การใช้ประโยชน์ของก้านผักกาดดองเพื่อผลิตผักดองในน้ำส้มสายชู

UTILIZATION OF SALTED MUSTARD GREEN STALK IN SOUR PICKLE PRODUCTION

วรรณกานต์ เภทพ่อค้า

WANNAKAN PHETPORKHA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AI-M-055-268

การใช้ประโยชน์ของก้านผักกาดดองเพื่อผลิตผักดองในน้ำส้มสายชู

UTILIZATION OF SALTED MUSTARD GREEN STALK IN SOUR PICKLE PRODUCTION

วรรณกานต์ เภทพ่อค้า

WANNAKAN PHETPORKHA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AI-M-055-268

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UTILIZATION OF SALTED MUSTARD GREEN STALK IN SOUR PICKLE PRODUCTION

WANNAKAN PHETPORKHA

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-055-268

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 การใช้ประโยชน์ของก้านผักกาดดองเพื่อผลิตผักดองในน้ำส้มสายชู
UTILIZATION OF SALTED MUSTARD GREEN STALK IN SOUR PICKLE PRODUCTION

ชื่อนักศึกษา นางสาววรรณกานต์ เภทพ่อค้า

รหัสประจำตัว 57608027

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 10.30 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	การใช้ประโยชน์ของก้านผักกาดดองเพื่อผลิตผักดองในน้ำส้มสายชู
นักศึกษา	นางสาววรรณกานต์ เภทพ่อค้า
รหัสประจำตัว	57608027
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการนำก้านผักกาดดองซึ่งเป็นของเหลือจากอุตสาหกรรมการผลิตผักกาดดองกระป๋อง ที่มีปริมาณเกลือสูง มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นผักดองในน้ำส้มสายชู โดยศึกษารูปแบบการตัดแต่งก้านผักกาดดอง พบว่าการตัดแต่งเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเล็กเป็นรูปแบบที่เหมาะสม การศึกษาผลของอัตราส่วนน้ำและระยะเวลาที่มีต่อการลดลงของเกลือในก้านผักกาดดอง พบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาและอัตราส่วนน้ำส่งผลต่อการลดลงของปริมาณเกลือในก้านผักกาดดองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมต่อการลดเกลือ คือ ที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง อัตราส่วนน้ำต่อตัวอย่าง 3:1 ส่งผลให้เกลือลดลงร้อยละ 69.75 และมีคุณภาพทางด้านสีและเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม จากนั้นนำก้านผักกาดที่มีปริมาณเกลือต่ำมาผลิตเป็นผักดองในน้ำส้มสายชู โดยใช้น้ำส้มสายชู 3 ชนิดคือ น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล และน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด และสูตรที่แตกต่างกัน 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 ประกอบไปด้วยลูกผักชี และพริกป่น สูตรที่ 2 ประกอบไปด้วยกระเทียม พริกไทยดำ ลูกผักชี และ สูตรที่ 3 ประกอบไปด้วย อบเชยและกานพลู โดยพบว่าสูตรน้ำดองที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูได้แก่ น้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล ที่มีกระเทียม พริกไทยดำ และลูกผักชี เป็นองประกอบ จากนั้นทำการทดแทนน้ำส้มสายชูหมักด้วยน้ำส้มสายชูกลั่น เพื่อลดต้นทุนในเชิงพาณิชย์ พบว่าเมื่อทดแทนน้ำส้มสายชูกลั่นในปริมาณร้อยละ 40 ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างได้และได้รับคะแนนความชอบแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจากตัวอย่างควบคุม ($p > 0.05$) เมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษา พบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาไว้ได้เป็นระยะเวลา 112 วันที่อุณหภูมิห้อง โดยที่เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูยังไม่เปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Utilization of Salted Mustard Green Stalk in Sour Pickle Production
Student	Miss. Wannakan Phetporkha
Student ID.	57608027
Degree	Master of Science
Program	Food Service and Catering Technology
Year	2016
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr.Tongchai Puttongsiri

ABSTRACT

Mustard green stalk (*Brassica juncea* L.) which is by-product from pickled mustard green industry and also contains high salt contents was used as a material for producing pickled mustard green in fermented vinegar. The shapes of mustard green stalk were studied and the results found that small rectangle shape was selected by ranking test as a suitable form. For the study of the effect of water ratio and soaking time for decreasing concentration of salt in Mustard green stalk, the results showed that increasing time and water ratio affected the decrease of salt contents in mustard green stalk significantly at 95% confidence interval. ($p \leq 0.05$). The ratio of water to mustard green stalk at 3:1 and soaking time for 3 hours were the optimum condition and could reduce 69.75% of salt concentration. Moreover, the qualities of the sample (in term color and texture) of this condition were similar to the control treatment. After that, the mustard green stalk which contained low salt concentration was produced to a sour pickled. Three fermented vinegars were used such as jasmine rice vinegar, apple cider and pineapple vinegar. In addition, each fermented vinegar was applied in 3 different recipes. First recipe consists of coriander seed and cayenne pepper. Second recipe consists of garlic black pepper and coriander seed and third recipe consists of black pepper and coriander seed. The results indicated that the suitable seasoned fermented vinegar should contain apple cider which consists of garlic, black pepper and coriander seed. Then, apple cider was replaced by distilled vinegar for decreasing the commercial cost. The sensory evaluation showed that 40% of distilled vinegar was not different from control treatment significantly at 95% confidence interval ($p > 0.05$). For shelf life study, it was found that the product could keep at room temperature for 112 days with no texture changing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาโทของสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ข้อมูลต่างๆ และคำแนะนำในการแก้ไขปัญหา ระหว่างการทำงานวิจัยให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณท่านกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร ดร.สิทธิพงศ์ มลินานนท์ และรศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ ที่ช่วยให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอบคุณบริษัทสันติภาพ (ฮั้วเพ้ง 1958) จำกัด ที่กรุณาให้วัตถุดิบ คำปรึกษาและความรู้ต่างๆตลอดการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ช่วยเหลืองานวิจัยนี้

ขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนทุกคนที่คอยให้การสนับสนุน ดูแล ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมาจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จ

