสะอาด จากนั้นนำไปผึ่งแดดให้เหี่ยวประมาณ 1 วัน นำผักที่พึ่งแดดแล้วมาเรียงในไหที่สะอาด เทน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 10-15 ลงไปให้ท่วมเติมน้ำตาลทราย 1 ช้อนโต๊ะ จากนั้นทับด้วยของหนักหมักดองไว้จนเปรี้ยว

2.6 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดอง

ผักกาดดองเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการถนอมอาหารโดยวิธีการดอง ซึ่งผักกาดดองที่ดีนั้นมาจากวิธีการดองที่ดี ดังนั้นจึงจะต้องมีการควบคุมสภาวะในการดองที่เหมาะสมเพื่อให้ผักกาดองที่ได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานกำหนด ซึ่งปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อคุณภาพผักกาดดองได้แก่ ปริมาณเกลือ อุณหภูมิ ระยะเวลาการหมักดอง และจุลินทรีย์

2.6.1 เกลือ (NaCl)

เกลือ มีชื่อทางเคมีว่า Sodium Chloride (NaCl) เกลือบริสุทธิ์นั้นมีลักษณะสีขาวผลึกรูปร่างไม่คงที่แต่จัดว่าเป็นลูกบาศก์เกลือมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น (อรวรรณ, 2543) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการแปรรูปผักผลไม้ เกลือบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหารเนื่องจากราคาถูก และใช้ได้หลากหลายทั้งในการปรุงอาหาร และถนอมอาหารช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (กรมอนามัย, 2554) ในอาหารหมักดองอาจใช้ในรูปของน้ำเกลือหรือเกลือเม็ด โดยจะใช้ในปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ว่าต้องการให้ป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด บางส่วนหรือเพียงต้องการให้เกิดขบวนการหมักให้เกิดกรดในอาหาร

เกลือในกระบวนการหมักดองผักและผลไม้ ผักผลไม้ที่มีน้ำมากเช่น กะหล่ำปลี ผักกาดเขียว ถั่วงอก อาจใช้วิธีการคลุกกับเกลือเม็ดก่อน โดยปริมาณที่ใช้ประมาณร้อยละ 3-5 ของน้ำหนักผัก ซึ่งเกลือจะไปทำหน้าที่เป็นตัวดูดน้ำและน้ำตาลออกจากผักเมื่อมีน้ำตาลจุลินทรีย์ที่สร้างกลุ่มแลกติกก็จะทำงาน แต่ในกรณีที่ความเข้มข้นเกลือสูงกว่าร้อยละ 16 ขึ้นไป แบคทีเรียแลกติกจะไม่สามารถเจริญได้ ผักและผลไม้ดองจะมีรสเค็มเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้เกลือยังมีหน้าที่อื่นๆอีก เช่น สามารถช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผักกาดเขียวปลีเช่น แบคทีเรียจำพวก *Pseudomonad* และช่วยให้แบคทีเรียแลคติกเจริญได้ดี (สุมณฑา, 2545) ช่วยให้ผักผลไม้มีความกรอบมากยิ่งขึ้น โดยการยับยังเอนไซม์ pectinase และ cellulase ที่จะย่อยสลาย pectin และ cellulose ที่จะทำให้ผักผลไม้นิ่มลง (Adam, 2002) และช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติที่ดีขึ้น

2.6.2 อุณหภูมิในการดอง

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญอีกหนึ่งปัจจัยที่มีบทบาทในการเร่งหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยในการผลิตผักดองเปรี้ยวจุลินทรีย์ที่สำคัญคือ แลกติกแอซิดแบคทีเรียซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้ผักดองมีรสชาติเปรี้ยว และทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ต่ำลงจนทำให้เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค และเชื้อจุลิทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียไม่สามารเจริญเติบโตได้ ซึ้งอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของแลกติกแอซิดแบคทีเรียจะอยู่ระหว่าง 20-24 องศาเซลเซียส (ศิริลักษณ์, 2525)

2.6.3 ระยะเวลาในการดอง

ระยะเวลาในการดองเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของผักกาดดอง โดยระยะเวลาในการดองนอกจากจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของแลกติดแอซิดแบคทีเรียแล้ว ยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี และกายภาพของผักกาดดอง ให้เป็นที่ยอมรับและมีคุณภาพตรงตามมาตรฐานกำหนด นอกจากนี้ระยะเวลาในการดองจะขึ้นอยู่กับปัจจัยของความเข้มข้นเกลือ และอุณหภูมิในการดองด้วย

2.6.4 จุลินทรีย์

ในกระบวนการดองผักนั้นนอกจากเกลือแล้วยังต้องอาศัยจุลินทรีย์เพื่อช่วยให้เกิดการหมัก ซึ่งจุลินทรีย์นั้นอาจปนเปื้อนมากับผักหรือมีการเติมหัวเชื้อเข้าไป จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมผักผลไม้ดองคือ แลคติกแอซิด แบคทีเรีย เป็นจุลินทรีย์ที่จัดอยู่ในวงศ์ *Lactobacteriaceae* ประกอบด้วยสกุลต่างๆได้แก่ *Leuconostoc sp., Lactobacilus plantaru,*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lacto-bacillus brevis และ *pediococus sp.* มีคุณสมบัติเป็นแกรมบวก รูปร่างเป็นแท่งหรือกลม ไม่สร้างสปอร์ สามารถย่อยสลายสารอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรทให้เป็นกรดแลคติก กรดอะซิติก

2.6.4.1 แบคทีเรียแลคติก (Lactic acid bacteria)

แบคทีเรียแลคติกเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการหมักดองผักผลไม้ ซึ่งแบคทีเรียแลคติกมีสมบัติยับยั้งจุลินทรีย์ในผักดอง โดยจะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในผลิตภัณฑ์ต่ำลง ความเป็นกรดสูงขึ้นทำให้จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (สุมณฑา, 2545)

2.7 การเปลี่ยนแปลงระหว่างการดอง

2.7.1 การเปลี่ยนแปลงสีของผัก

สีเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้อาหารน่ากิน ซึ่งในผักจะมีสีเขียวเป็นส่วนใหญ่สีเขียวในผักเกิดจากเม็ดสีหรือรงควัตถุที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์ เป็นเม็ดสีที่ให้สีเขียวแก่ผัก อยู่ในคลอโรพลาสต์ ซึ่งอยู่ใกล้ผนังเซลพบในทุกส่วนที่มีสีเขียว ในคลอโรฟิลล์มีแมกนีเซียมเมื่อได้รับความร้อน และมีกรดอินทรีย์อยู่ด้วยไฮโดรเจนจะเข้าไปแทนที่แมกนีเซียมจะได้สารที่เรียกว่า ฟีโอไฟติน ซึ่งมีสีเขียวอมน้ำตาล แต่ในการสลายตัวของคลอโรฟิลล์นั้นจะมีเอนไซม์ Chlorophyllase ทำหน้าที่เป็นคะตะลิสต์ในปฏิกิริยาการสลายตัวของคลอโรฟิลล์แสดงดังสมการ 6) (นิธิยา, 2549)

$$\text{Chlorophyll} + H_2O \xrightarrow{\text{Chlorophyllase}} \text{Phytol} + \text{Chlorophyllide} \qquad 6)$$

ซึ่งในกระบวนการดองผักนั้นพบว่ากรด และความร้อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำให้ผักดองเกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีของผักดองที่เป็นที่ยอมรับ นอกจากนี้ในเนื้อเยื่อผักยังมีรงควัตถุคาโรทีนอยด์ ซึ่งจะปรากฏชัดขึ้นเมื่อคลอโรฟิลล์สลาย โดยทั่วไปคาโรทีนอยด์เป็นสารไม่คงที่ในสภาพที่มีแสง ออกซิเจน และถูกออกซิไดซ์โดยเอนไซม์ lipoxidase ทำให้ปริมาณคาโรทีนอยด์ ลดลง ซึ่งในผักกาดเขียวปลีจะพบเบต้าคาโรทัน คลอโรฟิลล์เอและบี แต่เมื่อผ่านการดดองพบว่ารงควัตถุเหล่านี้จะลดลง (ฟองจันทร์, 2545)

2.7.2 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส

เนื้อสัมผัสของผักขึ้นอยู่กับเซลลูโลสในเนื้อเยื่อพืชที่เป็นดครงสร้างของพืช และปริมาณน้ำภายในเซล โดยเมื่อมีปริมาณน้ำมากเซลจะพองและเต่งขึ้นเกิดแรงดันเรียกว่า แรงเต่ง แต่เมื่อใดที่น้ำเคลื่อนที่ออกมามากผักก็จะเหี่ยวและไม่กรอบ การที่น้ำเคลื่อนที่เข้าออกเซลได้เนื่องจากมีแรงดันออสโมซิส ดันให้น้ำเคลื่อนที่จากสารละลายที่เจือจางไปยังสารละลายที่มีความเข้มข้นกว่า (ประชา, 2519)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 การเปลี่ยนแปลงรสชาติ

ผักมีรสชาติมาจากสารหลายอย่างโดยเฉพาะ มาจากกรด น้ำตาล และสารให้กลิ่นระเหยได้ ผักตระกูลกะหล่ำจะมีกลิ่นฉุน และกลิ่นซัลเฟอร์ ส่วนใหญ่เกิดจาก mustard oil เกิดจากสารพวก Thiogycoside เมื่อผักถูกทำลายโดยการตัดแต่งทำให้เอนไซม์ myrosinase ในผักเริ่มทำการย่อย Thiogycoside เปลี่ยนเป็นสารไอโซไธโอไซยาเนต ไธโอไซยาเนต และไนไตร์ล ทำให้เกิดกลิ่นฉุน (ฟองจันทร์, 2545) นอกจากนั้นกระบวนการดองทำให้เกิดปฏิกิริยาต่างๆจากเอนไซม์ในผักและเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับผักทำให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะขึ้นในผักดอง โดยกลิ่นรสของผักดองเกิดจากการทำงานของแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกเป็นหลัก

2.7.4 การเปลี่ยนแปลงจากการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการดอง

ในกระบวนการดองสามารถแบ่งระยะการทำงานของจุลินทรีย์ได้เป็น 4 ระยะตามการศึกษาของ Fleming (1982) ได้ดังนี้

2.7.4.1 ระยะเริ่มต้น เป็นระยะที่จุลินทรีย์ทั่วไปที่ปนเปื้อนมากับผัก ซึ่งส่วนมากเป็นแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างกรดแลคติกมากกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น โดยจุลินทรีย์พวกนี้จะสร้างกรดแลคติกและจะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำเกลือต่ำลงและเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำลงก็สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้

2.7.4.2 ระยะที่หนึ่งเป็นระยะที่จุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกไม่สามารถเจริญเติบโตได้เนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำลงพอที่จะยับยั้งการเจริญเติบโต

2.7.4.3 ระยะที่สองเป็นระยะที่แบคทีเรียแลคติกหยุดการเจริญเติบโตเนื่องจากทนสภาวะที่มีกรดสูงไม่ไหวขณะที่คาร์โบไฮเดรทบางส่วนถูกย่อยไม่หมดทำให้ fermentative yeast เจริญเติบโตแทนและใช้คาร์โบไฮเดรทที่เหลือรวมทั้งใช้กรดแลคติกเป็นแหล่งพลังงานทำให้ปริมาณกรดลดลง ส่งผลให้กลิ่นรส สี และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลดลง

2.7.4.4 ระยะหลังการหมักดอง ระยะนี้เป็นระยะที่จะพบจุลินทรีย์รวมทั้งแบคทีเรีย ยีสต์ รา และฟิล์มซึ่งเป็นสาเหตุของการเน่าเสียโดยยีสต์ และราจะเจริญเป็นฝ้าอยู่บริเวณหน้าของผักดอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การยำ

การยำ คือการนำเอาอาหารประเภทพืชผัก และเนื้อสัตว์หลายชนิดมาคลุกเคล้ากับน้ำยำที่มีรสชาติ เปรี้ยว หวาน เค็ม และ เผ็ด จนให้รสชาติซึมซาบเข้ากัน ยำจัดเป็นอาหารเรียกน้ำย่อยแบบเดียวกับสลัด แต่ยำหรือสลัดแบบไทยจะมีรสชาติที่หลากหลายแตกต่างกันไปตามชนิดของยำ

น้ำยำ คือน้ำที่ปรุงรสแล้วนำมาคลุกเคล้ากับส่วนผสมของผักหรือเนื้อสัตว์ต่างๆตามประเภทของยำ น้ำยำมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับประเภทของยำ น้ำยำโดยทั่วไปสามารถแบ่งวัตถุดิบส่วนผสม และประเภทของยำได้ดังนี้

-น้ำยำแบบไม่เผ็ด มีส่วนประกอบของน้ำปลา น้ำตาล และน้ำมะนาวในอัตราส่วนเท่าๆกัน

-น้ำยำแบบมีพริกหั่น มีส่วนผสมเหมือนน้ำยำแบบชนิดแรกแต่มีการเพิ่มพริกขี้หนูหั่นเข้าไปเหมาะกับยำเนื้อ, ยำกุนเชียง เป็นต้น

-น้ำยำแบบรสเผ็ดจัดจะมีการเพิ่มพริกขี้หนูตำละเอียดลงไปเหมาะกับยำประเภททะเล

-น้ำยำแบบใส่น้ำพริกเผาเป็นน้ำยำที่มีการใส่น้ำพริกเผาและกะทิลงไปใช้ในการปรุงยำหัวปลี เป็นต้น

2.9 การให้ความร้อนเพื่อการถนอมอาหาร

ความร้อนสามารถทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ และความร้อนทำให้เอนไซม์ต่างๆที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เสื่อมสภาพลง อีกทั้งยังทำลายสารพิษ พยาธิ และแมลงต่างๆ ที่ไม่สามารถทนต่อความร้อนได้อีกด้วย การใช้ความร้อนในการถนอมอาหารสามารถแบ่งออกตามระดับความร้อนได้เป็น 2 วิธีคือ การใช้ความร้อนต่ำ และการใช้ความร้อนสูง (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2552)

การใช้ความร้อนต่ำหรือการใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์เป็นการใช้ความร้อนต่ำกว่าอุณหภูมิน้ำเดือดมีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายจุลินทรีย์พวกที่ไม่สร้างสปอร์ และแบคทีเรียที่ไม่ทนความร้อนเพื่อคงคุณภาพของอาหารไว้ การใช้ความร้อนสูงหรือการใช้ความร้อนระดับสเตอริไลส์เป็นการใช้ความร้อนที่สูงกว่าอุณหภูมิน้ำเดือด เป็นการใช้ความร้อนซึ่งสามารถทำลายจุลินทรีย์ในอาหารได้ทั้งหมด แต่การใช้ความร้อนในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆร่วมด้วยดังนี้

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ เช่น น้ำผักผลไม้ ผลไม้ และผักดอง ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ก็เพียงพอในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์แล้วเนื่องจากมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ ซึ่งก็ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียไม่สามารถเจริญเติบโตได้อยู่แล้ว

เกลือ ผลิตภัณฑ์ที่มีเกลือสูงความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ก็สามารถทำลายเชื้อเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียได้แล้ว เนื่องจากเกลือมีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์อยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาล ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลในปริมาณมาก เช่น นมข้น น้ำเชื่อมความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ก็สามารถทำลายเชื้อเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียได้แล้ว เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำอยู่แล้ว ซึ่งเมื่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำ ก็ถือเป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื่อจุลินทรีย์ได้ขั้นหนึ่งแล้ว

ในผลิตภัณฑ์ผักกาดดองซึ่งเป็นอาหารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ และมีปริมาณเกลือสูงอยู่แล้วดังนั้นความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ก็เพียงพอในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียในอาหารได้

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Desai และคณะ (1997) ได้ทำการแยกเชื้อแบคทีเรียแลกติก จากกะหล่ำปลีและผักกาดดองแล้วคัดเลือกเชื้อจำนวน 6 สายพันธุ์ ตามลักษณะการหมักแบบ Homo-และHetero-fermentative การทนเกลือ อัตราการสร้างกรดและใช้เชื้อทั้ง 6 สายพันธุ์เป็นเชื้อตั้งต้นในการดองผักต่างๆ พบว่า น้ำดองผักมีความเป็นกรดสูงร้อยละ 0.6-0.7 เมื่อดองผักได้ 4 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส และเมื่อดองผักด้วยแบคทีเรียแลคติกดังกล่าว โดยใส่เกลือร้อย 4, $CaCl_2$ ร้อยละ0.1 และกรดซอร์บิกร้อยละ 0.1 พบว่าหลังดองผักไว้ 2 เดือน ที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียสผักที่ดองก็ไม่มีการเน่าเสียยังคงสีสดเหมือนธรรมชาติและมีรสชาติเป็นที่ถูกปากอีกด้วย

Viander และคณะ (2003) ศึกษาผลกระทบของการดองกะหล่ำปลีด้วยโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณต่ำโดยมีความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 0.5 และ 1.2 ตามลำดับและใช้เกลือผสมร้อยละ 0.3 (KCL ร้อยละ 28 , NaCl ร้อยละ 57)พบว่า ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 1.2 มีการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง รวดเร็วที่สุดสำหรับกรดแลคติก และกรดอะซิติกพบว่า ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 0.5 เกิดการสร้างกรดแลคติกมากที่สุดในวันที่ 3 ของการหมัก และลดลงเรื่อยๆ ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 1.2 เกิดการสร้างกรดแลคติกมากที่สุดในวันที่ 3 และ 4 ของการหมัก และลดลงเรื่อยๆ ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 0.3 เกลือผสม เกิดการสร้างกรดแลคติกมากที่สุดในวันที่ 7 ของการหมัก

ฟองจันทร์ (2543) ศึกษาผลของความเข้มข้นเกลือและระยะเวลาในการหมักต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผักกาดเขียวปลีดองเค็ม โดยศึกษาผลของความเข้มข้นเกลือที่ร้อยละ 5 , 10, 15 และ 20 และระยะเวลาในการหมัก30, 45, 60 วันต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผักกาดเขียวปลีดองเค็มจากการศึกษาพบว่าเมื่อความเข้มข้นเกลือเพิ่มขึ้น ความเค็ม ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณกรดและเชื้อแลกติกแอซิดแบคทีเรียทั้งหมดลดลง และในระหว่างการหมัก 60 วันความเค็ม ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงแต่ปริมาณกรดและเชื้อแลกติกแอซิดแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นจำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นเฉพาะ 20 วันแรกของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหมักเท่านั้น ซึ่งเกลือความเข้มข้นร้อยละ 10 ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงกรดทั้งหมดและเชื้อแลกติกแอซิดแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้น