ขอขอบคุณผู้เขียนและสำนักพิมพ์ของเอกสารที่ผู้จัดทำได้ใช้ในการอ้างอิงเป็นอย่างสูง

ประโยชน์ที่ดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบประโยชน์นั้นแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน งานวิจัยนี้คงไม่อาจสำเร็จลุล่วงได้ หากปราศจากความช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณทั้งหลาย

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่นิสิต นักศึกษาและผู้สนใจอ่านทั่วไป และหากมีข้อความใดหรือเนื้อหาตอนใดผิดพลาด ไม่ว่าจะเกิดจากประการใดก็ตาม ผู้จัดทำยินดีรับการติชม

วรรณกานต์ เภทพ่อค้า

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ผักกาดเขียวปลี	3
2.2 กระบวนการดอง	7
2.3 น้ำส้มสายชู	12
2.4 เกลือ	18
2.5 ผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อร่างกาย	20
2.6 อาหารเกลือต่ำ	25
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ	32
3.1 วัตถุดิบ	32
3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์	33
3.3 สารเคมี	34
3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย	35
3.4.1 ศึกษารูปแบบการตัดแต่งก้านผักกาดดองที่มีผลต่อความชอบของผู้ทดสอบ	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.4.2 ศึกษาอัตราส่วนน้ำและเวลาในการแช่ที่มีผลต่อการลดเกลือในก้านผักกาดดอง 35

3.4.3 ศึกษาสูตรของน้ำดองและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักที่เหมาะสมต่อการทำน้ำดองผักในส้มสายชูหมัก 36

3.4.4 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่น 40

3.4.5 ศึกษาคุณภาพทางด้านเคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู 41

3.4.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษา 41

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 42

4.1 ผลการศึกษารูปแบบการตัดแต่งก้านผักกาดดองที่มีผลต่อความชอบของผู้ทดสอบ 42

4.2 ผลของอัตราส่วนน้ำและเวลาในการแช่ที่มีผลต่อการลดเกลือในก้านผักกาดดอง 42

4.3 ผลของสูตรของน้ำดองและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักที่เหมาะสมต่อการทำน้ำดองผักในส้มสายชูหมัก 46

4.3.1 ผลของสูตรและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักที่เหมาะสมต่อการทำน้ำดอง 46

4.3.2 ผลการคัดเลือกสูตรผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักที่เหมาะสม 56

4.4 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่น 60

4.4.1 ผลการคัดเลือกชนิดของนำส้มสายชูกลั่นเพื่อทดแทนน้ำส้มสายชูหมัก 60

4.4.2 ผลการคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่น 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.5 ผลการศึกษาคุณภาพทางด้านเคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู 67

4.6 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษา 69

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 78

บรรณานุกรม 79

ภาคผนวก 87

ก ผลการทดลอง 88

ข การวิเคราะห์ทางกายภาพ 96

ค การวิเคราะห์ทางเคมี 98

ง การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ 108

จ การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส 112

ฉ รายชื่อเชฟผู้เชี่ยวชาญและอาหารที่ทำจากผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมัก 127

ช คุณภาพของน้ำส้มสายชูและเงื่อนไขกล่าวอ้างโภชนาการต่อปริมาณโซเดียมที่ระบุในฉลากโภชนาการ 131

ประวัติผู้วิจัย 133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของผักกาดเขียวปลี	4
2.2	ประเภทของแตงกวาดองในน้ำส้มสายชู	10
2.3	ปริมาณสารฟีนอลิกในน้ำส้มสายชูหมัก	16
2.4	โซเดียมที่มีอยู่ในสารประกอบต่างๆที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหารในเชิงพาณิชย์	21
3.1	สูตรน้ำดองสำหรับผักดองในน้ำส้มสายชูหมัก	36
4.1	ผลการทดสอบการเรียงลำดับความชอบต่อรูปแบบก้านผักกาดดอง	42
4.2	ปริมาณเกลือในก้านผักกาดดองหลังผ่านกระบวนการลดเกลือ	43
4.3	ผลของระยะเวลาและอัตราส่วนน้ำในการลดเกลือที่มีผลต่อความแน่นเนื้อและสีของก้านผักกาดดอง	44
4.4	คุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพของผักในน้ำส้มสายชูหมักในแต่ละสูตร	47
4.5	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการวัดความพอดี (Just About Right Scale) ต่อผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ	52
4.6	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการวัดความพอดี (Just About Right Scale) ต่อผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล	53
4.7	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการวัดความพอดี (Just About Right Scale) ต่อผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด	54
4.8	การปรับสูตรน้ำดอง	55
4.9	คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างของกลิ่นน้ำส้มสายชูกลั่นแต่ละยี่ห้อ	60
4.10	คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างของรสเปรี้ยวของน้ำส้มสายชูกลั่น 2 ยี่ห้อ	61
4.11	คุณภาพทางด้านเคมีเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำส้มสายชูหมัก และน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน	62
4.12	คุณภาพทางด้านกายภาพของผักกาดดองเมื่อใช้อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน	63
4.13	คุณภาพทางด้านกายภาพของแตงกวาเมื่อใช้อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.14	คุณภาพทางด้านกายภาพของแครอทเมื่อใช้อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน	64
4.15	คุณภาพทางด้านกายภาพของพริกชี้ฟ้าแดงเมื่อใช้อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน	64
4.16	คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างในแต่ละคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน	65
4.17	คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะผลิตภัณฑ์เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน	66
4.18	คุณภาพทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู	67
4.19	คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู	68
ก 1	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบด้วยต่อคุณลักษณะต่างๆของผักดองในน้ำส้มสายชูทั้ง 9 สูตร	88
ก 2	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบและการยอมรับจากเชฟผู้เชี่ยวชาญ	89
ก 3	ต้นทุนของน้ำดองเมื่อทำการทดแทนน้ำส้มสายชูหมักด้วยน้ำส้มสายชูกลั่น	90
ก 4.1	คุณภาพทางด้านเคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส	91
ก 4.2	คุณภาพทางด้านกายภาพ (เนื้อสัมผัส) ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส	92
ก 4.3	คุณภาพทางด้านกายภาพ (สี) ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส	93
ก 4.4	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส	95
จ 2.1	ค่าผลรวมของลำดับตามจำนวนผลิตภัณฑ์ และจำนวนผู้ประเมิน ที่ $\alpha = 0.05$	125
ฉ 1	รายชื่อเชฟผู้เชี่ยวชาญ	127
ฉ 2	แบบสำรวจเบื้องต้นสำหรับเชฟผู้เชี่ยวชาญ	128
ช 1	เงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการ ต่อปริมาณโซเดียมที่สามารถระบุในฉลากโภชนาการ	132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ผักกาดโสภณ	3
2.2	กระบวนการทำผักกาดดอง	6
2.3	ขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชูหมัก	14
2.4	หลอดเลือดแดงที่มีภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง	17
2.5	โครงสร้างเกลือ	18
2.6	Mass transport during osmotic	19
2.7	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโซเดียมที่ร่างกายได้รับและการเพิ่มขึ้นของความดันโลหิต	22
2.8	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโซเดียมที่ร่างกายได้รับกับการเกิดโรคหัวใจ	23
2.9	ความสามารถในการกระตุ้นการรับรสเค็มของกรดอะมิโนบริสุทธิ์	28
3.1	การตัดแต่งก้านผักกาดดองเพื่อทดสอบความชอบของผู้ทดสอบ	35
3.2	กระบวนการเตรียมผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรส	39
4.1	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบด้วยต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรสที่ผลิตจากน้ำดองที่แตกต่างกัน 9 สูตร	49
4.2	ผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ (A) , น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล (B), น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด (C)	56
4.3	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ ก่อนและหลังรับประทานร่วมกับอาหาร โดยใช้ผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด	57
4.4	ร้อยละการยอมรับ ก่อนและหลังการรับประทานร่วมกับอาหาร	59
4.5	ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส	69
4.6	ปริมาณกรด (ร้อยละ) และ ปริมาณเกลือ (ร้อยละ) ของผลิตภัณฑ์ผักกาดดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.7 ค่าความสว่าง (L^*) (A), ค่าสีเฉดเขียว-แดง (a^*) (B) ค่าสีเฉดเหลือง-น้ำเงิน (b^*) (C) ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 71