วิจิตรา (2550) ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดดอง โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ขั้นตอนขั้นตอนแรกเป็นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองในเขตกรุงเทพมหานครพบว่าผักกาดเขียวปลีดองทุกตัวอย่างมีค่าความเป็นกรด-ด่างตรงตามมาตรฐาน แต่มีเพียงร้อยละ71.4 ของตัวอย่างจากห้างสรรพสินค้าที่มีคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ตามมาตรฐานกำหนดส่วนตัวอย่างจากตลาดสดมีเพียงร้อยละ 60 ที่มีคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ตามมาตรฐานกำหนด และทุกตัวอย่างมีคุณสมบัติทางด้านสี กลิ่น รสเปรี้ยว และความกรอบตรงตามความต้องการของผู้บริโภคยกเว้นความเค็มที่มีมากเกินไป ขั้นตอนที่สองเป็นการศึกษากระบวนการผลิตผักกาดดอง โดยการศึกษากระบวนการผลิตเริ่มด้วยการดองเกลือที่ความเข้มข้นต่ำร้อยละ 1.3 เปรียบเทียบกับผักกาดดองที่ดองด้วยความเข้มข้นเกลือสูง (ร้อยละ3, 6, 9, และ 12) และขั้นที่สามเป็นการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

Dayun และคณะ (2008) ได้ทำการศึกษาการดองผักกาดเขียวปลีที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5, 8, 10 โดยที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 มีการใส่หัวเชื้อ Bacillus coagulans B179 เป็นหัวเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิ 15-23 องศาเซลเซียส พบว่าที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงเร็วและมีปริมาณกรดที่สูงกว่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 8 และ 10 ตามลำดับ และเมื่อเทียบการดองเกลือที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 ที่ใส่และไม่ใส่หัวเชื้อ พบว่าความเข้มข้นเกลือที่ร้อยละ 5 ที่ใส่หัวเชื้อจะเกิดการหมักที่เร็วกว่า ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าและมีปริมาณกรดสูงกว่า

Xiong และคณะ (2016) ได้ศึกษาผลของความเข้มข้นของเกลือในการหมักกะหล่ำปลีดองต่อปริมาณแลคติกแอซิดแบคทีเรีย จากการศึกษาพบว่าค่าความเข้มข้นของเกลือที่แตกต่างกันไปส่งผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของกะหล่ำปลีดอง และปริมาณความเข้มข้นเกลือที่สูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณแลกติกแอซิดแบคทีเรียลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ผักกาดเขียวปลี	ตลาดไท	ไทย
3.1.2 เกลือ	ท็อปซุปเปอร์มาเก็ต	ไทย
3.1.3 น้ำตาลทราย	ลิน	ไทย
3.1.4 น้ำส้มสายชู	ทิพรส	ไทย
3.1.5 ซีอิ๊วขาว	ง่วนเชียง	ไทย
3.1.6 ผงมะนาว	คนอร์	ไทย
3.1.7 พริกขี้หนู	ท็อปซุปเปอร์มาเก็ต	ไทย

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง	Sartorius, Bp3100S	เยอรมัน
3.2.2 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง	Denver, SI-234	เยอรมัน
3.2.3 เครื่องวัดสี (Color meter)	Konica Minolta, CR 400	ญี่ปุ่น
3.2.4 เครื่อง Texture Analyzer	TAxt-plus	อังกฤษ
3.2.5 Hot plate	IKA, C-MAG HS7	เยอรมัน
3.2.6 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)	Mettler Toledo	สวิสเซอร์แลนด์
3.2.7 เทอร์โมมิเตอร์		
3.2.8 เครื่องแก้ว		
3.2.9 ตู้แช่ควบคุมอุณหภูมิ		

3.3 สารเคมี

3.3.1 Sodium chloride (NaCl)	Calo Erba	เยอรมัน
3.3.2 Sodium hydroxide (NaOH)	Merck	เยอรมัน
3.3.3 Sulfuric Acid	Mer	เยอรมัน
3.3.4 Octanol	Ajax Finechem	ออสเตรเลีย
3.3.5 Potassium Chromate	Ajax Finechem	ออสเตรเลีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 Celite	Fluka	สวิสเซอร์แลนด์
3.3.7 Silver nitrate	Merck	เยอรมัน
3.3.8 Sodium thiosulfate	Merck	เยอรมัน
3.3.9 Ferric Ammonium sulphate	Merck	เยอรมัน
3.3.10 Nitric	Calo Erba	เยอรมัน
3.3.11 Phenolpthaline	Merck	เยอรมัน

3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.4.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการดองผัดกาดเขียวปลี

นำผักกาดเขียวปลีขนาดประมาณหัวละ400-500 กรัมโดยตัวอย่างถูกบรรจุลงถุงพลาสติกจากนั้นถูกนำมาส่งที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทำการล้างทำความสะอาดโดยการแช่น้ำ 5 นาทีและตัดแต่งกาบที่เสีย และใบที่เหลืองออกคัดเลือกผักที่มีขนาดต้น 300 กรัมหั่นครึ่ง นำมาคลุกเคล้าเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักผักกาด ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 คืนเพื่อให้ผักมีการคายน้ำและอ่อนตัวลงจากนั้นเทน้ำออกแล้วนำผักที่ได้มาดองในสภาวะที่ศึกษาคือ ความเข้มข้นเกลือ, อุณหภูมิ และ เวลาในการหมักดอง โดยกำหนดให้ความเข้มข้นน้ำเกลือเท่ากับร้อยละ 5, 7.5 และ 10 และอุณหภูมิเท่ากับ 20, 25 และ 30 องศาเซลเซียส และเวลาในการหมักดองเท่ากับ 10, 20 และ 30 วัน ขั้นตอนการหมักดองแสดงในรูป 3.1 และตรวจวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ดังนี้

1.วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

- ปริมาณเกลือ (AOAC, 2000) (ภาคผนวก ข1.)
- ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 1995) (ภาคผนวก ข2.)
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (เครื่องวัด pH) (ภาคผนวก ข3.)

2.วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

- วัดค่าความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัด Texture Analyzer (ภาคผนวก ค1.)
- วัดค่าสี (L^*, a^*, b^*) ด้วยเครื่อง CR-400 (ภาคผนวก ค2.)

3.วิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

- ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1995) (ภาคผนวก ง1.)
- ปริมาณแลกติกแอซิดแบคทีเรีย (AOAC, 1995) (ภาคผนวก ง2.)

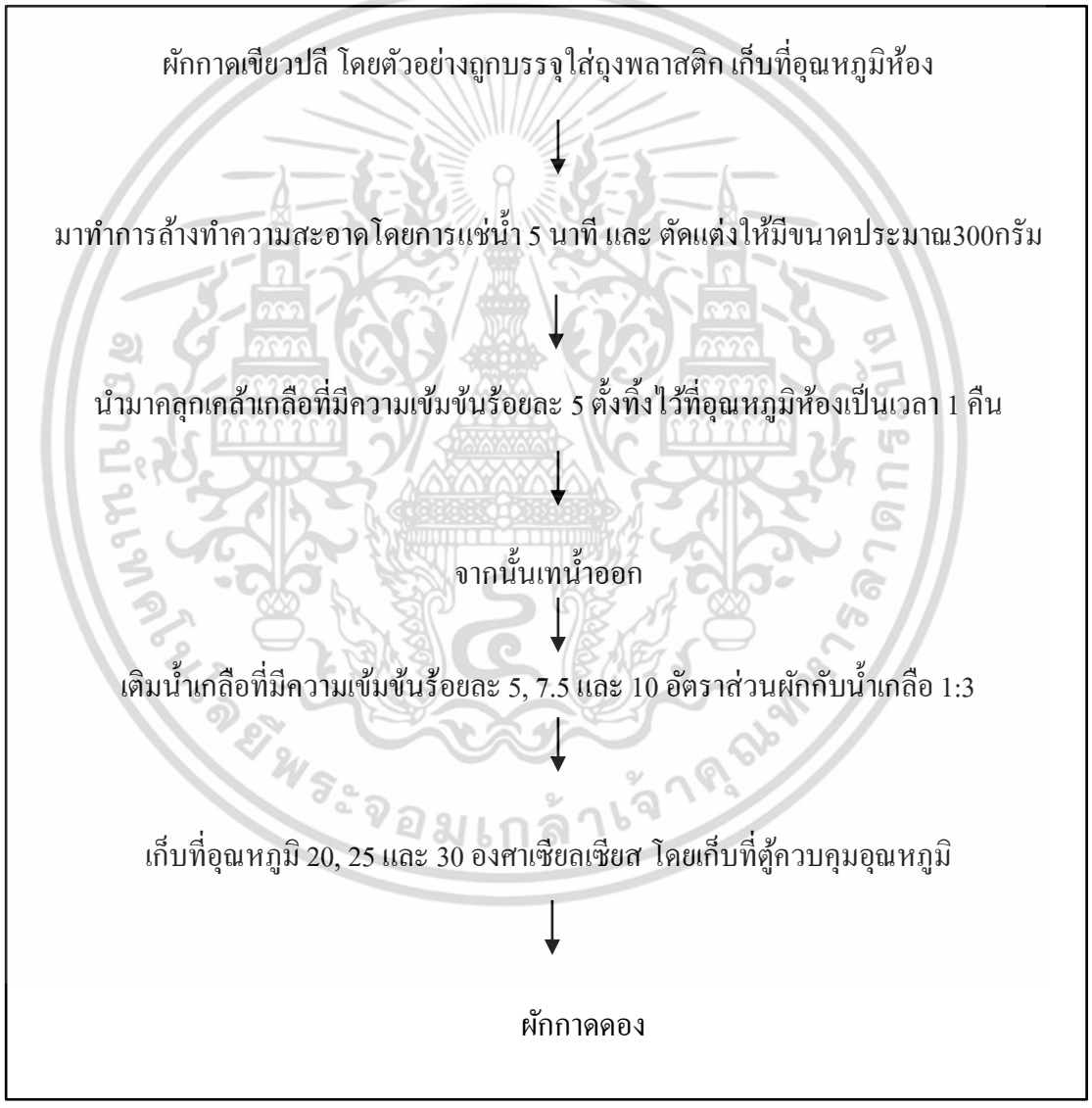
4.การทดสอบทางประสาทสัมผัส

- ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านสี, กลิ่น, เนื้อสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน เตรียมตัวอย่างก่อนเสิร์ฟโดยการนำตัวอย่างที่ได้บรรจุลงขวดแก้วฆ่าเชื้อที่ 98 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ก่อนเสิร์ฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลข้อที่1 และ 2 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลในข้อที่ 4 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการหมักดอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ศึกษาวิธีการลดเกลือในผักกาดเขียวปลีดอง

ทำการตัดแต่งผักกาดเขียวปลีดองที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.4.1 ให้มีขนาดกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร แล้วมาศึกษาวิธีการลดปริมาณเกลือในผักกาดเขียวปลีดอง โดยการแช่น้ำที่อัตราส่วนผักกาดเขียวปลีดองต่อน้ำคือ 1:2, 1:3, และ 1:4 เป็นเวลา 5 ชั่วโมงโดยทำการคนทุกๆ 15 นาที และเปลี่ยนน้ำทุกๆ 1 ชั่วโมงตลอดการทดลอง เก็บตัวอย่างผักกาดดองเพื่อมาตรวจวิเคราะห์ทุกๆ 1 ชั่วโมงโดยทำการตรวจวิเคราะห์ค่าต่างๆดังนี้

1.วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

- ค่าปริมาณเกลือ (AOAC, 2000) (ภาคผนวก ข1.)

2.วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

- วัดค่าความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัด Texture Analyzer (ภาคผนวก ค1.)
- วัดค่าสี (L^*, a^*, b^*) ด้วยเครื่อง CR-400 (ภาคผนวก ค2.)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.4.3 ศึกษาการยอมรับของยำผักกาดดอง

ศึกษาสูตรยำผักกาดดองจากแหล่งต่าง ๆ จำนวน 3 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 3.1 โดยการนำผักกาดดองที่ผ่านการลดเกลือในข้อ 3.4.2 มาทำการตัดแต่งให้มีขนาดกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร นำมายำโดยใช้วิธีการยำเดียวกันในสูตรน้ำยำที่ต่างกัน 3 สูตร โดยอัตราส่วนระหว่างผักกาดดอง : น้ำยำ เท่ากับ 1 : 1 แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ, สี, กลิ่น, เนื้อสัมผัส, ความเค็ม, ความเปรี้ยว, ความหวาน, ความเผ็ด และ ความชอบโดยรวม ทดสอบความพอดีในด้านด้านลักษณะปรากฏ, สี, กลิ่น, เนื้อสัมผัส, ความเค็ม, ความเปรี้ยว, ความหวาน, และความเผ็ด ด้วยวิธี Just about right scale และทำการตรวจวิเคราะห์ค่าต่างๆดังนี้

1.วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

- ปริมาณเกลือ (AOAC, 2000) (ภาคผนวก ข1.)
- ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 1995) (ภาคผนวก ข2.)
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (เครื่องวัด pH) (ภาคผนวก ข3.)

2.วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

- ค่าความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัด Texture Analyzer (ภาคผนวก ค1.)
- วัดค่าสี (L^*, a^*, b^*) ด้วยเครื่อง CR-400 (ภาคผนวก ค2.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.วิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

- ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1995) (ภาคผนวก ง1.)
- ปริมาณแลกติกแอซิดแบคทีเรีย (AOAC, 1995) (ภาคผนวก ง2.)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ การทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมสำหรับยำผักกาดดอง

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของน้ำยำผักกาดดองทั้ง 3 สูตร

ส่วนผสม	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
น้ำเปล่า	74	68	67
ซีอิ๊วขาว	4	4	4
น้ำตาลทราย	6	12	12
น้ำมะนาว	12	8	4
น้ำส้มสายชู	0	4	9
พริกขี้หนู	4	4	4

ที่มา:ดัดแปลงจากหนังสือเทคโนโลยีอาหารและเครื่องดื่ม, สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์, มสธ.
หมายเหตุ:น้ำมะนาวเตรียมจากผงมะนาวต่อน้ำให้อัตราส่วน 1:3

3.4.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของยำผักกาดดองเมื่อผ่านการให้ความร้อน

ยำผักกาดดองสูตรที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.3 มาบรรจุในขวดแก้วแล้วฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส นาน 12 นาที(สภาวะโรงงาน) จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้มาเปรียบเทียบกับยำผักกาดดองที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ มาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสและทำการตรวจวิเคราะห์ค่าต่างๆดังนี้

1. วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

- ค่าปริมาณเกลือ (AOAC, 2000) (ภาคผนวก ข1.)
- ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 1995) (ภาคผนวก ข2.)
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (เครื่องวัด pH) (ภาคผนวก ข3.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

- ค่าความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัด Texture Analyzer (ภาคผนวก ค1.)
- วัดค่าสี (L^*, a^*, b^*) ด้วยเครื่อง CR-400 (ภาคผนวก ค2.)

3.วิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

- ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1995) (ภาคผนวก ง1.)
- ปริมาณแลกติกแอซิดแบคทีเรีย (AOAC, 1995) (ภาคผนวก ง2.)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

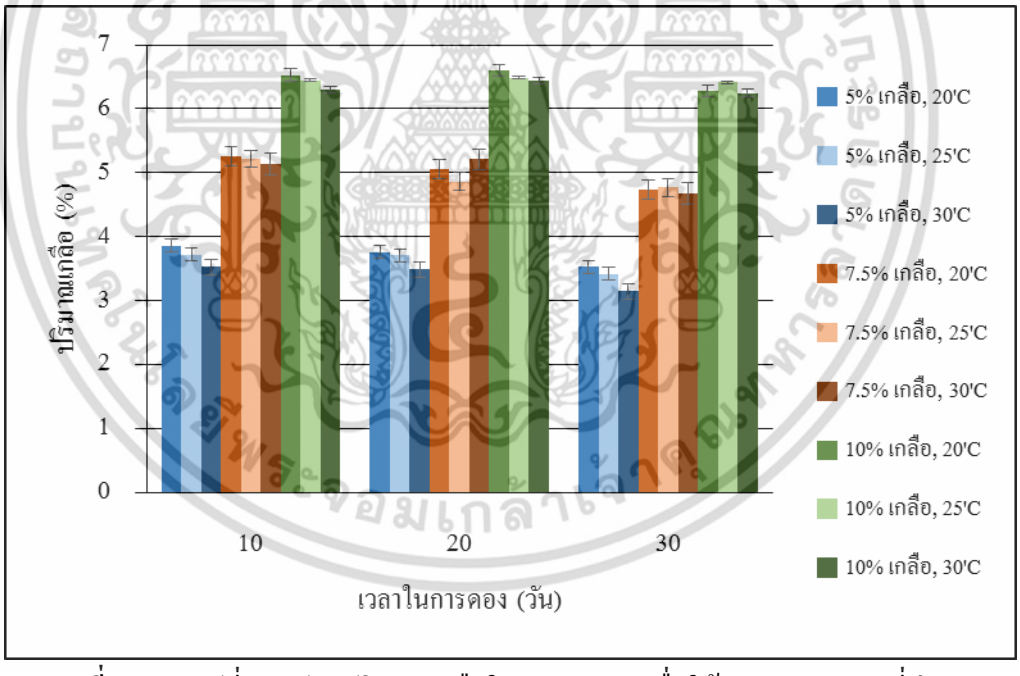
4.1 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการดองเค็มผักกาดเขียวปลี

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการดองเค็มผักกาดเขียวปลีโดยการศึกษาผลของปัจจัยของความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5, 7.5 และ 10 อุณหภูมิในการดอง 20, 25 และ 30 องศาเซลเซียส และเวลาในการหมักดอง 10, 20, และ 30 วัน ต่อคุณภาพทางเคมี และกายภาพของผักกาดเขียวปลีดองได้ผลดังนี้

4.1.1 คุณภาพทางเคมี

1) ปริมาณเกลือในผักกาดดอง

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นเกลือ, อุณหภูมิ และเวลาในการดอง ที่มีต่อปริมาณเกลือในผักกาดเขียวปลีดองได้ผลดังภาพที่ 4.1 และภาคผนวก ก1.



ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือในผักกาดดองเมื่อใช้สภาวะการดองที่ต่างกัน

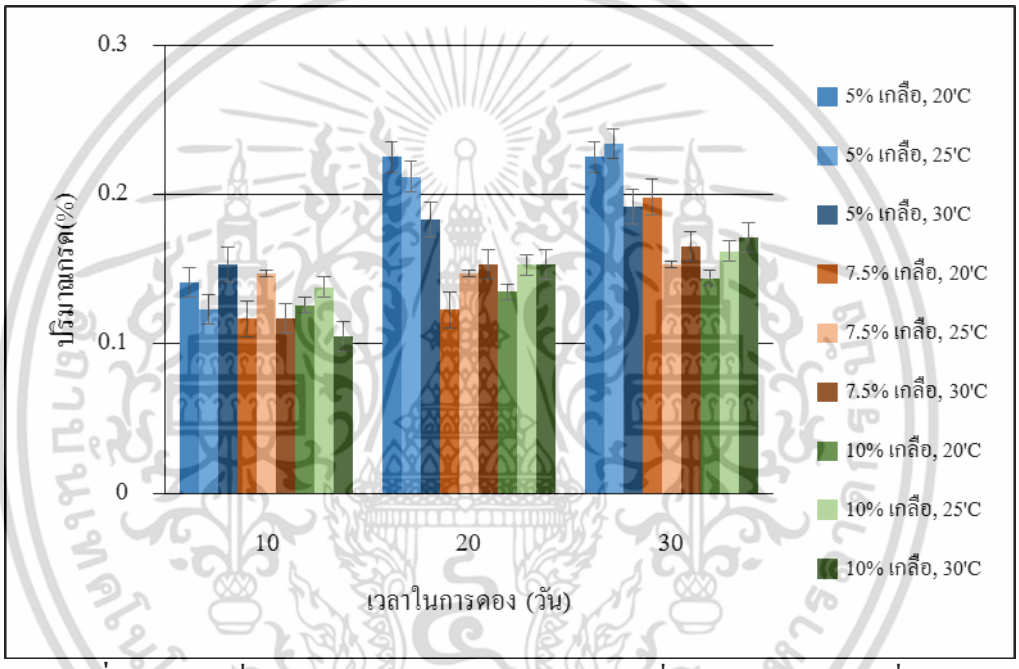
จากผลพบว่าความเข้มข้นเกลือที่ใช้ในการดองเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผักกาดเขียวปลีดองที่ได้มีปริมาณเกลือที่สูงขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ความเข้มข้นเกลือในการดองร้อยละ 5, 7.5 และ10 จะทำให้ปริมาณเกลือในผักกาดเขียวปลีดองอยู่ในช่วงร้อยละ 3.15-3.86, 4.68-5.26, และ6.25-6.60 ตามลำดับ อุณหภูมิในการดองจะมีผลต่อปริมาณเกลือในผักกาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขียวปลีดองโดยพบว่าการใช้อุณหภูมิการดองที่ต่ำลงจะมีผลให้ปริมาณเกลือในผักกาดเขียวปลีดองมีแนวโน้มที่สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบในช่วงเวลาการหมักดองเดียวกัน และเมื่อระยะเวลาการดองผ่านไป 10 วันพบว่าปริมาณเกลือในผักกาดเขียวปลีดองที่ดองที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสมีปริมาณเกลือในผักสูงกว่าการดองที่อุณหภูมิอื่นเมื่อใช้ความเข้มข้นเกลือเท่ากัน แต่เมื่อระยะเวลาในการดองนานขึ้นมีผลให้ปริมาณเกลือในผักกาดเขียวปลีดองมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย

2) ปริมาณกรด

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดในผักกาดเขียวปลีดองเมื่อใช้ความเข้มข้นเกลือ, อุณหภูมิ และเวลาในการดองที่ต่างกันได้ผลดังภาพที่ 4.2 และภาคผนวก ก1.



ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดในผักกาดดองเมื่อใช้สภาวะการดองที่ต่างกัน

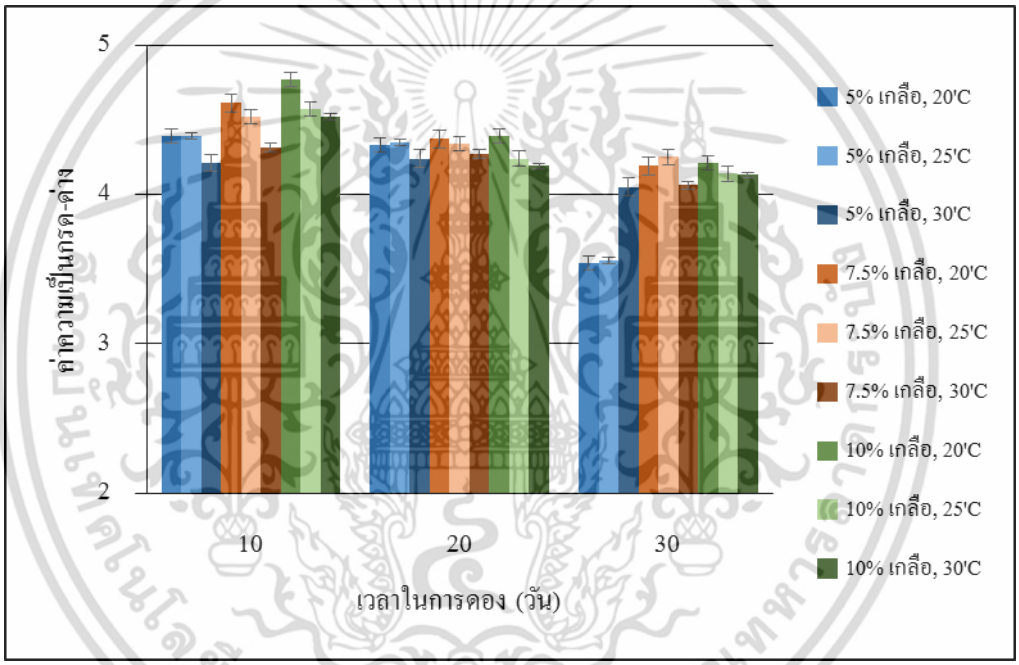
จากภาพที่ 4.2 พบว่าความเข้มข้นเกลือที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณกรดในผักกาดเขียวปลีดองลดลง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการดองด้วยความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 สร้างกรดได้เร็วที่สุด รองลงมาคือที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7.5 และ10 ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณเกลือที่สูงขึ้นจะทำให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกเจริญได้น้อยลงทำให้ปริมาณกรดแลคติกลดลง (สุมณฑา, 2545) และปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการดองเพิ่มขึ้นในการดองทุกความเข้มข้นเกลือ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ วิจิตรา (2550) ซึ่งศึกษาผลของความเข้มข้นเกลือในการหมักดองผักกาดเขียวปลีพบว่าผักกาดเขียวปลีที่ดองด้วยความเข้มข้นเกลือร้อยละ 3 จะมีปริมาณกรดที่สูงกว่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 6, 9, และ12 ตามลำดับ และปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นในระหว่างการดองทุกความเข้มข้นเกลือ และจากการทดลองพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นมีผลมาจากปริมาณแลคติกแอซิดแบคทีเรีย ซึ่งปริมาณแลคติกแอซิดแบคทีเรียที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ปริมาณกรดในผักกาดเขียวปลีสูงขึ้นด้วย (สุมณฑา, 2545) เนื่องจากระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้แลคติกแอซิดแบคทีเรียสามารถผลิตกรดแลคติกได้มากขึ้นส่งผลให้ปริมาณกรดในผักกาดเขียวปลีดองสูงขึ้นและปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในผักกาดเขียวปลีดองต่ำลง

3) ค่าความเป็นกรด-ด่าง

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่างของผักกาดเขียวปลีดองเมื่อใช้ความเข้มข้นเกลือ, อุณหภูมิ และเวลาในการดองที่ต่างกันได้ผลดังภาพที่ 4.3 และภาคผนวก ก1.



ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในผักกาดดองเมื่อใช้สภาวะการดองที่ต่างกัน

จากภาพที่ 4.3 พบว่าเมื่อใช้ความเข้มข้าเกลือที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการดองที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 จะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของผักกาดดองลดลงเร็วกว่าเมื่อดองที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7.5 และ 10 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างตามมาตรฐานผักกาดดอง (มผช.284/2547) พบว่าผักกาดเขียวปลีดองที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างได้มาตรฐานกำหนด (<4.5) เมื่อระยะเวลาการดองผ่านไป 10 วัน และค่าความเป็นกรด-ด่างของผักกาดดองจะลดลงตลอดระยะเวลาการดองซึ่งที่ความเข้มเกลือร้อยละ 7.5 และ10 จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ได้มาตรฐานกำหนด (<4.5) เมื่อระยะเวลาการดองผ่านไป 20 วัน และผลของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลทำ

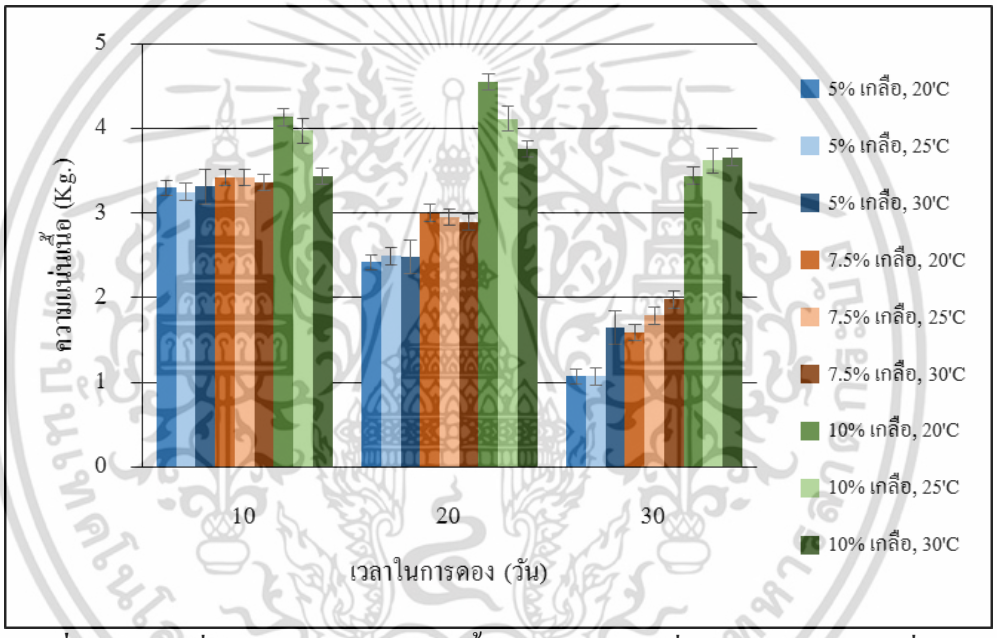
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของผักกาดดองลดลงกว่าการดองที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการดทดลองของ Dayun และคณะ (2008) โดยการศึกษาการดองผักกาดเขียวปลีที่ความเข้มข้นเกลือที่ต่างกันพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของผักกาดเขียวปลีดองที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 มีค่าลดลงเร็วที่สุด และเมื่อระยะเวลาการดองผ่านไป 20 วันค่าความเป็นกรด-ด่างของผักกาดเขียวปลีดองที่ที่ความเข้มข้นเกลือต่างๆไม่แตกต่างกัน

4.1.2 คุณภาพทางกายภาพ

1) ค่าความแน่นเนื้อ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความแน่นเนื้อของผักกาดเขียวปลีดองเมื่อใช้ความเข้มข้นเกลือ, อุณหภูมิ และเวลาในการดองที่ต่างกันได้ผลดังภาพที่ 4.4 และภาคผนวก ก1.

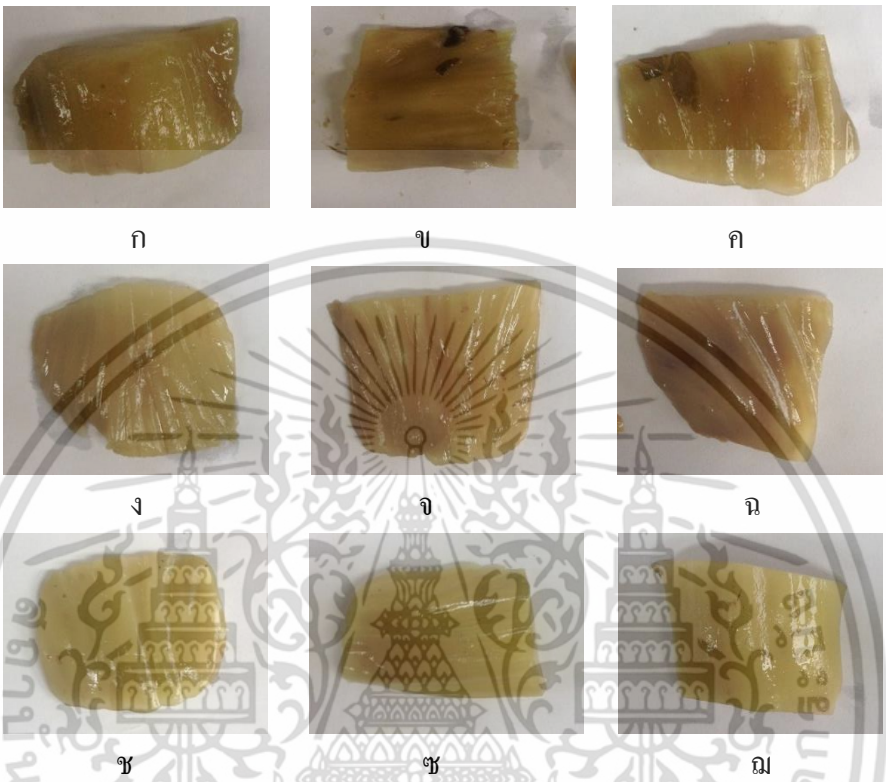


ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อในผักกาดดองเมื่อใช้สภาวะการดองที่ต่างกัน

จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นเกลือที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าความแน่นเนื้อของผักกาดเขียวปลีดองมีแนวโน้มสูงขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการดองที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10 ค่าความแน่นเนื้อของผักกาดเขียวปลีดองจะมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือการดองที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7.5 และ5 ตามลำดับ เนื่องจากการใช้ความเข้มข้นเกลือสูงจะให้น้ำเกลือซึมผ่านเนื้อเยื่อของผักกาดเขียวปลีดองทำให้เนื้อเยื่อเกิดการแข็งตัว และนอกจากนี้เกลือจะช่วยในการการยับยังเอนไซม์ pectinase และ cellulase ที่จะย่อยสลาย pectin และ cellulose ที่จะทำให้ผักผลไม้นิ่มลง (Adam, 2002) และจากการศึกษาพบว่าระยะเวลาการดองที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความแน่นเนื้อของผักกาดเขียวปลีดองมีแนวโน้มต่ำลง และจากผลการทดลองพบว่าเมื่อระยะเวลาการดองผ่านไป 30 วันค่าความแน่นเนื้อของผักกาดเขียวปลีดองที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.5 มีค่าต่ำมากเนื่องจากระยะเวลาในการดองที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์และมีปริมาณกรดเพิ่มมากขึ้นซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งในการทำให้ผักกาดเขียวปลีดองเกิดการนิ่มและเปื่อยยุ่ยมีผลทำให้ค่าความแน่นเนื้อจึงลดลง (วิจิตรา, 2550) (ภาพที่ 4.5)



ภาพที่ 4.5 ผักกาดเขียวปลีดองที่ระยะเวลาการดอง 30 วัน
ก.ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
ข.ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
ค.ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
ง.ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7.5 อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
จ.ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7.5 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
ฉ.ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7.5 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
ช.ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10 อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
ซ.ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
ฌ.ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

2) ค่าสี

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผักกาดเขียวปลีดองเมื่อใช้ความเข้มข้นเกลือ, อุณหภูมิ และเวลาในการดองที่ต่างกันได้ผลดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

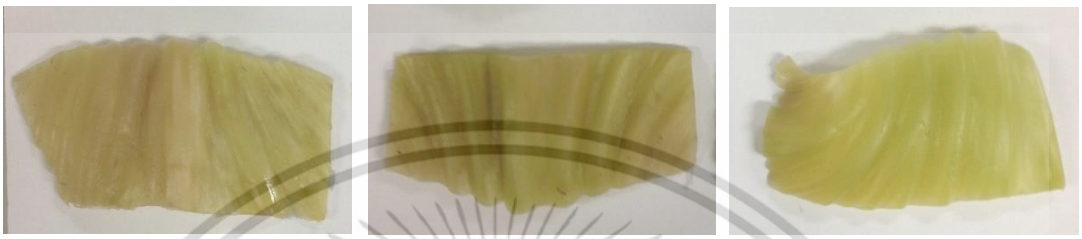
ตารางที่ 4.1 ผลของความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิ และเวลาในการดองต่อคุณภาพทางกายภาพของผักกาดเขียวปลีดอง

ความเข้มข้นเกลือ (ร้อยละ)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลาในการหมัก (วัน)	ความแน่นเนื้อ (kg.f)	L^*	a^*	b^*
5	20	10	3.30 ± 0.07^{de}	50.63 ± 0.28^{cd}	-2.23 ± 0.26^{cd}	18.74 ± 0.62^{b}
5	20	20	2.42 ± 0.04^{g}	47.83 ± 0.53^{e}	0.53 ± 0.09^{jkl}	14.71 ± 0.61^{efgh}
5	20	30	1.07 ± 0.13^{k}	40.77 ± 0.27^{m}	0.30 ± 0.13^{hijk}	11.33 ± 1.17^{j}
5	25	10	3.25 ± 0.12^{e}	53.54 ± 1.48^{a}	-0.24 ± 0.25^{fgh}	14.73 ± 0.33^{cdef}
5	25	20	2.49 ± 0.043^{g}	46.14 ± 0.19^{fgh}	0.39 ± 0.09^{ijk}	16.50 ± 0.55^{bcde}
5	25	30	1.07 ± 0.13^{k}	46.86 ± 0.20^{befg}	0.79 ± 0.26^{klm}	14.13 ± 0.60^{efghi}
5	30	10	3.31 ± 0.09^{de}	52.18 ± 0.56^{b}	1.49 ± 0.16^{nop}	14.93 ± 0.51^{efgh}
5	30	20	2.48 ± 0.12^{g}	43.46 ± 0.66^{jk}	0.73 ± 0.18^{klm}	12.04 ± 0.10^{ij}
5	30	30	1.65 ± 0.06^{ij}	41.95 ± 0.36^{lm}	1.84 ± 0.48^{op}	12.57 ± 0.92^{ghij}
7.5	20	10	3.42 ± 0.03^{de}	50.89 ± 0.25^{bcd}	-1.95 ± 0.04^{de}	17.77 ± 0.26^{bc}
7.5	20	20	3.00 ± 0.01^{f}	47.68 ± 0.45^{e}	-0.23 ± 0.03^{fgh}	16.52 ± 0.33^{bcde}
7.5	20	30	1.59 ± 0.12^{j}	46.27 ± 0.71^{fgh}	0.54 ± 0.08^{jkl}	12.55 ± 0.54^{ghij}
7.5	25	10	3.42 ± 0.03^{de}	49.95 ± 0.45^{d}	-1.61 ± 0.53^{e}	18.01 ± 2.68^{bc}
7.5	25	20	2.95 ± 0.02^{f}	45.71 ± 0.95^{gh}	-0.18 ± 0.01^{fghi}	17.63 ± 0.14^{bcd}
7.5	25	30	1.79 ± 0.02^{i}	42.78 ± 0.80^{kl}	1.09 ± 0.18^{lmn}	13.23 ± 0.09^{fghij}
7.5	30	10	3.36 ± 0.01^{de}	53.96 ± 0.96^{a}	1.95 ± 0.35^{p}	13.00 ± 0.67^{ghij}
7.5	30	20	2.89 ± 0.01^{f}	42.00 ± 0.42^{lm}	1.27 ± 0.33^{mno}	12.38 ± 0.45^{hij}
7.5	30	30	1.98 ± 0.06^{h}	40.91 ± 0.48^{m}	2.98 ± 0.37^{q}	12.54 ± 1.38^{ghij}
10	20	10	4.13 ± 0.06^{b}	51.57 ± 0.55^{bc}	-4.79 ± 0.16^{b}	21.50 ± 0.08^{a}
10	20	20	4.55 ± 0.09^{a}	45.46 ± 0.45^{hi}	-2.55 ± 0.17^{c}	17.77 ± 0.52^{bc}
10	20	30	3.44 ± 0.07^{d}	44.28 ± 0.58^{ij}	-0.61 ± 0.61^{f}	14.81 ± 2.93^{efgh}
10	25	10	3.97 ± 0.07^{b}	47.43 ± 0.71^{ef}	-5.39 ± 0.30^{a}	23.23 ± 0.35^{a}
10	25	20	4.11 ± 0.02^{b}	45.97 ± 0.06^{gh}	-1.60 ± 0.10^{e}	15.63 ± 0.57^{cdef}
10	25	30	3.62 ± 0.06^{c}	40.77 ± 0.30^{m}	-0.38 ± 0.21^{fg}	14.72 ± 2.43^{efgh}
10	30	10	3.43 ± 0.01^{de}	47.10 ± 0.71^{efg}	-0.40 ± 0.08^{fg}	16.10 ± 1.01^{cdf}
10	30	20	3.76 ± 0.03^{c}	49.60 ± 0.58^{d}	1.37 ± 0.08^{no}	14.71 ± 0.17^{efgh}
10	30	30	3.66 ± 0.20^{c}	45.12 ± 0.22^{hi}	0.04 ± 0.04^{ghij}	15.09 ± 0.04^{defg}

[a, b, c, ...] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาพบว่าผลของความเข้มข้นเกลือ, อุณหภูมิ และเวลาในการดองที่ต่างกันมีผลให้ค่าสีของผักกาดเขียวปลีดองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการดองที่ความเข้มข้นเกลือที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อค่าสีของผักกาดเขียวปลีดองโดยทำให้ค่า L^* และ b^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแสดงถึงความสว่างและค่าความเป็นสีเหลืองของผักกาดเขียวปลีดองเพิ่มขึ้น ส่วนค่า a^* แนวโน้มลดลงแสดงถึงค่าความเป็นสีเขียวเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.6)



(เกลือร้อยละ 5) (เกลือร้อยละ 7.5) (เกลือร้อยละ 10)

ภาพที่ 4.6 สีของผักกาดเขียวปลีดองเมื่อดองที่ความเข้มข้นเกลือต่างกัน

ผลของอุณหภูมิที่ต่างกันส่งผลให้ค่าสีของผักกาดเขียวปลีดองแตกต่างกัน โดยพบว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีแนวโน้มให้ค่า a^* สูงขึ้นแสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นสีเขียวของผักกาดเขียวปลีดองลดลง แต่ค่า L^* และ b^* มีแนวโน้มลดลงแสดงให้เห็นว่าค่าความสว่างและค่าความเป็นสีเหลืองของผักกาดเขียวปลีดองลดลง (ภาพที่ 4.7)

(20 องศาเซียลเซส) (25 องศาเซลเซียส) (30 องศาเซลเซียส)

ภาพที่ 4.7 สีของผักกาดเขียวปลีดองเมื่อดองที่อุณหภูมิต่างกัน

ผลของระยะเวลาการดองที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่า L^* และ b^* มีแนวโน้มลดลงในทุกๆความเข้มข้นเกลือแสดงให้เห็นว่าค่าความสว่างและค่าความเป็นสีเหลืองของผักกาดเขียวปลีดองลดลงและมีแนวโน้ม a^* สูงขึ้นแสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นสีเขียวของผักกาดเขียวปลีดองลดลง โดยเมื่อระยะเวลาในการดองผ่านไป 30 วัน สีของผักกาดเขียวปลีดองที่ได้จะมีลักษณะออกสีน้ำตาลอมเหลือง เนื่องจากผักกาดเขียวปลีประกอบด้วยรงควัตถุที่ให้สีเขียวคือ คลอโรฟิลล์ซึ่งภายในโครงสร้างคลอโรฟิลล์ประกอบด้วยแมกนีเซียม จะสลายตัวได้ง่ายในสภาพที่เป็นกรดโดยจะทำให้เกิดดารเคลื่อนย้ายอะตอมของแมกนีเซียมจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเขียวอมน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(นิธิยา, 2549) (ภาพที่ 4.8) ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการดทดลองของ วิจิตรา (2550) โดยการศึกษาการดองผักกาดเขียวปลีที่ความเข้มข้นเกลือที่ต่างกันพบว่าระยะเวลาในการดองที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า L^* มีแนวโน้มลดลง และค่า a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่าผักกาดดองมีสีคล้ำขึ้นจากสีเขียวกลายเป็นสีเหลืองอมน้ำตาล

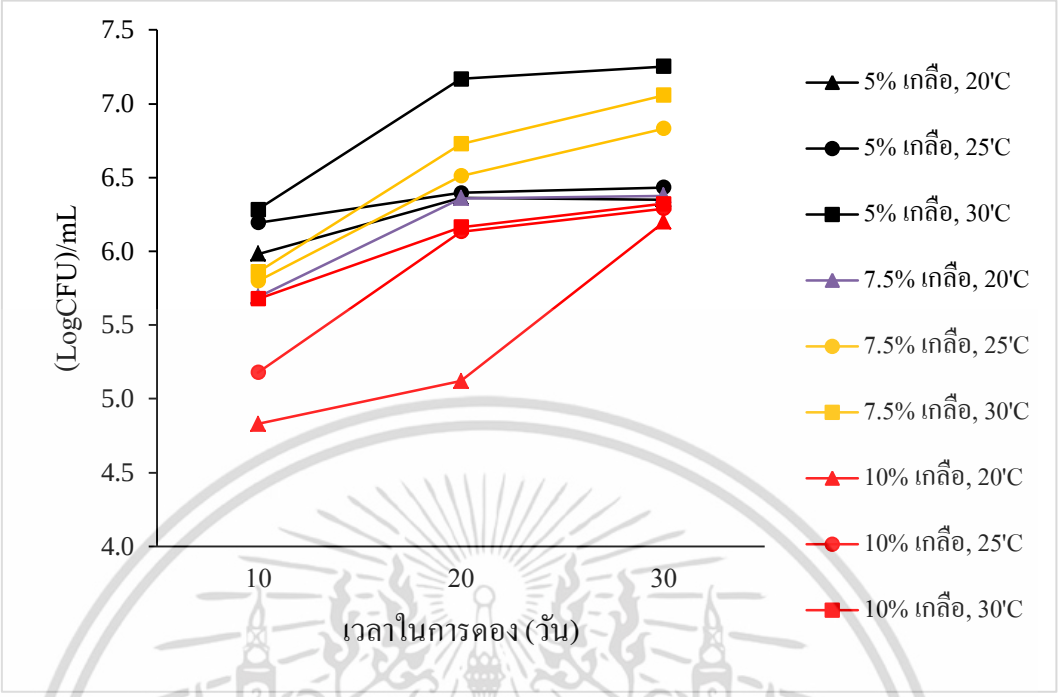
(10 วัน) (20 วัน) (30 วัน)

ภาพที่ 4.8 สีของผักกาดเขียวปลีดองเมื่อดองที่ระยะเวลาการดองต่างกัน

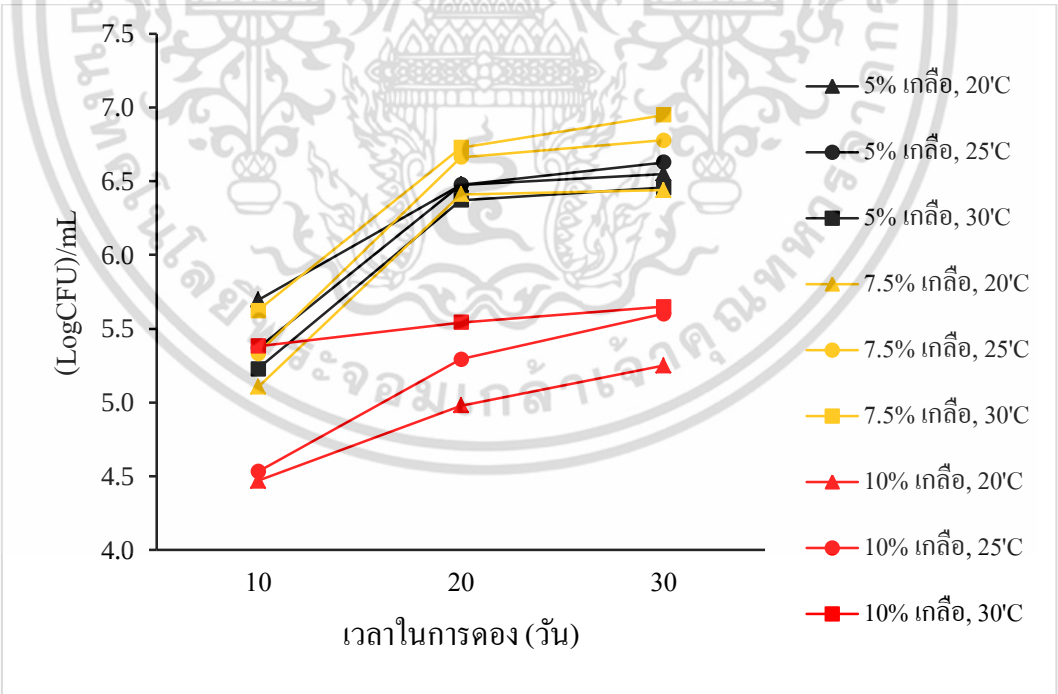
4.1.3 จุลินทรีย์

จากการศึกษากปริมาณของจุลินทร์ยในผักกาดเขียวปลีดองเมื่อใช้ความเข้มข้นเกลือ, อุณหภูมิ และเวลาในการดองที่ต่างกัน พบว่าความเข้มข้นเกลือที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหทดและปริมาณแลคติกแอซิดแบคทีเรียลดลง (ภาพที่ 4.9 และ4.10) (ภาคผนวก ก3. และก4.) โดยจากการทดลองพบว่าที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อแลคติกแอซิดแบคทีเรียได้ดีที่สุด และเมื่อระยะเวลาในการดองผ่านไป 20 วันพบว่าปริมาณของเชื้อแลคติกแอซิดแบคทีเรีย ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 และ7.5 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่าที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10 จากปริมาณของเชื้อแลคติกแอซิดแบคทีเรียที่ระยะเวลาการดอง 10 วัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาการดองผ่านไป 30 วัน ผลของอุณหภูมิที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณแลคติกแอซิดแบคทีเรียโดยพบว่าปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการดองสูงขึ้น แต่ปริมาณเชื้อแลคติกแอซิดแบคทีเรียพบว่าที่อุณหภูมิ 20 และ 25 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อแลคติกแอซิดแบคทีเรียได้มากกว่า ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของแลกติกแอซิดแบคทีเรียจะอยู่ระหว่าง 20-24 องศาเซลเซียส (ศิริลักษณ์, 2525) และจากการทดลองผลการทดลองที่ได้มีแนวโน้มเป็นไปตามการทดลองของ Xiong และคณะ (2016) ซึ่งศึกษาผลของความเข้มข้นเกลือในการหมักดองกะหล่ำปลีและจากการทดลองพบว่าที่กะหล่ำปลีที่ดองด้วยความเข้มข้นเกลือต่ำจะมีการเจริญเติบโตของแลคติกแอซิดแบคทีเรียได้ดีกว่ากะหล่ำปลีที่ดองด้วยความเข้มข้นเกลือสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ผลของความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิ และเวลาในการดองต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในผักกาดเขียวปลีดอง

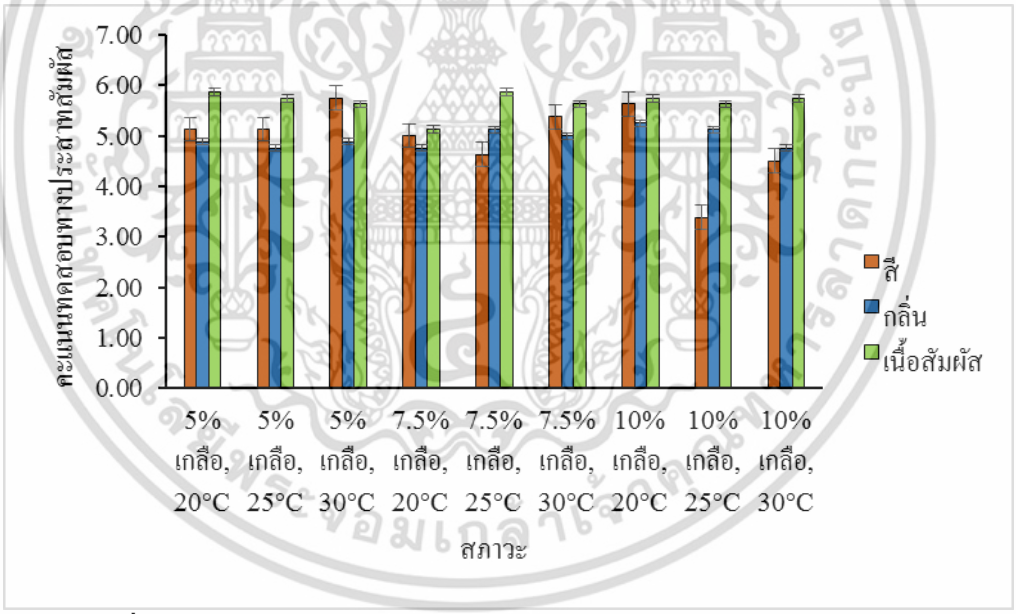


ภาพที่ 4.10 ผลของความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิ และเวลาในการดองต่อปริมาณเชื้อแลกติกแอซิดในผักกาดเขียวปลีดอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

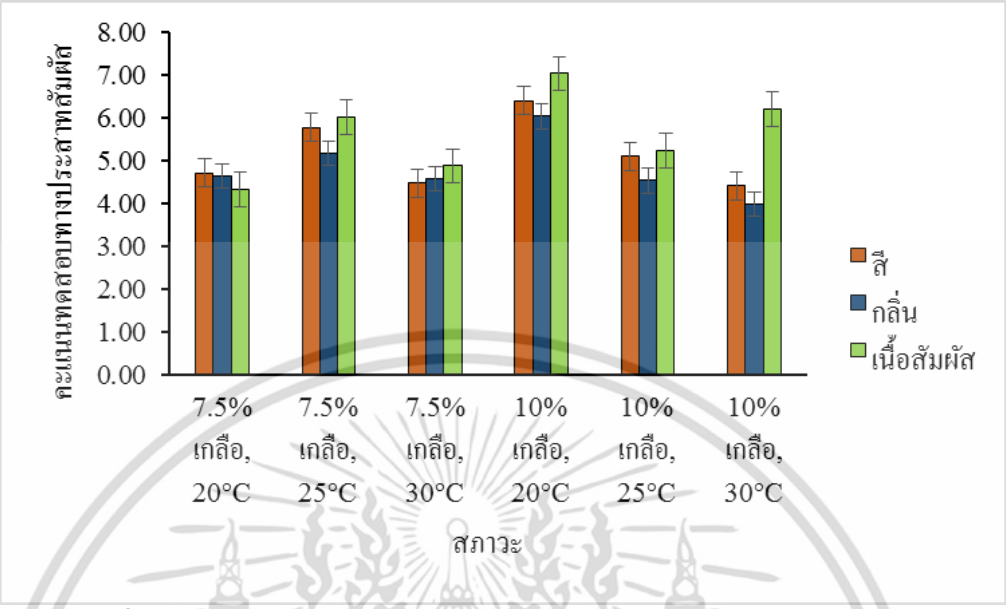
4.1.4 การประเมินทางประสาทสัมผัส

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองประเมินโดย9-point hedonic scale จากผู้ประเมิน 30 คน ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองที่ 10, 20 และ 30 วัน แสดงในภาพที่ 4.11, 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ (ภาคผนวก จ.) โดยผักกาดดองที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 ระยะเวลาการดอง 20 วัน และผักกาดดองที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 และ7.5 ระยะเวลาการดอง 30 วัน ผักกาดดองมีการเสื่อมเสียจึงไม่สามารถนำมาประเมินทางประสาทสัมผัสได้ และจากการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าผักกาดเขียวปลีดองที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และเวลาการดอง 20 วัน มีคะแนนจากการประเมินทางด้านสี, กลิ่น และ เนื้อสัมผัส ดีที่สุดคือ 6.40, 6.03 และ 7.03 คะแนนตามลำดับซึ่งผลที่ได้เป็นไปตามผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ โดยสภาวะนี้มีค่าจากการวิเคราะห์ความแน่นเนื้อสูงที่สุด(4.55 ± 0.09) แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบมีความชอบผักกาดเขียวปลีดองที่มีความแน่นเนื้อที่ไม่นิ่มและไม่เละ