4.8 Chroma (A) และค่า Hue-angle (B) ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 72

4.9 ค่าความแน่นเนื้อ (Kg.f) ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 73

4.10 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 75

4.11 การยอมรับผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษาเป็น ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ปัจจุบันอุตสาหกรรมผักและผลไม้แปรรูปมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น พบว่าในปี 2558 มีการส่งออกผัก ผลไม้กระป๋องและผัก ผลไม้ที่ได้รับการแปรรูปเพิ่มขึ้น ร้อยละ 14 โดยตลาดหลักที่ทำการส่งออกคือ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย สหราชอาณาจักรและเนเธอร์แลนด์ (สุธิดา, 2558) สำหรับผักกระป๋องประเภทผักกาดดองกระป๋องนั้น ประเทศไทยมีการส่งออกไปในทวีปยุโรป อเมริกา โดยเน้นขายกลุ่มคนเอเชียที่อาศัยอยู่ในประเทศต่าง ๆ ซึ่งที่ผ่านมาพบว่ามีการเติบโตร้อยละ 10-15 ต่อปี (ประชาชาติธุรกิจออนไลน์, 2557) แต่ด้วยความแตกต่างทางด้านวัฒนธรรมทางด้านการรับประทานอาหารทำให้ผักกาดดองจากประเทศไทยไม่เป็นที่ถูกปากของประชากรยุโรป เนื่องจากมีความคุ้นเคยกับผักดองเปรี้ยวที่ผ่านการปรุงรสด้วยเครื่องเทศ (Sour Pickle) มากกว่าผักกาดดองที่มีรสชาติค่อนข้างเค็ม ทำให้ไม่เป็นที่นิยมสำหรับประชากรแถบยุโรปมากนัก อีกทั้งในกระบวนการทำผักกาดดองมีการใช้เกลือในปริมาณสูงทำให้ผู้ทดสอบตระหนักถึงปัญหาทางด้านสุขภาพ เนื่องจากเกลือเป็นสาเหตุสำคัญต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ และโรคไต ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตอันดับต้นๆของประชากรโลก

ในกระบวนการผลิตผักกาดดองกระป๋องมีขั้นตอนการตัดแต่งก้านผักกาดดอง ซึ่งมีลักษณะแข็ง หนา และขนาดไม่ได้ตามที่ต้องการ (กุลบัณฑิต, 2554) โดยปกติก้านผักกาดดองส่วนนี้จะทิ้งให้เป็นของเสียจากกระบวนการอุตสาหกรรม ทำให้สิ้นเปลืองต้นทุนการผลิตที่ต้องทำการกำจัดของเสียส่วนนี้ หากนำมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าจากวัตถุดิบดังกล่าว จะทำให้สามารถเพิ่มรายได้ต่อเจ้าขององค์กรมากขึ้น

ดังนั้นจึงปรับรูปแบบของก้านผักกาดดองให้อยู่ในรูปแบบของผักดองตัดแต่งในน้ำส้มสายชูพร้อมรับประทาน โดยพยายามลดปริมาณเกลือจากวัตถุดิบก่อนผลิต จะเป็นการเพิ่มโอกาสในการขยายตลาดและการจำหน่ายในตลาดต่างประเทศ โดยใช้วัตถุดิบ กระบวนการ และความรู้เดิมที่มีอยู่ อีกทั้งยังช่วยลดมลพิษจากของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษารูปแบบการตัดแต่งก้านผักกาดดองที่มีผลต่อความชอบของผู้ทดสอบ

1.2.1 เพื่อศึกษาอัตราส่วนของน้ำและเวลาในการแช่ที่มีผลต่อการลดเกลือในก้านผักกาดดอง

1.2.3 เพื่อศึกษาสูตรของน้ำดองและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักที่เหมาะสมต่อการทำน้ำดองผักในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรส

1.2.4 เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นที่เหมาะสม และสามารถลดต้นทุนในการผลิตผักดองในน้ำส้มสายชูปรุงรสและ

1.2.5 เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เบื้องต้น

1.2.6 เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.3.1 เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อเพิ่มมูลค่าจากผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ และเป็นการเพิ่มช่องทางทางการตลาด

1.3.2 ทราบสภาวะในการลดเกลือในวัตถุดิบที่ดีที่สุดก่อนนำไปทำผักดองในน้ำส้มสายชู ทราบสูตรและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักที่มีในตลาดประเทศไทยที่เหมาะสมต่อการทำผักดองในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรส

1.3.3 ทราบสัดส่วนที่เหมาะสมของน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มความเป็นไปได้ให้กับการผลิต

1.3.4 ทราบคุณภาพเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาถึงผลของการตัดแต่งผักกาดดองก่อนนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ผักกาดดองในน้ำส้มสายชูปรุงรสที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้ทดสอบ การลดปริมาณเกลือของวัตถุดิบก่อนการผลิตและศึกษาเพื่อคัดเลือกสูตรที่มีความใกล้เคียงกับของต่างประเทศ พร้อมกับศึกษาชนิดของน้ำส้มสายชูหมักที่มีในตลาดประเทศไทยที่ส่งผลต่อคุณภาพทางด้านเคมี ด้านกายภาพ และด้านประสาทสัมผัสในด้านการยอมรับของผู้ทดสอบ จากนั้นศึกษาถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นที่ไม่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบและทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา โดยทำการตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมี ด้านกายภาพ ด้านจุลินทรีย์ ทดสอบการความชอบและการยอมรับของผู้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผักกาดเขียวปลี

ผักกาดเขียวปลี (Mustard Greens, Chinese Mustard หรือ leaf mustard) มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Brassica juncea* L. มีชื่อสามัญคือ ผักกาดเขียวปลี ผักกาดเขียว ผักโสภณ ผักกาดจ้อน ผักกาดดำ ผักกาดโป้ง เป็นพืชล้มลุกในตระกูล Cruciferae ดังภาพที่ 2.1 นิยมนำมาแปรรูปเป็นผักกาดดองแต่ไม่นิยมบริโภคสดเนื่องจากมีรสที่ขมและเผ็ด แม้จะผ่านกระบวนการทางความร้อนแล้วก็ตาม (วิจิตรา, 2550; อรรณพ และ วรรณภา, 2550)

ภาพที่ 2.1 ผักกาดโสภณ

ผักกาดเขียวปลีเป็นผักอายุปีเดียว อายุการเก็บเกี่ยว 55-75 วัน ก้านและใบสีเขียวอ่อนมีความกรอบ โคนก้านยึดติดกับรากและพื้นดิน ปลีสีเขียวอ่อนมีใบอ่อนหุ้มอยู่โดยรอบ สามารถปลูกได้ตลอดปีในประเทศไทย โดยจะปลูกมากในเขตภาคเหนือได้แก่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ตาก น่าน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่จังหวัดนครราชสีมา และในเขตภาคตะวันตกได้แก่จังหวัดกาญจนบุรี ดินที่เหมาะกับการปลูกผักกาดเขียวปลีคือดินร่วนซุย และมีสภาพเป็นกลาง อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 15-20 องศาเซลเซียสและได้รับแสงแดดเต็มที่ (อรสา และคณะ, 2540)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้นผักกาดเขียวปลี เป็นแกนสั้นหรือฝังระดับดินขึ้นมาเล็กน้อย ใบไม่มีขนเส้นกลางใบกว้างแบนและอวบน้ำ มีสีเขียวและเขียวเข้มมีทั้งขอบใบเรียบและเว้าใบห่อกันเป็นปลี ช่อดอกเป็นแบบ raceme เกิดตรงปลายสุดของลำต้นและกิ่งแขนงสีเหลืองอ่อน ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ผลเป็นแบบ silique (มณีฉัตร และคณะ, 2545) คุณค่าทางโภชนาการของผักกาดเขียวปลีแสดงดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของผักกาดเขียวปลี (ปริมาณ 100 กรัม ในส่วนที่รับประทานได้)

สารอาหาร	ปริมาณ (ร้อยละ)
พลังงาน (แคลลอรี่)	15
ความชื้น (กรัม)	94.8
โปรตีน (กรัม)	1.8
ไขมัน (กรัม)	0.1
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	1.7
เส้นใย (กรัม)	0.6
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	108
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	34
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.2
เบต้าแคโรทีน (มิลลิกรัม)	1.33
วิตามินเอ	-
ธัยอะมีน (มิลลิกรัม)	0.03
วิตามินบี (ไรโบฟลาวิน) (มิลลิกรัม)	0.18
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	55
ไนอะซีน (มิลลิกรัม)	0.4

ที่มา : ธัญนีต์ (2542)

2.1.2 พันธุ์ของผักกาดเขียวปลี (วิจิตรา, 2550; อรรณพ และ วรรณภา, 2550)

2.1.2.1 ผักกาดเขียวปลีธรรมดา เป็นผักกาดเขียวปลีชนิดไม่ห่อปลี มีอายุสั้น 55–65 วัน เหมาะต่อการปลูกในฤดูฝนใช้ทำผักกาดดองจำหน่ายในตลาดท้องถิ่น

2.1.2.2 ผักกาดเขียวปลีชนิดห่อปลี แบ่งเป็น 2 ชนิดได้แก่ พันธุ์ปลีกลม ที่มีลักษณะใบกว้าง น้ำหนักผลผลิตต่อไร่สูงแต่มักเกิดอาการปลีแตก และพันธุ์ปลีแหลม ที่มีลักษณะหัวปลีแหลม น้ำหนักผลผลิตต่อไร่ต่ำแต่ไม่ค่อยเกิดอาการปลีแตก เกษตรกรไม่นิยมปลูก