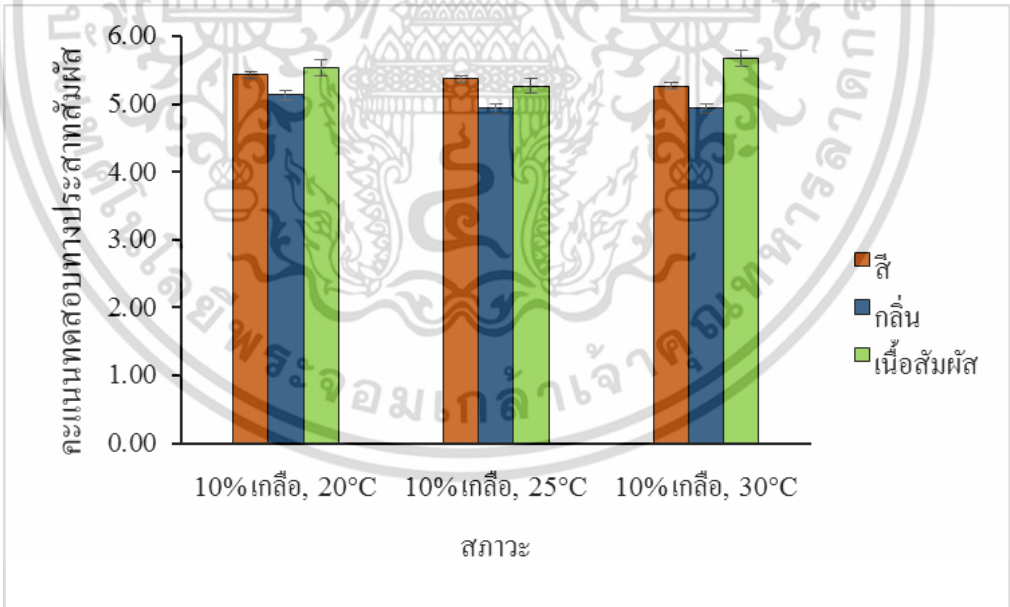


ภาพที่ 4.11 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองที่ 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองที่ 20 วัน



ภาพที่ 4.13 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองที่ 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

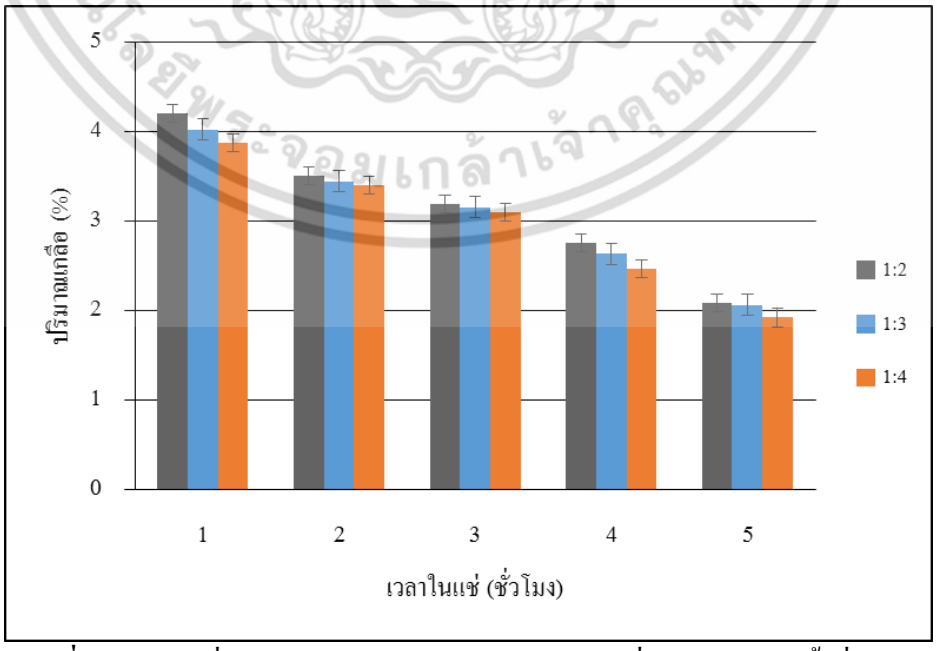
จากผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการดองเค็มผักกาดเขียวปลีโดยการศึกษาผลของปัจจัยของความเข้มข้นเกลือ อุณหภูมิ และเวลาในการหมักดองต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพของและปริมาณจุลินทรีย์ของผักกาดเขียวปลีดอง รวมทั้งการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าที่สภาวะความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10 อุณหภูมิให้การดอง 20 องศาเซลเซียส และเวลาในการดอง 20 วันคือสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการดองผักกาดเขียวปลีและผักกาดดองที่ได้มีคุณภาพและลักษณะปรากฏอยู่ในมาตรฐานกำหนด (มผช.284/2547) (ภาคผนวก ช) และเนื่องจากในสภาวะนี้ปริมาณเกลือในผักกาดดองยังค่อนข้างสูงอยู่จึงนำไปศึกษาวิธีการลดเกลือที่เหมาะสมในขั้นต่อไป

4.2 ผลการศึกษาวิธีการลดเกลือในผักกาดเขียวปลีดองโดยการแช่น้ำ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการลดเกลือผักกาดเขียวปลีดอง โดยนำผักกาดเขียวปลีดองที่ผ่านการดองที่สภาวะความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการดอง 20 วัน จากข้อ 4.1 มาทำการแช่น้ำ โดยการศึกษาผลของอัตราส่วนผักกาดเขียวปลีดองต่อน้ำในการแช่ (1:2, 1:3 และ 1:4) และเวลาในการแช่ (1, 2, 3, 4, และ5 ชั่วโมง) ทำการคนทุกๆ 15 นาที เปลี่ยนน้ำและเก็บตัวอย่างทุกๆ 1 ชั่วโมงตลอดการทดลอง ผลการศึกษาปริมาณเกลือ และคุณภาพทางกายภาพของผักกาดเขียวปลีดองได้ผลดังนี้

4.2.1 ปริมาณเกลือ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือในผักกาดเขียวปลีดองเมื่อแช่ที่อัตราส่วนผักกาดเขียวปลีดองต่อน้ำในการแช่ และเวลาในการแช่ที่ต่างกันได้ผลดังภาพที่ 4.14 (ตารางที่ 4.2)



ภาพที่4.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือในผักกาดดองที่สภาวะการแช่น้ำที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาพบว่าลของเวลาในการแช่ส่งผลต่อปริมาณเกลือของผักกาดเขียวปลีดองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าระยะเวลาในการแช่ที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณเกลือในผักกาดเขียวปลีดองมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากระยะเวลาในการแช่มีผลต่อการแพร่ของปริมาณเกลือในผักกาดเขียวปลีดองสู่น้ำที่แช่ เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการแพร่เพิ่มขึ้นด้วย และผลของอัตราส่วนผักกาดเขียวปลีดองต่อน้ำในการแช่ส่งผลต่อปริมาณเกลือของผักกาดเขียวปลีดองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่อัตราส่วนผักกาดเขียวปลีดองต่อน้ำที่สูงขึ้นมีผลทำให้ปริมาณเกลือในผักกาดดองมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นทำให้การทำละลายดีขึ้น โดยที่สภาวะอัตราส่วนผักกาดเขียวปลีดองต่อน้ำ 1 : 4 และเวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง พบว่าผักกาดเขียวปลีดองมีค่าปริมาณเกลือที่ลดลงต่ำที่สุดจากเดิมที่มีปริมาณเกลือร้อยละ 6.08 ลดลงไปเหลือปริมาณเกลือร้อยละ 1.92 คิดเป็นร้อยละ 68.42

4.2.2 คุณสมบัติทางกายภาพ

จากการศึกษาพบว่าผลของอัตราส่วนผักกาดเขียวปลีดองต่อน้ำ และเวลาในการแช่ไม่ส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพแสดงในตารางที่ 4.2 จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำและเวลาในการแช่ไม่ส่งผลต่อค่าความแน่นเนื้อและค่าสีของผักกาดเขียวปลีดองให้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากเม็ดสีหรือรงควัตถุในผักกาดดองมีสมบัติไม่ละลายน้ำจึงทำให้สีของผักกาดดองที่ผ่านการแช่น้ำไม่เปลี่ยนแปลง (นิธิยา, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลของอัตราส่วนผักกาดเขียวปลีดองต่อน้ำ และเวลาในการแช่ต่อปริมาณเกลือ และคุณภาพทางกายภาพของผักกาดเขียวปลีดอง

อัตราส่วน (ผักกาดดอง : น้ำ)	เวลาในการแช่ (ชั่วโมง)	ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)	ความแน่นเนื้อ ^{ns} (kg.f)	L^{*ns}	a^{*ns}	b^{*ns}
0	0	6.08 ± 0.06^{j}	4.58 ± 0.17	45.83 ± 0.34	-2.57 ± 0.03	17.77 ± 0.11
1 : 2	1	4.20 ± 0.04^{i}	4.58 ± 0.11	45.74 ± 0.23	-2.53 ± 0.02	17.75 ± 0.07
1 : 3	1	4.02 ± 0.07^{h}	4.56 ± 0.17	45.73 ± 0.33	-2.51 ± 0.02	17.72 ± 0.08
1 : 4	1	3.87 ± 0.04^{g}	4.57 ± 0.11	45.67 ± 0.16	-2.51 ± 0.02	17.73 ± 0.07
1 : 2	2	3.50 ± 0.04^{f}	4.55 ± 0.18	45.7 ± 0.25	-2.52 ± 0.03	17.74 ± 0.11
1 : 3	2	3.44 ± 0.01^{f}	4.54 ± 0.07	45.67 ± 0.23	-2.50 ± 0.02	17.71 ± 0.16
1 : 4	2	3.40 ± 0.04^{f}	4.54 ± 0.07	45.64 ± 0.21	-2.50 ± 0.02	17.68 ± 0.10
1 : 2	3	3.19 ± 0.08^{e}	4.53 ± 0.17	46.65 ± 0.33	-2.5 ± 0.02	17.70 ± 0.06
1 : 3	3	3.15 ± 0.04^{e}	4.53 ± 0.10	45.63 ± 0.18	-2.49 ± 0.01	17.67 ± 0.11
1 : 4	3	3.10 ± 0.03^{e}	4.53 ± 0.09	46.61 ± 0.16	-2.48 ± 0.03	17.65 ± 0.07
1 : 2	4	2.75 ± 0.06^{d}	4.52 ± 0.09	46.63 ± 0.22	-2.48 ± 0.02	17.68 ± 0.06
1 : 3	4	2.63 ± 0.11^{d}	4.51 ± 0.09	45.59 ± 0.14	-2.48 ± 0.04	17.67 ± 0.04
1 : 4	4	2.46 ± 0.12^{c}	4.51 ± 0.03	45.54 ± 0.20	-2.46 ± 0.04	17.65 ± 0.07
1 : 2	5	2.08 ± 0.08^{b}	4.51 ± 0.02	45.56 ± 0.15	-2.48 ± 0.03	17.67 ± 0.10
1 : 3	5	2.06 ± 0.04^{ab}	4.50 ± 0.13	45.56 ± 0.23	-2.46 ± 0.03	17.66 ± 0.07
1 : 4	5	1.92 ± 0.10^{a}	4.50 ± 0.16	45.53 ± 0.20	-2.46 ± 0.02	17.65 ± 0.07

$^{a, b, c, \cdots}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการลดเกลือผักกาดเขียวปลีดอง โดยนำผักกาดเขียวปลีดองที่ผ่านการดองที่สภาวะความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และเวลาการดอง 20 วันมาทำการแช่น้ำ โดยการศึกษาผลของอัตราส่วนผักกาดเขียวปลีดองต่อน้ำในการแช่ และเวลาในการแช่ ต่อปริมาณเกลือ และคุณภาพทางกายภาพของผักกาดเขียวปลีดองพบว่าที่สภาวะอัตราส่วนน้ำต่อผักกาดเขียวปลีดองเท่ากับ 1:4 และเวลาในการแช่ 5 ชั่วโมงคือ สภาวะการลดเกลือในผักกาดเขียวปลีดองที่ดีที่สุดที่จะทำให้ปริมาณเกลือในผักกาดเขียวปลีดองลดลงมากที่สุด และมีคุณภาพทางกายภาพไม่เปลี่ยนแปลง โดยปริมาณเกลือในผักกาดเขียวปลีดองลดลงเหลือร้อยละ 1.95 ± 0.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการศึกษาการยอมรับของยำผักกาดดอง

ศึกษาการยอมรับของสูตรยำผักกาดดอง จำนวน 3 สูตรแสดง โดยการนำผักกาดดองที่ผ่านการลดเกลือที่สภาวะอัตราส่วนผักกาดเขียวปลีดองต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 4 และเวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง นำมายำโดยใช้วิธีการยำเดียวกันในสูตรที่ต่างกัน 3 สูตร พบว่าสูตรที่แตกต่างกันส่งผลต่อผลการประเมินทางประสาทสัมผัส, คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของยำผักกาดดอง

4.3.1 คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

สูตรยำผักกาดดองที่ต่างกันทั้ง 3 สูตรส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพและปริมาณเกลือของยำผักกาดดองให้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากในกระบวนการยำมีการควบคุมคุณภาพและปริมาณเกลือเริ่มต้นในผักกาดดอง ควบคุมปริมาณซีอิ๊วในส่วนผสมของน้ำยำจึงทำให้ปริมาณเกลือและลักษณะปรากฏของยำผักกาดดองทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 4.15) แต่ส่งผลให้ปริมาณกรด และค่าความเป็นกรดด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เนื่องจากปริมาณส่วนผสมของน้ำมะนาว และน้ำส้มสายชูมีความแตกต่างกัน โดยแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งยำผักกาดดองที่เป็นที่ยอมรับที่สุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสคือยำผักกาดดองสูตรที่ 2 มีค่าปริมาณเกลือร้อยละ 1.05 ± 0.03 ปริมาณกรดร้อยละ 0.45 ± 0.01 และค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.45 ± 0.02

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของยำผักกาดดอง

คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ	ยำผักกาดดอง		
	สูตร1	**สูตร2**	**สูตร3**
ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)^{ns}	1.06 ± 0.04	1.05 ± 0.03	1.05 ± 0.03
ปริมาณกรด (ร้อยละ)	0.48 ± 0.01^{a}	0.45 ± 0.01^{b}	0.47 ± 0.01^{ab}
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	3.30 ± 0.01^{a}	3.45 ± 0.02^{b}	3.59 ± 0.01^{c}
ความแน่นเนื้อ (kg.f) ^{ns}	4.51 ± 0.04	4.51 ± 0.02	4.50 ± 0.02
L^{*ns}	45.44 ± 0.07	45.42 ± 0.03	45.43 ± 0.04
a^{*ns}	-1.62 ± 0.14	-1.64 ± 0.08	-1.64 ± 0.07
b^{*ns}	12.79 ± 0.07	12.78 ± 0.04	12.73 ± 0.04

[a, b, c, ...]ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สูตร 1)

(สูตร 2)

(สูตร 3)

ภาพที่ 4.15 ยำผักกาดดองเมื่อใช้สูตรต่างกัน

4.3.2 จุลินทรีย์

จากการศึกษาพบว่าสูตรยำผักกาดดองที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณแลกติกแอซิดแบคทีเรียในผักกาดดองมีความแตกต่างกันเล็กน้อย (ตารางที่ 4.4) เนื่องจากผักกาดดองที่นำมายำมีการความคุมคุณภาพให้เหมือนกันทั้ง 3 สูตร แต่สูตรน้ำยำที่ต่างกันทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณแลกติกแอซิดแบคทีเรียต่างกัน โดยพบว่ายำผักกาดดองที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ต่ำกว่ายำผักกาดดองที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง

ตารางที่ 4.4 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อแลกติกแอซิดแบคทีเรียในยำผักกาดดองทั้ง 3 สูตร

ยำผักกาดดอง	ปริมาณเชื้อจุลิทรีย์ทั้งหมด (logCFU/g)	ปริมาณเชื้อแลกติกแอซิดแบคทีเรีย (logCFU/g)
สูตร 1	6.04	5.66
สูตร 2	6.23	5.72
สูตร 3	6.34	5.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การประเมินทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของยำผักกาดดองโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ, สี, กลิ่น, เนื้อสัมผัส, ความเค็ม, ความเปรี้ยว, ความหวาน, ความเผ็ด และ ความชอบโดยรวม แสดงในตารางที่ 4.5 และผลการทดสอบความพอดีด้วยวิธี Just about right scale โดยใช้เกณฑ์ความพอดีที่ร้อยละ 70 แสดงในตารางที่ 4.6 พบว่ายำผักกาดดองทั้ง 3 สูตรมีคะแนนการทดสอบด้านลักษณะปรากฏ, สี, กลิ่น, เนื้อสัมผัส, และความเค็ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) คะแนนความชอบอยู่ในช่วง 7-8 ในทุกๆปัจจัยคุณภาพ เนื่องจากมีการควบปริมาณเกลือของผักกาดดองที่จะนำมายำ และควบคุมปริมาณซีอิ๊วในส่วนผสมของน้ำยำจึงทำให้ผลคะแนนในด้านดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ในส่วนของปัจจัยคุณภาพด้านความเปรี้ยว, ความหวาน, ความเผ็ด และ ความชอบโดยรวมพบว่ายำผักกาดดองทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เนื่องจากปริมาณของน้ำตาล, น้ำมะนาว และน้ำส้มสายชูของยำผักกาดดองทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างกัน โดยยำผักกาดดองสูตรที่ 2 และ 3 เป็นสูตรที่ได้รับคะแนนในด้านความเปรี้ยว, ความหวาน, ความเผ็ด และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีคะแนนสูงกว่าสูตรที่ 1 ซึ่งยำผักกาดดองสูตรที่ 2 และ 3 มีส่วนผสมของน้ำส้มสายชูโดยสูตรที่ 1 ไม่มี แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบยำผักกาดดองที่มีรสชาติเปรี้ยวจากน้ำส้มสายชูซึ่งทำให้ยำผักกาดดองมีรสชาติกลมกล่อมมากขึ้น และผลการทดสอบความพอดี พบว่าสูตรที่ 2 และ 3 (ตารางที่ 4.6) มีคะแนนความพอดีของปัจจัยคุณภาพทุกๆด้านเกินร้อยละ 70 ในส่วนของยำผักกาดดองสูตรที่ 1 พบว่าคะแนนความพอดีของปัจจัยคุณภาพในด้านความเปรี้ยว และความหวานมีคะแนนความพอดีไม่ถึงร้อยละ 70 โดยผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ายำผักกาดดองสูตรที่ 1 มีความเปรี้ยวมากเกินไปและความหวานน้อยเกินไป ซึ่งผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้สอดคล้องกับผลวิเคราะห์ทางเคมีโดยพบว่ายำผักกาดดองสูตรที่ 1 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่ายำผักกาดดองสูตรที่ 2 และ 3 แสดงให้เห็นว่ามีความเปรี้ยวมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของยำผักกาดดองทั้ง 3 สูตร

ปัจจัยคุณภาพ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ลักษณะปรากฏ ns	7.90 ± 0.76	7.93 ± 0.78	7.90 ± 0.92
สี ns	7.83 ± 0.75	7.87 ± 0.57	7.87 ± 0.82
กลิ่น ns	7.10 ± 1.16	7.23 ± 1.04	7.23 ± 0.90
เนื้อสัมผัส ns	8.20 ± 0.61	8.27 ± 0.64	8.23 ± 0.82
ความเค็ม ns	7.60 ± 0.72	7.67 ± 0.76	7.63 ± 1.16
ความเปรี้ยว	6.77 ± 1.25[b]	8.10 ± 0.55[a]	8.03 ± 0.93[a]
ความหวาน	7.30 ± 0.75[b]	8.03 ± 0.67[a]	8.00 ± 0.79[a]
ความเผ็ด	6.97 ± 1.03[b]	7.50 ± 0.94[a]	7.30 ± 0.95[ab]
ความชอบโดยรวม	7.10 ± 0.71[b]	7.97 ± 0.76[a]	7.57 ± 1.14[a]

[a, b, c, ...]ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบความพอดีด้วยวิธี Just about right scale ของยำผักกาดดองทั้ง 3 สูตร

ปัจจัยคุณภาพ	ยำผักกาดดองสูตร 1			ยำผักกาดดองสูตร 2			ยำผักกาดดองสูตร 3		
	พอดี (ร้อยละ)	น้อยไป (ร้อยละ)	มากไป (ร้อยละ)	พอดี (ร้อยละ)	น้อยไป (ร้อยละ)	มากไป (ร้อยละ)	พอดี (ร้อยละ)	น้อยไป (ร้อยละ)	มากไป (ร้อยละ)
ลักษณะปรากฏ	83.33	13.33	3.33	86.67	10.00	3.33	86.67	10.00	3.33
สี	76.67	20.00	3.33	80.00	16.67	3.33	80.00	13.33	6.67
กลิ่น	70.00	6.67	23.33	76.67	6.67	16.67	73.33	13.33	13.33
เนื้อสัมผัส	96.67	0.00	3.33	96.67	0.00	3.33	96.67	0.00	3.33
ความเค็ม	80.00	13.33	6.67	83.33	16.67	0.00	80.00	16.67	3.33
ความเปรี้ยว	46.67	3.33	50.00	83.33	10.00	6.67	80.00	13.33	6.67
ความหวาน	56.67	40.00	3.33	80.00	10.00	10.00	73.33	16.67	10.00
ความเผ็ด	73.33	16.67	10.00	76.67	20.00	3.33	73.33	13.33	13.33

จากการศึกษาการผลิตยำผักกาดดองเพื่อหาสูตรยำผักกาดดองที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค พบว่ายำผักดองสูตรที่ 2 ซึ่งมีส่วนผสมของน้ำยำคือ ซีอิ๊วขาวร้อยละ 4 น้ำตาลทรายร้อยละ 12 น้ำมะนาวร้อยละ8 น้ำส้มสายชูร้อยละ 4 และพริกขี้หนูร้อยละ 4 เป็นสูตรที่ได้รับคะแนนการยอมรับและร้อยละความพอดีสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของยำผักกาดดองเมื่อผ่านการให้ความร้อน

4.4.1 คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

การศึกษาผลของการให้ความร้อนยำผักกาดดอง โดยการนำยำผักกาดดองสูตรที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุดมาบรรจุในขวดแก้วแล้วฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส นาน 12 นาที (สภาวะที่ใช้ในโรงงาน) โดยแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของยำผักกาดดองที่ผ่านและไม่ผ่านความร้อน

คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ	ยำผักกาดดอง	
	ไม่ผ่านความร้อน	ผ่านความร้อน
ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)^{ns}	1.05 ± 0.03	1.05 ± 0.03
ปริมาณกรด (ร้อยละ)^{ns}	0.45 ± 0.01	0.45 ± 0.01
ค่าความเป็นกรด-ด่าง ^{ns}	3.45 ± 0.02	3.45 ± 0.02
ความแน่นเนื้อ (kg.f)	4.51 ± 0.02^{a}	4.31 ± 0.03^{b}
L^*	45.42 ± 0.03^{a}	42.04 ± 0.08^{b}
a^*	-1.64 ± 0.08^{a}	-0.21 ± 0.03^{b}
b^*	12.78 ± 0.04^{a}	8.15 ± 0.07^{b}

$^{a, b, c, ...}$ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่าตัวอย่างที่ผ่านความร้อนและไม่ผ่านความร้อนมีคุณภาพทางเคมีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่คุณภาพทางกายภาพของยำผักกาดดองพบว่ายำผักกาดดองที่ผ่านการให้ความร้อนจะมีค่า L^* และ b^* ลดลงแสดงให้เห็นว่าผักกาดดองมีค่าความสว่างและค่าความเป็นสีเหลืองลดลง ส่วนค่า a^* มีค่าเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นสีเขียวของผักกาดดองลดลงและการให้ความร้อนยังส่งผลถึงค่าความแน่นเนื้อของผักกาดดองอีกด้วยโดยยำผักกาดดองที่ผ่านการให้ความร้อนจะมีค่าความแน่นเนื้อที่ลดลง ซึ่งผลการทดลองมีแนวโน้มเป็นไปตามการศึกษาของ Dekkersและคณะ (2014) โดยทำการศึกษาผลของความร้อนในการนึ่งต่อค่าความแน่นเนื้อของผักพบว่าผักที่ผ่านการนึ่งเป็นเวลานานจะมีค่าความแน่นเนื้อที่ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ด้านจุลินทรีย์

จากการศึกษาผลของการให้ความร้อนยำผักกาดดองที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส นาน 12 นาที พบว่าการฆ่าเชื้อที่สภาวะนี้สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในยำผักกาดดองได้ทั้งหมด (ตารางที่ 4.8) เนื่องจากยำผักกาดดองเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรด-ด่างต่ำ ดังนั้นความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ ก็เพียงพอในการฆ่าเชื่อจุลินทรีย์ (พรพล, 2545)

ตารางที่ 4.8 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อแลกติกแอซิดแบคทีเรียในยำผักกาดดองที่ผ่านและไม่ผ่านความร้อน

เชื้อจุลินทรีย์(logCFU/g)	ยำผักกาดดอง	
	ไม่ผ่านความร้อน	ผ่านความร้อน
ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (logCFU/g)	6.23	0
ปริมาณเชื้อแลกติกแอซิดแบคทีเรีย (logCFU/g)	5.72	0

4.4.3 การประเมินทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของยำผักกาดดองที่ผ่านกาให้ความร้อน โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ, สี, กลิ่น, เนื้อสัมผัส, ความเค็ม, ความเปรี้ยว, ความหวาน, ความเผ็ด และ ความชอบโดยรวม และผลการทดสอบความพอดีด้วยวิธี Just about right scale แสดงในตารางที่ 4.9 โดยผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าคะแนนความชอบของยำผักกาดดองที่ผ่านการให้ความร้อนมีคะแนนอยู่ในช่วง 7-8 คะแนน แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบมีความชอบยำผักกาดดองในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก และผลการประเมินความพอดี พบว่ายำผักกาดดองที่ผ่านการให้ความร้อนมีคะแนนความพอดีของปัจจัยคุณภาพทุกๆด้านเกินร้อยละ 70 แสดงให้เห็นว่าการให้ความร้อนยำผักกาดดองไม่ส่งผลต่อผลการทดสอบความพอดีและผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการทดสอบความพอดีของยำผักกาดดอง

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนเฉลี่ย	พอดี(ร้อยละ)	น้อยไป(ร้อยละ)	มากไป(ร้อยละ)
ลักษณะปรากฏ	7.83 ± 0.75	83.33	3.33	13.33
สี	7.73 ± 0.52	80.00	6.67	13.33
กลิ่น	7.20 ± 0.96	80.00	6.67	13.33
เนื้อสัมผัส	8.10 ± 0.66	90.00	6.67	3.33
ความเค็ม	7.63 ± 0.76	86.67	13.33	0.00
ความเปรี้ยว	8.03 ± 0.56	83.33	10.00	6.67
ความหวาน	8.03 ± 0.67	83.33	10.00	6.67
ความเผ็ด	7.43 ± 0.90	76.67	6.67	16.67
ความชอบโดยรวม	7.87 ± 0.78	-	-	-

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของยำผักกาดดองเมื่อผ่านการให้ความร้อน พบว่าเมื่อผ่านการให้ความร้อนไม่มีผลต่อคุณภาพทางเคมีของยำผักกาดดอง แต่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพของยำผักกาดดอง โดยจะมีค่าความแน่นเนื้อที่ลดลงและค่าสีที่เปลี่ยนไป แต่ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส และทดสอบความพอดีพบว่าผลคะแนนการทดสอบยังได้รับคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วง 7-8 คะแนนในทุกๆปัจจัยและคะแนนความพอดีเกินร้อยละ 70 ในด้านจุลินทรีย์พบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส นาน 12 นาที สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในยำผักกาดดองได้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการดองเค็มผักกาดเขียวปลีและการศึกษาสภาวะการลดเกลือโดยการแช่เพื่อนำไปผลิตยำผักกาดดองลดเกลือให้เป็นที่ยอบรับของผู้บริโภคเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ยำผักกาดดองลดเกลือสำเร็จรูป

สภาวะที่เหมาะสมของการดองเค็มผักกาดเขียวปลีโดยใช้เกลือต่ำ โดยการศึกษาผลของความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิที่ และระยะเวลาในการดอง ต่อสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของผักกาดเขียวปลี พบว่าสภาวะที่เหมาะสมของการดองเค็มผักกาดเขียวปลี คือสภาวะที่ความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 10 อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการดอง 20 วัน ซึ่งจะทำให้ผักกาดดองที่ได้มีคุณภาพและลักษณะปรากฏตรงตามมาตรฐาน

สภาวะการลดเกลือโดยการแช่ โดยการศึกษาผลของปัจจัยอัตราส่วนผักกาดดองต่อน้ำ และเวลาในการแช่ พบว่าที่สภาวะอัตราส่วนผักกาดดองต่อน้ำ เท่ากับ 1:4 เวลาในการแช่เท่ากับ 5 ชั่วโมงผักกาดเขียวปลีดองมีค่าปริมาณเกลือที่ลดลงดีที่สุดและคุณภาพทางกายภาพไม่เปลี่ยนแปลง

การผลิตยำผักกาดดองเพื่อหาสูตรยำผักกาดดองที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค พบว่ายำผักดองที่ใช้น้ำยำที่มีส่วนผสมของ ซีอิ๊วขาวร้อยละ 4 น้ำตาลทรายร้อยละ 12 น้ำมะนาวร้อยละ8 น้ำส้มสายชูร้อยละ 4 และพริกขี้หนูร้อยละ 4 เป็นสูตรที่ได้รับคะแนนการยอมรับและคะแนนความพอดีสูงที่สุด

การเปลี่ยนแปลงของยำผักกาดดองเมื่อผ่านความร้อมพบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส นาน 12 นาที ส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพ แต่ไม่ส่งผลต่อคุณภาพทางเคมีและผลคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของยำผักกาดดอง และในด้านของจุลินทรีย์พบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส นาน 12 นาที สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในยำผักกาดดองได้ทั้งหมด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาความเข้มข้นของเกลือที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ปริมาณแลคติกแอซิดแบคทีเรียสูงที่สุด

2. กระบวนการดองผักกาดเขียวปลีโดยใช้เกลือต่ำควรศึกษาสภาวะอื่นเพิ่มเติมเช่น ปัจจัยของอุณหภมิที่ต่ำลง เพื่อให้ผักกาดเขียวปลีดองมีลักษณะปรากฏเป็นที่ยอมรับโดยไม่เกิดการเสื่อมเสีย และมีปริมาณเกลือในผักกาดดองตามที่ต้องการโดยไม่ต้องนำมาลดเกลือในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2536. ผักและผลไม้. เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2552. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่6. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ไฉน ยอดเพชร. 2542. พืชตระกูลครูซิเฟอร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ลินคอร์น. กรุงเทพมหานคร.

ธัญนีต์ สิมะโรตน์. 2542. ผักโภชนาการสูงจากธรรมชาติ. สำนักพิมพ์หอสมุดกลาง09. กรุงเทพมหานคร.

นนันทยา จงใจเทศ, ปิยนันท์ อึ้งทรงธรรม และภัทธิรา ยิ่งเลิศรัตนะกุล. 2554. ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบ. สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2 .โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร.

ปณัยกร จันทร์อัมพร. 2542. ผลของสภาวะการลวกต่อความแน่นเนื้อของข้าวโพดฝักอ่อน. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอาหาร, คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ประชา บุญญสิริกูล และอรวินท์ โทรกี. 2519. อาหาร. กรุงเทพมหานคร.

พรพล รมย์นุกูล. 2545. การถนอมอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์โอ.เอส พริ้นติ้งเฮ้าส์. กรุงเทพมหานคร.

ฟองจันทร์ ชลอกลาง. 2543. ผลของความเข้มข้นเกลือและระยะเวลาในการหมักต่อคุณสมบัติทางและเคมีของผักกาดเขียวปลีดองเค็ม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชากายภาพเทคโนโลยีชีวเคมี, คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2545. กะหล่ำ. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์โอ.เอส พริ้นติ้งเฮ้าส์. กรุงเทพมหานคร.

มูลนิธิเพื่อการพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ. 2556. ความจริงของโซเดียม ความจริงที่คุณและครอบครัวต้องรู้. ฝ่ายวิจัยและพัฒนาอาหารและโภชนาการเพื่อการสร้างเสริมสุขภาพ. ฉบับที่2. วารสารคุณค่าทางโภชนาการพร้อมเสิร์ฟ. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก: http://www.lowsal tthailand .com /userfiles/fileหนังสือความจริงของโซเดียม_FHP.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร. กรมส่งเสริมพืชสวน. 2559. สถานการณ์การปลูกผักกาดเขียวปลีรายจังหวัดปี2558. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก: http://www.agriinfo .doae.go.th/year59 /plant/rortor/ veget/42.pdf

วิจิตรา บำรุงนอก. 2550. “การปรับปรุงกระบวนการผลิตและการยืดอายุการเก็บผักกาดดอง.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาจุลชีววิทยาประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วิรนุช รอบสันติสุข, สิริสวัสดิ์ วันทอง. (ม.ป.ป.). ลดเค็มพิชิตภัยเงียบ. สมาคมความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก: http:// www .thaihypertension.org/files/237_1.LowSalt .pdf

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2525. ทฤษฎีอาหารเล่ม2 หลักกาถนอมอาหารและการควบคุณคุณภาพอาหาร.พิมพ์ครั้งที่3. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

สุรีย์ นานาสมบัติ. 2553. จุลชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร. โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. นนทบุรี.

อติพร อิงค์สาธิต, กชรัตน์ วิภาสธวัช. ลดเค็มครึ่งหนึ่ง คนไทยไตไม่วาย. คณะอนุกรรมการป้องกันโรคไตเรื้อรัง สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก: http://www.nephrothai.org/nephrothai_boffice/images_upload/news/273/files/nephro_journal_2011120901.pdf

อรวรรณ ชินตระกูล. 2543. เกลือกับอุตสาหกรรมอาหาร. ฉบับที่54. วารสารจาร์พา.

อำภา ตันติสิร, อรสา ดิสถาพร, ธงชัย สถาพรวรศักดิ์ และจิราภา จอมไธสง, 2540. “ผัดกาดเขียวปลี.”กรมส่งเสริมพืชสวน.[ออนไลน์]. เข้าถึงจาก: http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book /plant/ herb_gar/pak_kad.pdf

Cagno, R.D., Surico, R.F., Minervini, M., Angelis, M.D., Minervini, G. and Angelis, M.D., 2009. Use of autochthonous starters to ferment red and yellow peppers (Capsicumannum L.) to be stored at room temperature. Food Microbiology, 130, 108-116.

Cruess, W.V., 1985 Commercial fruit and vegetable product. Hill book company, USA

Dayun, Z. and Xiaolin, D., 2008. “Studies on the low-salt Chinese pothcrb mustard (Brassica juncea, Coss) pickle. 1-The effect of a homofermentative L(+)-lactic acid producer Bacillus coagulans on starter culture in the low-salt Chinese pothcrb mustard pickle fermentation. Lebensmittel-wissensechaft technologie, Vol. 41. No. 3, pp. 478-482.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dekker, M., Dekker, E., Jasper, A., Baar, C. and Verkerk, R., 2014. Predictive modelling of vegetable firmness after thermal pre-treatments and steaming, Innovative food science and emerging technologies, 25, 474-482.

Desai,P. and Sheth,T., 1997. Controlled Fermentation of Vegetables Using Mixed Inoculum of Lactic Cultures.J.Food. Sci.Technol, 34, 155-158.

Fleming, H.P., McDonald, L.C., McFeeters, R.F., Thomson, R.L. and Humphries, E.G., 1995, Fermentation of cucumbers without sodium chloride. Food Science, Vol. 60, No. 2, pp. 312-315.

Fleming, H.P., 1982. Fermented Vegetables In Economic Microbiology Fermented Foods. New York, Academic Press, pp. 227-258.

Holzapfel, W., 1995. Use of starter cultures in fermentation on a household scale. Food Control, 8, 241-258.

Plengvidhya, V., Breidt, F., Lu, Z. and Fleming, H. P., 2007. DNA fingerprinting of lactic acid bacteria in sauerkraut fermentations. Applied & Environmental Microbiology, 73, 7697-7702.

Steinkrus, K., 1995. Handbook of Indogenous Fermented Foods. Marcel Dekker, Inc. USA. p.135.

Xiong, T., Li, J., Ling, F., Wang, Y. and Guan, Q, 2016. Effects of salt concentration on Chinese sauerkraut fermentation. Food Science and Technology, 69, 169-174.

Xiong, T., Guan, Q., Song, S., Hao, M. and Xie, M., 2012. Dynamic changes of lactic acid bacteria flora during Chinese sauerkraut fermentation. food control, 26, 178-181.

Xiong, T., Li, X., Guan, Q., Pena, F. and Xie, M., 2014. Starter culture fermentation of Chinese sauerkraut: Growth acidification and metabolic analyses. food control, 41, 122-127.

Viander, B., Maki, M. and Palva, A. 2003. Impact of low salt concentration, salt quality on natural large-scale sauerkraut fermentation. Food Microbiology, 20(4), 391-395.

Wood,B.J.B. and W.H.Holzapfel. 1997.The Lactic bacteria:The Genera of lactic acid bacteria. Blackie Academic &Professional, New York, 7-15.