อรสา และคณะ (2540) รายงานถึงมาตรฐานพันธุ์ผักกาดเขียวปลีพันธุ์ดีไว้ดังนี้

1) มีจำนวนใบไม่ห่อปลีน้อย

2) ห่อปลีแน่นมีขนาดใหญ่ปลีไม่แตกปลีกลม

3) ไม่ออกดอกก่อนห่อปลี

4) ทนทานต่อโรคใบด่างเหลืองและอื่นๆ

5) เจริญเติบโตเร็วอายุสั้น

6) ผลผลิตต่อไร่สูง

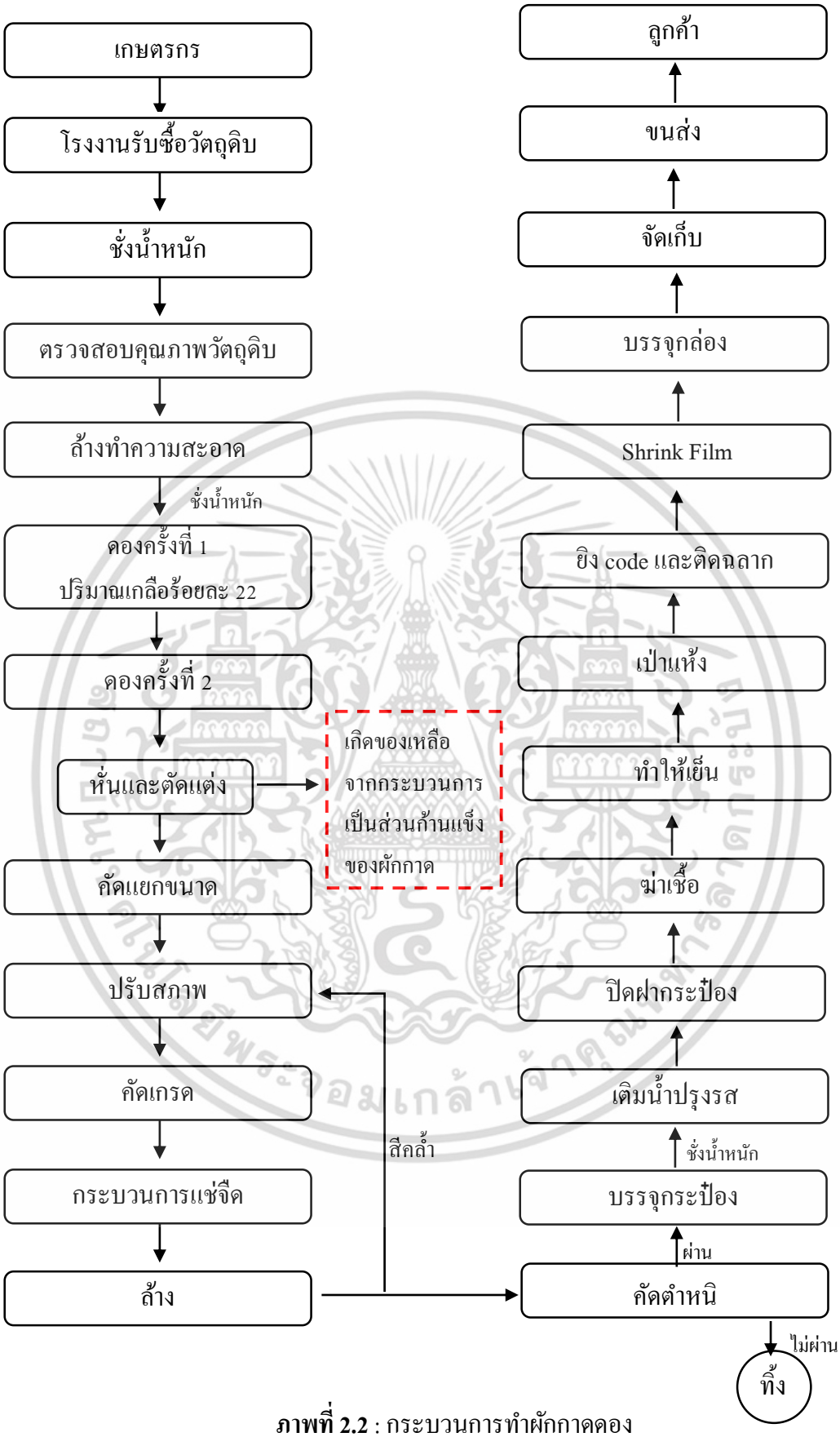
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ความสำคัญของผักกาดเขียวปลี

1) ความสำคัญทางเศรษฐกิจ ผักเขียวปลีนิยมนำมาแปรรูปก่อนบริโภค เช่น การดองหวาน การดองเค็มและการดองเปรี้ยว ซึ่งสามารถนำไปทำอาหารได้หลากหลาย เช่น รับประทานเป็นผักเครื่องจิ้ม ผัดใส่ไข่ ต้มจืด เครื่องเคียง เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อทำการแปรรูปเป็นผักกาดดองกระป๋องยังมีแนวโน้มการส่งออกสูงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (ประชาชาติธุรกิจออนไลน์, 2557 สำหรับกระบวนการผลิตผักกาดดองในอุตสาหกรรมมีกระบวนการดังภาพที่ 2.2

2) ความสำคัญทางคุณค่าสารอาหาร ผักกาดเขียวปลีหลังจากผ่านกระบวนการดองแล้วจะมีคาร์โบไฮเดรตแคลเซียมและฟอสฟอรัสในปริมาณสูง นอกจากนี้ยังมีสารประเภทพรีไบโอติก ซึ่งเป็นอาหารของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยส่งเสริมระบบการขับถ่ายและระบบภูมิคุ้มกันอีกด้วย (Douglas และคณะ, 2008) Fang และคณะ (2008) ได้รายงานว่า ในผักกาดสดนอกจากจะมีวิตามินและเกลือแร่แล้วยังพบว่ามีสารประกอบประเภทฟลาโวนอยด์ ในปริมาณ 6.51-14.9 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง แต่จะลดลงเมื่อผ่านกระบวนการดอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 : กระบวนการทำผักกาดดอง

ที่มา : ดัดแปลงจาก กุลบัณฑิต (2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 กระบวนการดอง (Pickling)

การดองเป็นการยืดอายุการเก็บรักษา ป้องกันการเสื่อมเสียโดยใช้เกลือ น้ำตาล และกรด ไปยับยั้งจุลินทรีย์ ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียและเอนไซม์ที่ทำให้เนื้อเยื่อในผัก ผลไม้อ่อนนิ่มลง แต่บางครั้งการดองจะทำโดยการใช้จุลินทรีย์เปลี่ยนสารในวัตถุดิบเป็นสารที่ต้องการ เช่น การดองผักและผลไม้ให้เป็นกรดแลกติก เมื่อกรดแลกติกมากขึ้นในปริมาณที่มากเพียงพอทำให้ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่างๆรวมทั้งจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลกติกเอง สำหรับผักและผลไม้ที่มีรสชาติเปรี้ยว ฝาด เฝื่อน การดองจะช่วยลดรสชาติเหล่านี้ลงไปได้ (กิตติพงษ์, 2536)

วัตถุดิบโดยส่วนมากจะเป็นผัก ชนิดต่างๆ เช่น แตงกวา กะหล่ำปลี หน่อไม้ ถั่วงอก ต้นหอม ผักกาดเขียว เป็นต้น (Sivasankar, 2007) ถ้าหากจะเก็บผลิตภัณฑ์สุดท้ายในระยะเวลานานไม่ต้องตัดแต่งวัตถุดิบ เช่น การดองแตงกวาหรือผักกาดเขียวปลี แต่หากต้องการเก็บรักษาในระยะเวลาสั้น ให้ตัดแต่งวัตถุดิบก่อน เช่น การทำกิมจิ หรือการทำกะหล่ำดองเปรี้ยว (sauerkraut) (กิตติพงษ์, 2536) โดยผักดองสามารถแบ่งได้เป็นเป็น 4 ประเภทดังนี้ (วิจิตรา, 2550)

1) การดองเค็ม หรือการดองเกลือ (Brined or fermented pickled)

ทำโดยผสมวัตถุดิบกับน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นสูงพอที่จะยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เสื่อมเสียได้ แต่ไม่สูงจนกระทั่งจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลกติกไม่สามารถทำงานได้ โดยน้ำเกลือมีความเข้มข้นร้อยละ 10-16 (หรือ 40-60 องศาซาโลมิเตอร์) เมื่อทำการดองไประยะหนึ่งน้ำในผักจะออกมาทำให้ความเข้มข้นของเกลือลดลง เก็บใส่ภาชนะบรรจุปิดสนิทเพื่อให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตและสร้างกรดในระหว่างนี้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น และ pH จะลดลง กรดที่สร้างจะช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย หากใช้อุณหภูมิในการดองอยู่ในช่วง 21.1-21.6 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาประมาณ 4-8 สัปดาห์ ปริมาณกรดที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิภัณฑ์ที่กรอบ วัตถุดิบที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำควรเติมน้ำตาลลงไปประมาณร้อยละ 1 (กิตติพงษ์, 2536) การเก็บรักษาผักกาดดองต้องเก็บไว้ที่สภาพไร้อากาศเพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการเจริญเติบโตของเชื้อราและยีสต์ระหว่างกระบวนการดอง

การดองเกลือนั้นถ้าดองในปริมาณมากเพื่อเก็บวัตถุดิบเอาไว้ใช้งานเรียกว่า การทำ Salt Stock โดยจะใช้ปริมาณเกลือร้อยละ 16 ขึ้นไป เนื่องจากที่ความเข้มข้นนี้จะยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียได้ การเพิ่มปริมาณเกลือนั้นต้องเพิ่มขึ้นความเข้มข้นขึ้นทีละน้อยเนื่องจากการใช้ปริมาณเกลือสูงในตอนแรกนั้นจะทำให้ผักเกิดการเสียน้ำอย่างรวดเร็วทำให้ลักษณะปรากฏเหี่ยว และสีคล้ำ และการที่ค่อยๆเพิ่มปริมาณเกลือนั้นทำให้จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลกติกค่อยๆผลิตกรดแลกติกขึ้น ซึ่งกรดจะทำให้คลอโรฟิลล์เปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลืองซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้ทดสอบต้องการ นอกจากนี้ยังอาจเติมสารส้ม หรือ แคลเซียมคลอไรด์ลงไปเพื่อทำให้เนื้อสัมผัสกรอบขึ้น (กิตติพงษ์, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lo (1999) ได้อธิบายถึงการทำผักกาดดองในประเทศจีนโดยเริ่มต้นจากการต้มน้ำปริมาณ 1 แกลลอน ผสมกับเกลือ 3½ ช้อนโต๊ะ จากนั้นใส่ผักกาดเขียวปลีสดลงไปขณะน้ำเดือดใช้เวลาประมาณ 2 นาที หรือจนผักกาดมีสีเขียวใส ลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วโดยการแช่ในน้ำเย็น จากนั้นละลายน้ำตาล ทราย 4 ช้อนชาและเกลือ 3½ ถ้วยตวง ลงในน้ำเย็นและเติมน้ำส้มสายชูหมัก หรือน้ำส้มสายชูกลั่นปริมาณ 1½ ถ้วยตวงลงไป ผสมให้เข้ากัน บีบน้ำจากผักกาดเขียวปลีที่เตรียมไว้ออก บรรจุลงภาชนะเทน้ำดองที่ผสมไว้ลงไปให้ท่วมผักเก็บผัดไว้ข้ามคืนก่อนรับประทานโดยสามารถรับประทานเป็นเครื่องเคียง หรือเป็นส่วนประกอบของอาหารได้ และสามรถเก็บไว้ในตู้เย็นเป็นเวลา 3 เดือน

Fang และคณะ (2007) ทำการศึกษาวิธีการดองต่อสารประกอบฟีนอลลิกโดยใช้กระบวนการดอง 3 วิธีคือ โดยใช้เกลือร้อยละ 5 ใช้เกลือร้อยละ 5 ร่วมกับ *Lactobacillus pantarum* และการใช้เกลือร้อยละ 10 พบว่ากระบวนการดองทั้ง 3 วิธีสามารถรักษาสารประกอบฟีนอลลิกและสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในผักกาดเขียวปลีสดได้ โดยหลังจากดอง 5 สัปดาห์พบว่าสามารถรักษาสารประกอบฟีนอลลิกทั้งหมดได้มากกว่าร้อยละ 70 และสารต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่าร้อยละ 65