Wouters, D., Bernaert, N., Conjaerts, W., Droogenbroeck, B. V., Loose, M. D. and Vuyst, L. D., 2013. Species diversity, community dynamics, and metabolite kinetics of spontaneous leek fermenta tions. Food Microbiology, 33, 185-196.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ตารางผลการทดลอง

ก.1 ตาราง ผลของความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิ และเวลาในการดองต่อคุณภาพทางเคมีของผักกาดเขียวปลีดอง

ความเข้มข้นเกลือ (ร้อยละ)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลาในการหมัก (วัน)	ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)	ปริมาณกรด (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
5	20	10	3.86 ± 0.14^{f}	0.141 ± 0.004^{fg}	4.39 ± 0.01^{h}
5	20	20	3.76 ± 0.08^{fg}	0.225 ± 0.004^{ab}	4.33 ± 0.05^{efgh}
5	20	30	3.53 ± 0.17^{gh}	0.225 ± 0.004^{ab}	3.54 ± 0.04^{a}
5	25	10	3.72 ± 0.08^{fg}	0.123 ± 0.004^{gh}	4.39 ± 0.04^{h}
5	25	20	3.71 ± 0.18^{fg}	0.212 ± 0.004^{b}	4.35 ± 0.04^{gh}
5	25	30	3.42 ± 0.15^{h}	0.234 ± 0.009^{a}	3.56 ± 0.01^{a}
5	30	10	3.53 ± 0.17^{gh}	0.153 ± 0.004^{de}	4.21 ± 0.02^{cd}
5	30	20	3.49 ± 0.08^{gh}	0.183 ± 0.004^{c}	4.24 ± 0.06^{def}
5	30	30	3.15 ± 0.12^{i}	0.192 ± 0.009^{c}	4.05 ± 0.08^{b}
7.5	20	10	5.26 ± 0.11^{c}	0.117 ± 0.004^{gh}	4.61 ± 0.03^{j}
7.5	20	20	5.06 ± 0.10^{cd}	0.123 ± 0.004^{gh}	4.37 ± 0.01^{h}
7.5	20	30	4.74 ± 0.12^{e}	0.198 ± 0.009^{c}	4.19 ± 0.01^{cd}
7.5	25	10	5.22 ± 0.08^{c}	0.147 ± 0.004^{fg}	4.52 ± 0.03^{i}
7.5	25	20	4.86 ± 0.01^{de}	0.147 ± 0.004^{ef}	4.34 ± 0.04^{fgh}
7.5	25	30	4.77 ± 0.14^{e}	0.153 ± 0.004^{de}	4.25 ± 0.04^{def}
7.5	30	10	5.14 ± 0.03^{c}	0.117 ± 0.004^{hi}	4.31 ± 0.02^{efgh}
7.5	30	20	5.21 ± 0.01^{c}	0.153 ± 0.004^{de}	4.27 ± 0.02^{defg}
7.5	30	30	4.68 ± 0.11^{e}	0.165 ± 0.013^{d}	4.06 ± 0.11^{b}
10	20	10	6.53 ± 0.17^{ab}	0.126 ± 0.009^{gh}	4.77 ± 0.02^{k}
10	20	20	6.60 ± 0.19^{a}	0.135 ± 0.004^{fg}	4.39 ± 0.01^{h}
10	20	30	6.28 ± 0.10^{b}	0.144 ± 0.009^{ef}	4.21 ± 0.02^{cd}
10	25	10	6.45 ± 0.06^{ab}	0.138 ± 0.009^{fg}	4.57 ± 0.02^{ij}
10	25	20	6.49 ± 0.22^{ab}	0.153 ± 0.004^{de}	4.24 ± 0.02^{de}
10	25	30	6.42 ± 0.12^{ab}	0.162 ± 0.009^{d}	4.14 ± 0.04^{c}
10	30	10	6.30 ± 0.01^{b}	0.105 ± 0.004^{i}	4.52 ± 0.04^{i}
10	30	20	6.44 ± 0.12^{ab}	$0.153 \pm 0.004d^{e}$	4.19 ± 0.02^{cd}
10	30	30	6.25 ± 0.11^{b}	0.171 ± 0.004^{d}	4.13 ± 0.03^{bc}

$^{a, b, c, ...}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 ตาราง ผลของความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิ และเวลาในการดองต่อปริมาณเชื้อทั้งหมดในผักกาดเขียวปลีดอง

ทรีทเม้นต์		ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (logCFU/g)		
ความเข้มข้นเกลือ (%)	อุณหภูมิ (°c)	10 วัน	20 วัน	30 วัน
5	20	5.98	6.36	6.35
5	25	6.19	6.39	6.43
5	30	6.28	7.17	7.25
7.5	20	5.69	6.36	6.38
7.5	25	5.79	6.51	6.83
7.5	30	5.86	6.73	7.06
10	20	4.83	5.12	6.20
10	25	5.18	6.13	6.29
10	30	5.68	6.16	6.32

ก.3 ตาราง ผลของความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิ และเวลาในการดองต่อปริมาณเชื้อแลคติกแอซิดแบคทีเรียในผักกาดเขียวปลีดอง

ทรีทเม้นต์		ปริมาณเชื้อแลคติกแอซิด (logCFU/g)		
ความเข้มข้นเกลือ (%)	อุณหภูมิ (°c)	10 วัน	20 วัน	30 วัน
5	20	5.69	6.48	6.55
5	25	5.37	6.48	6.63
5	30	5.23	6.37	6.46
7.5	20	5.10	6.41	6.44
7.5	25	5.33	6.66	6.78
7.5	30	5.62	6.73	6.95
10	20	4.47	4.98	5.25
10	25	4.53	5.29	5.60
10	30	5.38	5.54	5.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
การวิเคราะห์ทางเคมี

ข.1 การวิเคราะห์หาปริมาณเกลือ (AOAC, 2000)

การเตรียมสารเคมี

ข.1.1 ซิลเวอร์ไนเตรท (Silver nitrate; AgNO3) เข้มข้น 0.1 โมลาร์

ชั่ง $AgNO_3$ บริสุทธิ์ 99.9 – 100% ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จำนวน 19.9880 กรัม ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง นำสารที่ชั่งได้ละลายด้วยน้ำกลั่นประมาณ 200 มิลลิลิตร เทใส่ขวดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ครบด้วยน้ำกลั่น ถ้า $AgNO_3$ มีความบริสุทธิ์น้อยกว่า 99.9 – 100% ให้นำสารละลายที่เตรียมได้ไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้น 0.1 โมลาร์

ข.1.2 โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride; NaCl) เข้มข้น 0.1 โมลาร์

ชั่ง NaCl บริสุทธิ์ 99.9 – 100% และผ่านการอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จำนวน 0.5844 ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง นำสารที่ชั่งได้ละลายด้วยน้ำกลั่นประมาณ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ครบด้วยน้ำกลั่น

การคำนวณหาความเข้มข้นของ NaCl

มวลโมเลกุลของ NaCl = 58.44

น้ำหนักของ NaCl ที่ชั่งได้ = 0.5844 กรัมละลายในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

ความเข้มข้นของ NaCl $= \frac{0.5844 \times 100}{58.44 \times 100}$

$= 0.1$ โมลาร์

ข.1.3 โปรตัสเซียมโครเมต (Potassium Chromate; K_2CrO_4)

ชั่ง K_2CrO_4 4.2 กรัม ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง ใส่ในบีกเกอร์ 100มิลลิลิตร ชั่ง K_2CrO_4 0.7 กรัม ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง ใส่ในบีกเกอร์ใบเดิมเติมน้ำกลั่นประมาณ 80 มิลลิลิตร คนให้ละลาย เทใส่ขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับให้ครบด้วยน้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท

ใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ทำการไตเตรทกับสารละลายซิลเวอร์ไนเตรท เติมโปตัสเซียมโครเมตอินดิเคเตอร์ จำนวน 1 มิลลิลิตร เพื่อใช้เป็นอินดิเคเตอร์ไตเตรท จนกระทั่งได้จุดยุติเป็นตะกอนสีส้มแดง คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายซิลเวอร์ไตเตรทโดยใช้สูตร

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

วิธีวิเคราะห์

1. สุ่มตัวอย่างอาหารมาประมาณ 100 – 200 กรัม นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่น

2. ชั่งตัวอย่างอาหาร 10 – 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่นลงไปคนให้เข้ากัน

3. เทใส่ขวดปริมาตรขนาด 100 – 200 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบด้วยน้ำกลั่น

4. นำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4

5. ปิเปตของเหลวที่กรองได้มา 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมโปตัสเซียมโครเมตอินดิเคเตอร์ 1 มิลลิลิตร

6. นำไปไตเตรทด้วย 0.1 โมลาร์ ซิลเวอร์ไนเตรท จุดยุติของสารละลายจะมีสีแดงอิฐบันทึกผล (หากใช้ 0.1 โมลาร์ ซิลเวอร์ไนเตรทในการไตเตรทน้อยกว่า 0.5 มิลลิลิตรให้เพิ่มปริมาณตัวอย่างหรือถ้าใช้มากกว่า 25 มิลลิลิตร ให้ลดตัวอย่างลง) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ3 ซ้ำ

การคำนวณ

1 มิลลิลิตร ของสารละลาย $AgNO_3$ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับ NaCl 0.005844 กรัม) หรือคำนวณจากสูตร

$$\text{เกลือ (\%w/w)} = \frac{\mathbf{a.b.c} \times 0.005844 \times 1000}{\mathbf{d.e}}$$

a = ปริมาตรของ 0.1 โมลาร์ซิลเวอร์ไนเตรทที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลิตร)

b = ปริมาตรที่ปรับปริมาตร (มิลลิลิตร)

c = ความเข้มข้นของซิลเวอร์ไตเตรท (โมลาร์)

d = น้ำหนักของตัวอย่างอาหารที่ใช้ (กรัม)

e = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 ปริมาณกรดทั้งหมด(กรดแลกติก) (AOAC, 1995)

การเตรียมสารเคมี

ข.2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide; NaOH เข้มข้น 0.1 โมลาร์)

ชั่ง NaOH 8 กรัม ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าขนาดทศนิยม 2 ตำแหน่ง ละลายด้วยน้ำกลั่นต้มที่ทิ้งไว้ให้เย็นแล้ว ปรับปริมาตรให้ครบ 2000 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตรนำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนด้วยโพแทสเซียมไฮโดรเจนแทลเลต เข้มข้น 0.1 โมลาร์

ข.2.2 สารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนแทลเลต (Potassium Hydrogen Phthalate; KHC8H4O4เข้มข้น 0.1 โมลาร์)

นำ $KHC_8H_4O_4$ ประมาณ 5 กรัม อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน Desecrator ชั่ง $KHC_8H_4O_4$ ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1.6338 กรัม ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ใส่ในบีกเกอร์ 200 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 50 มิลลิลิตร คนให้ละลายเทใส่ขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

การคำนวณหาความเข้มข้นของ KHC8H4O4

มวลโมเลกุลของ $KHC_8H_4O_4$ = 204.22

น้ำหนักของ $KHC_8H_4O_4$ ที่ชั่งได้ = 1.6338 กรัม

ละลายในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

ความเข้มข้นของ $KHC_8H_4O_4$ = 1.6338 x 1000

= 204.22 x 100

= 0.0800 โมลาร์

ข.2.3 ฟีนอฟทาลีน (Phenolpthaline; C20H14O4) เข้มข้น 1%

ชั่ง Phenolpthaline 1 กรัม ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ใส่ในบีกเกอร์ 100มิลลิลิตร เติม ethalnol 95% จำนวน 60 มิลลิลิตร คนให้สารละลาย ปรับปริมาตรให้ครบ 100มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นการหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ใช้สารละลายโปตัสเซียมไฮโดรเจนแทลเลต (Potassium hydrogen Phthalate) ที่เตรียมไว้ ทำการไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้การหาจุดยุติของการไตเตรชัน โดยวิธีโพเทนชิโอเมตริก ไตเตรชัน (Potentiometric titration) คือ หาจุดยุติโดยการใช้ เครื่องพีเอชมิเตอร์ จุดยุติคือเมื่อมีค่าพีเอช 8.2 คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้สูตร

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณทั้งหมดในเนื้อผักกาดเขียวปลีดอง ชั่งเนื้อผักกาดเขียวปลีดอง 5 กรัม นำมาสับให้ละเอียดใส่ลงในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร หยด Phenolphthalein 2-3 หยด ไทเทรตด้วย 0.1 N NaOH จนได้สารละลายสีชมพู บันทึกปริมาตร NaOH ที่ใช้ แล้วนำมาคำนวณปริมาณกรดเป็นร้อยละกรดแลกติกโดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละกรดทั้งหมดในรูปกรดแลกติก} = \frac{N \times V \times 90.08 \times 100}{\text{ปริมาณตัวอย่าง} \times 1000}$$

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N

V = ปริมาตรเป็นมิลลิตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต

90.08 = น้ำหนักโมเลกุลของกรดแลกติก

ข.3 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

การวิเคราะห์ค่าพีเอช ในเนื้อผักกาดเขียวปลีดอง ทำการ Calibration เครื่อง pH meter โดยใช้สารละลาย buffer pH 7 และ pH 4 จากนั้นชั่งเนื้อผักกาดดอง 25 กรัม นำมาสับให้ละเอียดเติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร จุ่ม electrode จากนั้นอ่านค่าที่แสดงในหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.
การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ค.1 การวิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อ (firmness) (ฟองจันทร์ ชะลอกลาง, 2543)

การวิเคราะห์หาค่าความแน่นเนื้อผักกาดดองด้วยเครื่อง Texture Analyzer (TA-xt plus)

ค.1.1 การวิเคราะห์หาค่าความแน่นเนื้อโดยใช้หัววัดแบบ black extrusion ก่อนการวัดต้องทำการ calibrate force และ calibration probe ทุกครั้ง

ค.1.2 เตรียมตัวอย่างโดยนำผักกาดเขียวปลีดองหั่นให้มีขนาด กว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร และสูง 0.5 เซนติเมตร

ค.1.3 ทำการวิเคราะห์โดยเครื่อง TA – XT plus โดยใช้สภาวะ ดังนี

Option	: Return to start
Pre – test speed	: 2.0 mm/s
Test speed	: 3.0 mm/s
Post –test speed	: 10.0 mm/s
Distance	: 30 mm/s
Trigger	: 10 g

ค.2 การวิเคราะห์ค่าสี (Color)

การวัดสีในระบบฮันเตอร์ (Hunter Lab) ทำการวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี Minolta colorimeter (CR-400) (Minolta co.,Ltd, Osaka, Japan) วัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ โดยวัดสี L^* เป็นค่าความสว่าง (lightness) a^* เป็นค่าสีแดงและเขียว (redness/greenness) และ b^* เป็นค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (yellowness/blueness) วิธีการวิเคราะห์ดังนี้

ค.2.1 ก่อนทำการวัดค่าสีทุกครั้งต้องทำการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย StandardCalibration Plate ตั้งค่า illuminant เท่ากับ C

ค.2.2 ทำการวัดสี โดยนำผักกาดเขียวปลีดองหั่นให้มีขนาด กว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร และสูง 0.5 เซนติเมตร ใช้หัววัดสีวางทาบลงบนตัวอย่างของผักกาดเขียวปลีดองด้านหน้า และอ่านค่า แสดงผลการวัดในระบบCIELAB (L^*, a^*, b^*) ทำการวัด 10 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.
การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

ง.1 วิธีการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (AOAC, 1995)

ง.1.1 การเตรียมตัวอย่าง ทำโดยชั่งตัวอย่าง 25 กรัม โดยวิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technicque) แล้วเติมสารละลาย normal saline (เกลือร้อยละ 0.85) ที่ฆ่าเชื้อแล้วลงไป 225 มิลลิลิตร ปั่นตัวอย่างให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นตัวอย่าง (stomacher) จะได้สารละลายตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 1:10

ง.1.2 ใช้ Pour plate technique โดยการปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ กันปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ค่อย ๆ รินอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar ลงไปให้มีปริมาตรประมาณ 18-20 มิลลิลิตร ค่อย ๆ เขย่าให้ตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อผสมกัน ทำซ้ำระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ กลับจานเพาะเชื้อนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง

ง.1.3 คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี นับจำนวนด้วยเครื่องนับโคโลนี

ง.1.4 หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีที่นับได้ในแต่ระดับความเจือจางคูณด้วยค่า dilution factor ของระดับความเจือจางที่นับได้ คำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/g)

ง.2 วิธีการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียแล็กติก (AOAC, 1995)

ง.2.1 การเตรียมตัวอย่างทำเช่นเดียวกับการหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

ง.2.2 ใช้วิธี spread plate technique โดยการปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่าง ๆกับปริมาตร 1 มิลลิลิตร มาทำการ spread plate ด้วยอาหาร MRS ทำการเจือจางระดับความเข้มข้นของแบคทีเรียครั้งละ 10 เท่า กลับจานเพาะเชื้อนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 24-28 ชั่วโมง

ง.2.3 นับจำนวนโคโลนีเฉพาะที่สามารถสร้างบริเวณใส (clear zone) และอาหารเลี้ยงเชื้อรอบโคโลนีเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

ง.2.4 หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีที่นับได้ในแต่ละระดับความเจือจางคูณด้วยค่า dilution factor ของระดับเจือจางที่นับได้ คำนวณเป็นจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียแล็กติกต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.
การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จ.1 แบบประเมินทางประสาทสัมผัส ผักกาดเขียวปลีดองเค็ม

ผลิตภัณฑ์.....ผักกาดดองเค็ม.....

ผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึกให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง

สเกลความชอบ :

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

ปัจจัยคุณภาพ	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง .....
สี				
กลิ่น				
เนื้อสัมผัส				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.2 คะแนนประเมินทางประสาทสัมผัส ผักกาดเขียวปลีดองเค็ม

ตารางที่ จ.1 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองที่ 10 วัน

ความเข้มข้นเกลือ (%)	อุณหภูมิ (°c)	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 วัน		
		สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
5	20	5.13 ± 1.13[a]	4.875 ± 1.36	5.88 ± 0.99
5	25	5.13 ± 1.13[a]	4.75 ± 1.28	5.75 ± 0.71
5	30	5.75 ± 1.16[a]	4.88 ± 1.64	5.63 ± 1.06
7.5	20	5.00 ± 1.31[a]	4.75 ± 0.89	5.13 ± 1.28
7.5	25	4.63 ± 1.51[a]	5.13 ± 1.25	5.88 ± 0.83
7.5	30	5.38 ± 0.52[a]	5.00 ± 1.51	5.63 ± 1.41
10	20	5.63 ± 0.92[a]	5.25 ± 1.28	5.75 ± 1.28
10	25	3.38 ± 1.51[b]	5.13 ± 1.25	5.63 ± 1.92
10	30	4.50 ± 2.00[a]	4.75 ± 1.58	5.75 ± 1.67

[a, b, c, ...]ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.2 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองที่ 20 วัน

ความเข้มข้นเกลือ (%)	อุณหภูมิ (°c)	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส 20 วัน		
		สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
7.5	20	4.70 ± 1.62[cd]	4.63 ± 1.35[bc]	4.33 ±1.52[e]
7.5	25	5.77 ± 1.04[b]	5.17 ± 1.18[b]	6.0 ± 1.34[bc]
7.5	30	4.47 ± 1.14[cd]	4.57 ± 1.45[bcd]	4.87 ± 1.78[de]
10	20	6.40 ± 1.06[a]	6.03 ± 1.10[a]	7.03 ± 1.22[a]
10	25	5.10 ± 1.65[c]	4.53 ± 1.41[cd]	5.23 ± 1.70[cd]
10	30	4.40 ± 1.63[d]	3.97 ± 1.52[d]	6.2 ± 1.37[b]

[a, b, c, ...]ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.3 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผักกาดเขียวปลีดองที่ 30 วัน

ความเข้มข้นเกลือ (%)	อุณหภูมิ (°c)	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส 30 วัน		
		สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
10	20	5.47 ± 1.04	5.27 ± 1.11	5.87 ± 1.17
10	25	5.37 ± 1.27	4.93 ± 1.08	5.27 ± 1.76
10	30	5.27 ± 1.60	4.93 ± 1.76	5.67 ± 1.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.4 แบบประเมินทางประสาทสัมผัส ยำผักกาดดองลดเกลือ

ผลิตภัณฑ์.....ยำผักกาดดองลดเกลือ.....ผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึกและความพอดีโดยใส่เครื่องหมาย / ในช่อง(น้อยไป, พอดี, มากไป)ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง

สเกลความชอบ :

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

รหัส.....716..... ระดับความพอดี

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ	น้อยไป	พอดี	มากไป
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
เนื้อสัมผัส				
ความเค็ม				
ความเปรี้ยว				
ความหวาน				
ความเผ็ด				
ความชอบโดยรวม				

รหัส.....982..... ระดับความพอดี

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ	น้อยไป	พอดี	มากไป
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
เนื้อสัมผัส				
ความเค็ม				
ความเปรี้ยว				
ความหวาน				
ความเผ็ด				
ความชอบโดยรวม				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส.....349..... ระดับความพอดี

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ	น้อยไป	พอดี	มากไป
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
เนื้อสัมผัส				
ความเค็ม				
ความเปรี้ยว				
ความหวาน				
ความเผ็ด				
ความชอบโดยรวม				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

ภาพกระบวนการดอง

ผักกาดเขียวปลีสด

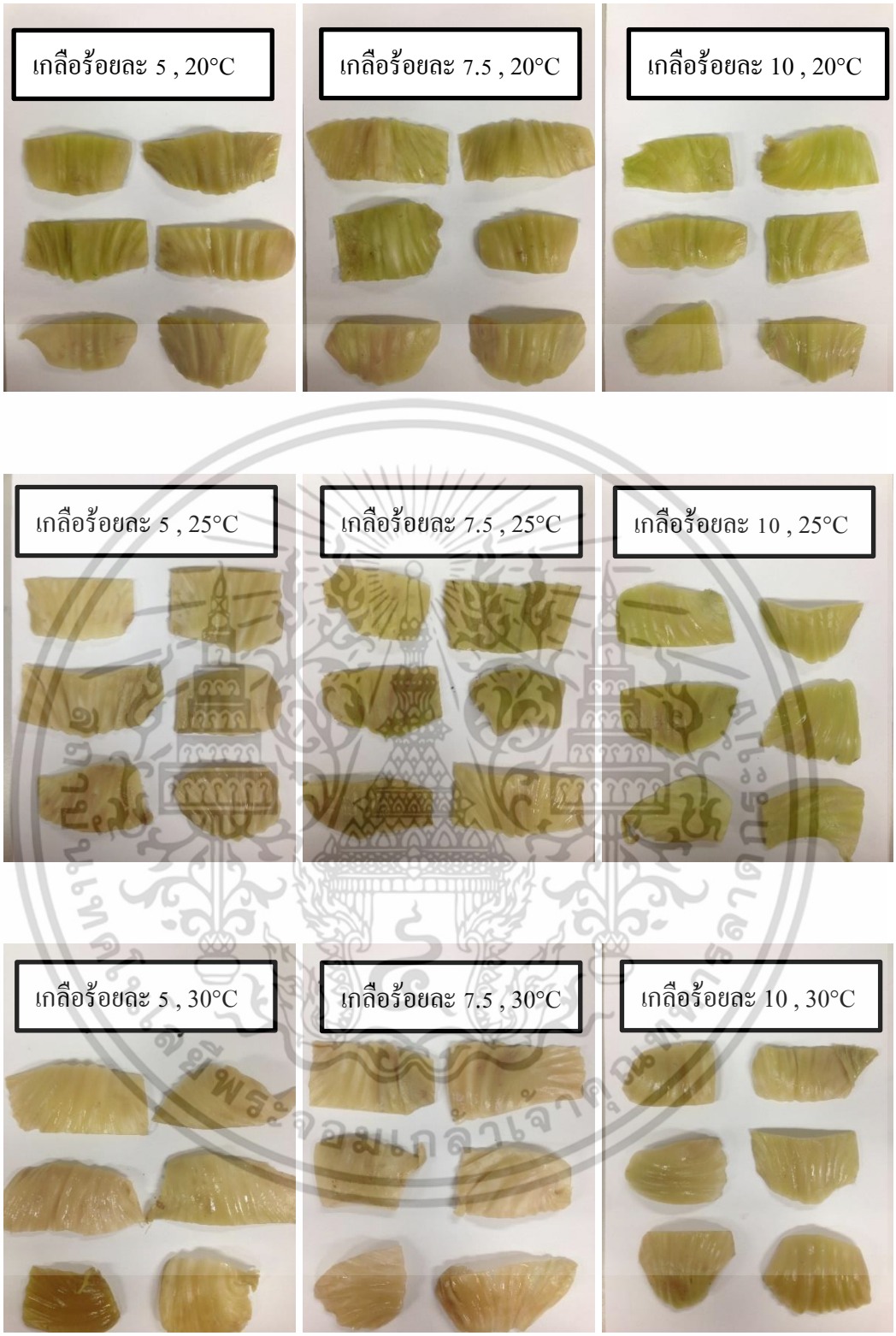
คลุกเกลือเม็กความเข้มข้นร้อยละ 5 ไว้ 1 คืน

เติมน้ำเกลือที่ความเข้มข้นต่างๆ

ดองที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 20, 25, และ 30 องศาเซลเซียส

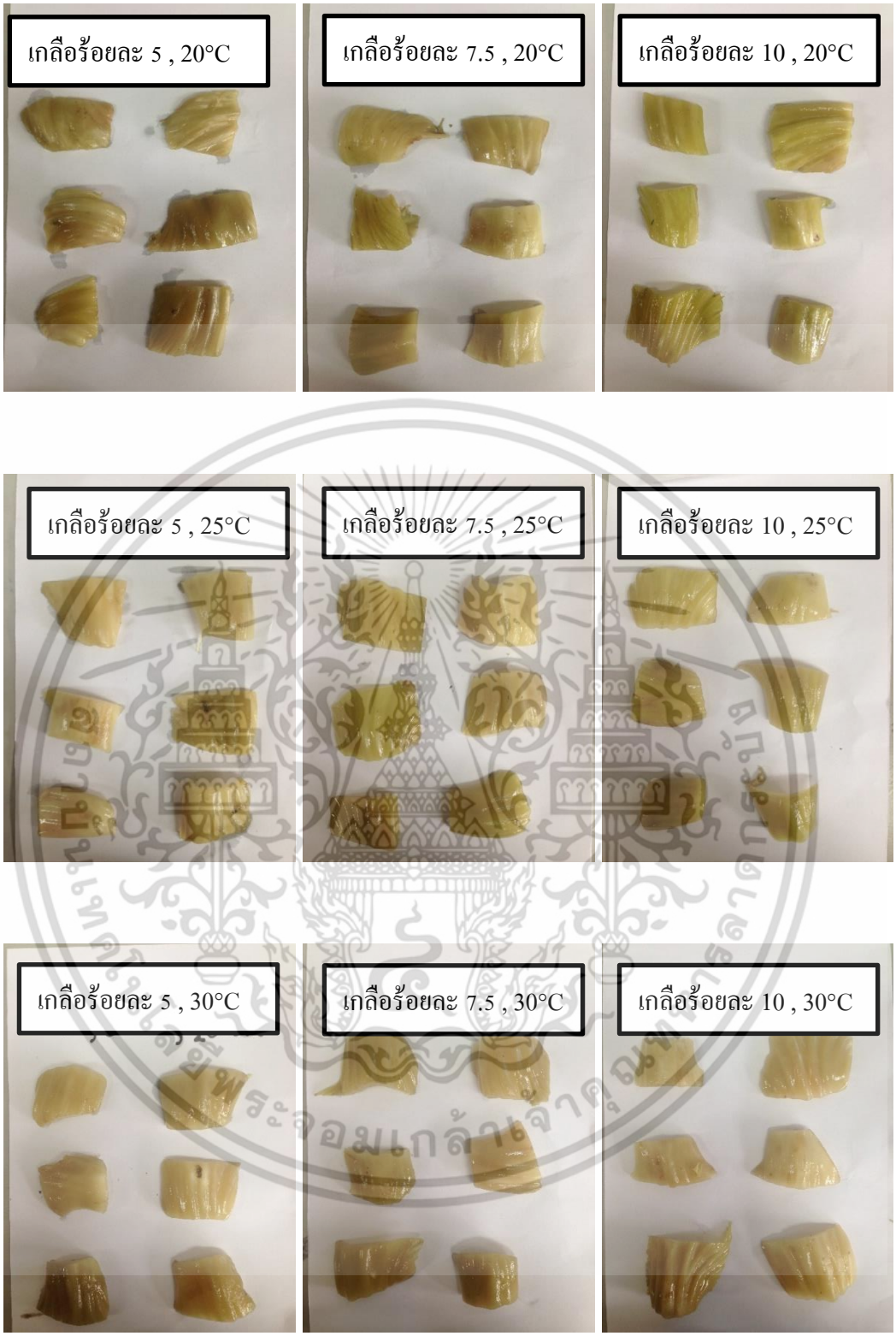
ภาพที่ ฉ1. กระบวนการดองเค็มผักกาดเขียวปลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



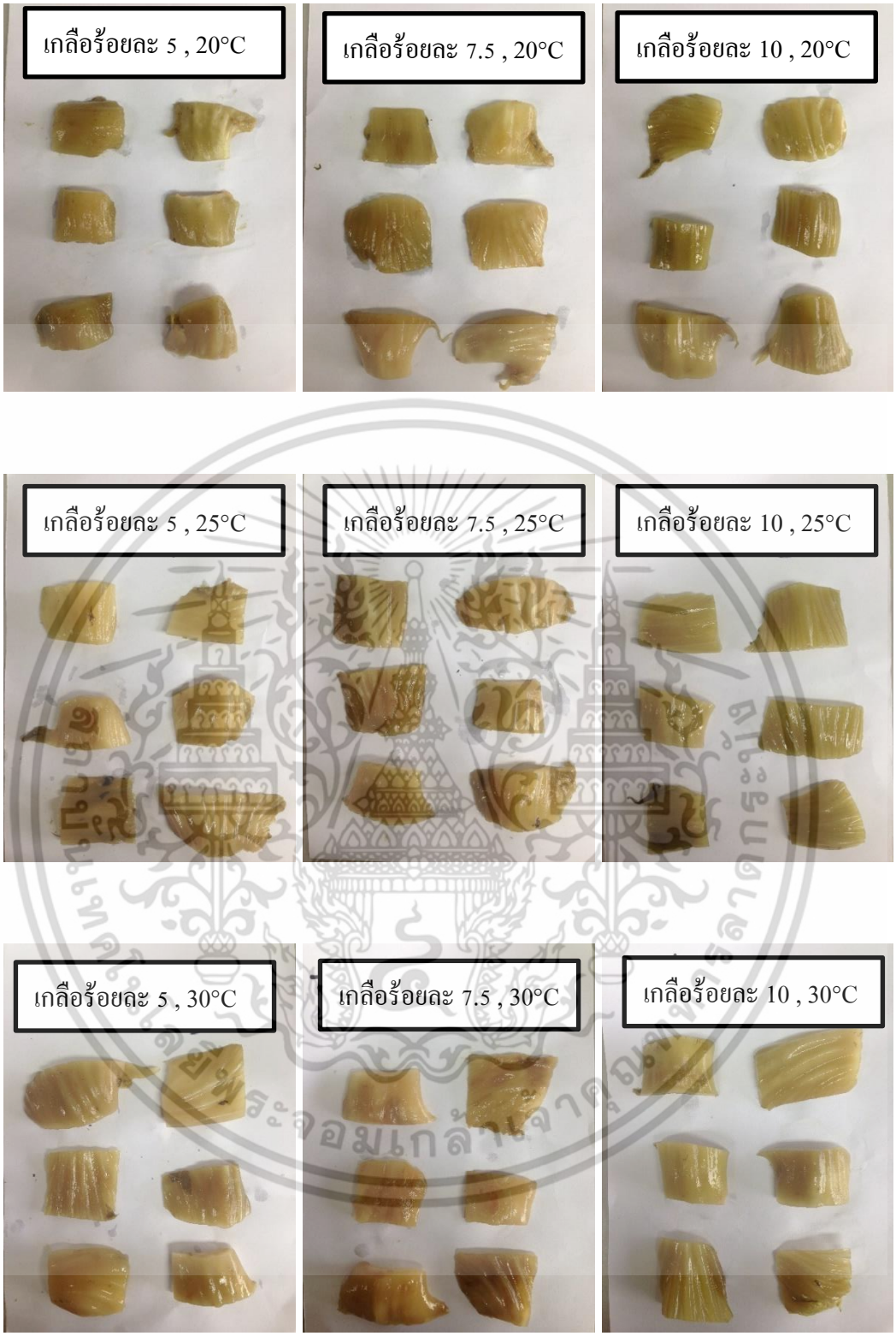
ภาพที่ ฉ2. ผักกาดดองที่ระยะเวลาการดอง 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ฉ3. ผักกาดดองที่ระยะเวลาการดอง 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ฉ4. ผักกาดดองที่ระยะเวลาการดอง 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช.
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ผักกาดดอง

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะผักกาดดองที่ผ่านกรรมวิธีการดอง บรรจุในภาชนะบรรจุ

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ ผักกาดดอง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผักกาดเขียวปลีหรือผักกาดชนิดอื่นที่เหมาะสม ทั้งหัวหรือทำเป็นชิ้นตามขนาดที่ต้องการ อาจนำไปแช่ในน้ำปูนใสหรือสารช่วยทำให้กรอบก่อน เช่น แคลเซียมคลอไรด์แคลเซียมแลกเทต นำมาดองในน้ำดอง ในระยะเวลาที่เหมาะสม หรือนำมาดองในน้ำปรุงรสอีกครั้ง

๒.๒ น้ำดอง หมายถึง ของเหลวที่ประกอบด้วยเกลือและอาจมีการเติมสารช่วยทำให้กรอบ

๒.๓ น้ำปรุงรส หมายถึง ของเหลวที่เตรียมจากส่วนประกอบต่างๆ เช่น เกลือ น้ำตาล ซีอิ๊ว พริก เครื่องเทศและสารเพิ่มความเป็นกรด เช่น กรดซิทริก กรดแอซีติก และอาจมีการเติมสารช่วยทำให้กรอบ

๒.๔ น้ำหนักเนื้อ (drained weight) หมายถึง น้ำหนักของเนื้อผักกาดดองในภาชนะบรรจุที่ไม่รวมส่วนที่เป็นน้ำดองหรือน้ำปรุงรส

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องมีลักษณะที่ดีตามธรรมชาติของผักกาดดอง อาจมีจำนวนชิ้นของผักกาดดองที่มีตำหนิได้บ้างเล็กน้อยหากมีน้ำดองหรือน้ำปรุงรสบรรจุอยู่ด้วย ต้องไม่มีฝ้าขาวหรือฟองอันเนื่องมาจากการหมัก

๓.๒ สีต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่คล้ำ

๓.๓ กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

๓.๔ ลักษณะเนื้อสัมผัสต้องกรอบพอควร ไม่นิ่มเละเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๓.๕ สิ่งแปลกปลอมต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

๓.๖ วัตถุเจือปนอาหาร

๓.๖.๑ หากมีการใช้วัตถุกันเสีย ให้ใช้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

๓.๖.๒ ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด

๓.๖.๓ ห้ามใช้โซเดียมบอเรต (บอแรกซ์)

๓.๖.๔ หากมีการใช้สารเพิ่มความเป็นกรด ให้ใช้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

๓.๖.๕ หากมีการใช้สารช่วยทำให้กรอบ ให้ใช้แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแลกเทตหรือแคลเซียมกลูโคเนตอย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน ต้องไม่เกิน ๑ ๐๐๐ มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม

๓.๖.๖ ห้ามใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลทุกชนิด

๓.๖.๗ หากมีการใช้วัตถุปรุงแต่งรสอาหาร ให้ใช้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

๓.๗ ความเป็นกรด-ด่าง ต้องไม่เกิน ๔.๕

๓.๘ จุลินทรีย์

๓.๘.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน ๑×๑๐^{๕} โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๘.๒ สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๐.๑ กรัม

๓.๘.๓ เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๓ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๘.๔ ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำผักกาดดอง ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุผักกาดดองในภาชนะบรรจุที่สะอาด ผนึกได้เรียบร้อย และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

๕.๒ น้ำหนักเนื้อของผักกาดดองในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุผักกาดดองทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ผักกาดดองเค็ม ผักกาดดองหวาน ผักกาดดองสมุนไพร ผักกาดดองสามรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(๓) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร ถ้ามีการใช้วัตถุกันเสีย ให้ระบุข้อความ “ใช้วัตถุกันเสีย”

(๔) น้ำหนักเนื้อ

(๕) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(๖) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น

(๗) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ผักกาดดองที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๕ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าผักกาดดองรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รส และลักษณะเนื้อสัมผัสให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๔ จึงจะถือว่าผักกาดดองรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ความเป็นกรด-ด่าง และจุลินทรีย์ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๕ หน่วยภาชนะบรรจุ นำมาทำเป็นตัวอย่างรวม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ ถึงข้อ ๓.๘ จึงจะถือว่าผักกาดดองรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างผักกาดดองต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ และข้อ ๗.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าผักกาดดองรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายภัทรพล พัฒนภักดี
วัน เดือน ปีเกิด	26 กันยายน พ.ศ. 2534 ที่จังหวัดสระบุรี
ที่อยู่	999/42 ม.แลนซิโอนอฟ ซ.คู้บอน38 ถ.คู้บอน แขวงบางชัน เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร. 10510
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2552 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนนราธิวาส พ.ศ.2556 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ.2557 ศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การนำเสนอผลงาน	Optimization condition of low salt pickled mustard green The 18th Food Innovation Asia Conference 2016 (FIAC 2016) 16-18 June 2016, BITEC Bangna, Bangkok, Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้