กระยาทิพย์ (2550) ได้ทำผักกาดเขียวปลีมาล้างทำความสะอาด แล้วหั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ ใส่เกลือป่นแล้วเคล้าให้เข้ากันหมักทิ้งไว้ 2-3 ชั่วโมง แล้วนำมาล้างเกลือออก ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนักกาดที่ผึ่งลมแล้วมาบรรจุใส่ภาชนะ ปรุงรสน้ำดองด้วยซีอิ๊วขาว เติมน้ำต้มสุก ปิดฝาให้สนิททิ้งไว้ 1 คืน

วิจิตรา (2550) ทำการศึกษาการดองผักกาดเขียวปลีที่มีปริมาณเกลือต่ำ โดยทำการทิ้งผักไว้ค้างคืนเพื่อให้ผักคายน้ำและมีความอ่อนตัวเพื่อง่ายต่อการบรรจุผักกาดเขียวปลีลงภาชนะบรรจุ จากนั้นทำการตัดแต่งผักกาดเขียวปลีโดยตัดส่วนที่เป็นใบเหลือแก่ออก เลือกผักขนาด 500-700 กรัม บรรจุใส่โหลแก้ว ขนาด 7 ลิตร เติมน้ำเกลือความเข้มข้นต่างๆลงในโหล แล้วใช้ถุงบรรจุน้ำวางทับด้านบน

2) การดองเปรี้ยว (Fresh packed pickled)

การดองเปรี้ยวคือการดองผักด้วยกรด โดยทั่วไปนิยมใช้ กรดอะซิติก หรือน้ำส้มสายชู กรดแลกติก บางครั้งอาจเติมกรดฟอสเฟอริคลงไปด้วย วัตถุดิบที่ใช้ดองส่วนมากเป็นประเภท แตงกวา ดอกกะหล่ำ หัวหอม กระเทียม แครอท การดองในลักษณะนี้ใช้เวลาประมาณ 24-36 ชั่วโมง เพื่อให้กรดหรือเครื่องเทศต่างๆในน้ำดอง แทรกซึมเข้าไปในวัตถุดิบเท่านั้น บางทีจึงเรียกว่า quick-process pickles หรือ fresh-packed pickle ในน้ำดองนิยมใส่น้ำตาล เกลือ และเครื่องเทศเพื่อเพิ่มรสชาติของผลิตภัณฑ์ ถ้าหากเก็บเป็นเวลานานจะต้องใช้กรดอะซิติกร้อยละ 3.0 – 3.6 และปริมาณเกลือร้อยละ 3-7 หรือใช้การพาสเจอร์ไรซ์หลังการผลิตช่วยในการฆ่าเชื้อ เพื่อป้องกันราและยีสต์ (กิตติพงษ์ ,2536) ระยะเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์จะขึ้นอยู่กับขนาดภาชนะ ขนาด อัตราส่วนของวัตถุดิบต่อน้ำดอง รูปร่าง เส้นผ่านศูนย์กลางของวัตถุดิบ ความเข้มข้นของน้ำตาล (Acosta และคณะ, 2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระยาทิพย์ (2550) ทำผักกาดเขียวผลีดองเปรี้ยวโดยการผสมน้ำส้มสายชู น้ำตาล และเกลือเข้าด้วยกัน จากนั้นนำขึ้นตั้งไฟจนเดือดแล้วพักให้อุ่น นำผักกาดเขียวปลีที่ทำความสะอาดแล้วมาผึ่งแดดจนผักเริ่มเหี่ยวแล้วเรียงใส่โหล จากนั้นเติมน้ำดองลงไป กดผักให้จมทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วัน

ศรีสมร (2543) ทำการดองหอมดองเปรี้ยวโดยเริ่มจากการตัดเอารากและใบออก ล้างทำความสะอาด จากนั้นนำไปผึ่งแดดแล้วจัดเรียงลงในภาชนะ จากนั้นต้มน้ำส้มสายชู น้ำตาล และเกลือให้เดือด จากนั้นกรองเอาสิ่งสกปรกออกปล่อยไว้ให้อุ่น จากนั้นเทใส่ขวดหอมที่เตรียมไว้ ทิ้งไว้ 3 วัน

Manfield (2005) ได้กล่าวถึงการทำขิงดองซึ่งเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมในประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากใช้รับประทานเป็นเครื่องเคียงกับซาซิมิหรือเนื้อย่าง โดยเริ่มจากหั่นขิงสดให้เป็นแผ่นบางๆ จากนั้นบรรจุขิงลงในภาชนะแล้วนำน้ำดองซึ่งผสมด้วย น้ำส้มสายชูหมักจากข้าว น้ำปลา น้ำมะนาว และน้ำเชื่อม ลงไป เก็บไว้ประมาณ 3 เดือน

Codex (1981) ได้แยกชนิดของแตงกวาดองในน้ำส้มสายชูไว้ดังนี้

1. แตงกวาดองในน้ำส้มสายชูประเภทดองสด (Fresh pack type pickle)

แตงกวาดองในน้ำส้มสายชูประเภทดองสดทำจากแตงกวาสดที่ไม่ผ่านการหมัก หรือการแช่น้ำเกลือ

2. แตงกวาดองในน้ำส้มสายชูประเภทผ่านการดองมาแล้ว (Cured type pickle)

ทำจากแตงกวาที่ผ่านกระบวนการดองในน้ำเกลือ หรือแตงกว่าผ่านกระบวนการหมักทางธรรมชาติและการหมักโดยการควบคุมสภาวะแวดล้อม และมีการนำเกลือออกบางส่วนก่อนการนำมาผลิตเป็นแตงกวาดองในน้ำส้มสายชู และยังสามารถแบ่งย่อยได้ดังตารางที่. 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่.2.2 ประเภทของแตงกวาดองในน้ำส้มสายชู

ประเภท	ลักษณะเฉพาะของกลิ่น	วัตถุดิบ	ความเข้มข้นกรด (ร้อยละ)	ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)	ของแข็งที่ละลายในน้ำดอง (ร้อยละ)
1. การดองแบบผสมเครื่องเทศ (Dill)	ผักชีฝรั่ง หรือน้ำมันจากผักชีฝรั่ง	ผักสด หรือผักที่ผ่านกระบวนการดอง	0.40 – 2.00	1.00 – 4.50	
2. "……." (ชื่อเครื่องเทศชนิดนั้น)	สมุนไพรชนิดอื่น อกเหนือจากผักชีฝรั่ง	ผักสด หรือผักที่ผ่านกระบวนการดอง	0.40 – 2.00	1.00 – 4.50	
3. เปรี้ยว (Sour)	มีรสเปรี้ยวเด่นชัด	ผักสด หรือผักที่ผ่านกระบวนการดอง	0.70 – 3.50	1.00 – 5.00	
4. เปรี้ยว-หวาน (Sweet Sour)	มีรสหวานและเปรี้ยวระดับปานกลาง	ผักสด หรือผักที่ผ่านกระบวนการดอง	0.50 – 2.00	0.50 – 3.00	1.50 –14.00
5. หวาน (Sweet)	มีรสหวานเด่นชัด	ผักสด หรือผักที่ผ่านกระบวนการดอง	0.50 – 2.50	0.50 – 3.00	อย่างน้อยร้อยละ 14
6. มัสตาร์ด (Mustard)	เมล็ดมัสตาร์ด หรือน้ำมันมัสตาร์ด	ผักสด หรือผักที่ผ่านกระบวนการดอง	0.50 – 3.00	1.00 – 3.00	
7. เปรี้ยว เค็ม (Salt Sour)	มีรสเค็มเด่นชัด	ผักสด	0.50 – 3.50	5.00 – 10.00	
8. Mind	มีทั้งรสหวานและเปรี้ยว	ผักสด หรือผักที่ผ่านกระบวนการดอง	0.40 – 0.70	1.00 – 3.50	
9. เผ็ดร้อน (Hot)	มีกลิ่นพริกไทยเด่นชัด	ผักสด หรือผักที่ผ่านกระบวนการดอง	0.50 – 3.00	1.00 – 3.00	

ที่มา : Codex (1981)

3) การดองหวาน (Sweet pickled)

การดองหวานเป็นการนำผักดองที่ผ่านการดองเกลือหรือการดองด้วยน้ำส้มสายชูมาทำการเติมน้ำตาลทีละน้อยเป็นเวลาประมาณ 7-10 วัน จนได้ความเข้มข้นของน้ำตาล 20-40 องศา บริกซ์ และเติมน้ำส้มสายชูร้อยละ 2 เพื่อให้ได้รสชาติเปรี้ยว (วิจิตรา, 2550) ทั้งนี้การเติมน้ำตาลครั้งละมากๆจะทำให้เกิดการออสโมซิสน้ำออกจากผักรวดเร็วเกินไปทำให้ผักเหี่ยว ผักที่ดองด้วยวิธีการนี้ได้แก่ แตงกวาดองหวาน เป็นต้น

ศรีสมร (2543) ได้ทำมะนาวดองหวานโดยการล้างมะนาวแล้วขูดผิวสีเขียวออก จากนั้นนึ่งมะนาวประมาณ 15 นาที แล้วปล่อยให้เย็น จากนั้นเรียงใส่ขวดโหล ผสมน้ำตาล เกลือและน้ำอัตราส่วน 4 : 1 : 2.75 ส่วน จากนั้นปิดฝาแล้วดองไว้ 1 เดือน

4) การดองแบบผสมเครื่องเทศ (Dill pickled)

การดองแบบผสมเครื่องเทศเป็นการนำผักหลายๆชนิดมาผสมกับ ผักชีลาวสด (dill) เมล็ดผักชีลาว น้ำมันหอมระเหยจากผักชีลาว และเครื่องเทศอื่นๆ โดยวัตถุดิบที่นิยมนำมาดอง ได้แก่ กะหล่ำปลี แตงกวา แครอท หัวหอม พริกเขียว พริกแดง มะเขือเทศ ข้าวโพดอ่อน เป็นต้น โดยชิ้นผักมีขนาดแตกต่างกันออกไป โดยวิธีการดองจะผสมผักประมาณร้อยละ 80-90 ใส่เกลือร้อยละ 2.25 โดยน้ำหนัก หลังจากหมักเป็นเวลา 1-2 วัน น้ำหมักจะถูกเทออกเล็กน้อยแล้วใส่เครื่องเทศและน้ำส้มสายชูลงไป (วิจิตรา, 2550)

Manfield (2005) ได้เขียนถึงการทำมะเขือเทศดองในน้ำส้มสายชูซึ่งเป็นอาหารที่ใช้เป็นเครื่องเคียงกับขนมปัง หรืออาหารจำพวกปลาซึ่งเป็นที่นิยมในประเทศอินเดีย ซึ่งจะมีรสชาติทั้งเปรี้ยว หวาน และกลิ่นรสของสมุนไพรและเครื่องเทศซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของประเทศอินเดีย โดยการนำเมล็ดมัสตาร์ด (Mustard seed) ต้มในน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลด้วยไฟปานกลางประมาณ 10 นาที จากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง จากนั้นนำยี่หร่ามาคั่วให้ได้กลิ่นหอมแล้วนำมาบด ผัดเครื่องเทศ (ยี่หร่าบด กานพลู ขมิ้น) ให้ได้กลิ่นหอม นำน้ำดองที่เตรียมไว้ผสมกับกระเทียม ขิง และพริก ปั่นจนเข้ากัน จากนั้นนำมะเขือเทศ น้ำดอง และเครื่องเทศที่ผัดไว้ผสมกันแล้วตุ๋นต่อด้วยไฟปานกลาง เติมน้ำตาลปี๊บ และน้ำปลา เก็บไว้ประมาณ 1 เดือนก่อนการใช้

Blashford-Snell (2008) ได้เขียนถึงขั้นตอนการดองแบบผสมเครื่องเทศโดยเริ่มต้นจากการนำเครื่องเทศจำพวก เบย์ลีฟ กานพลู เมล็ดพริกไทยดำ รากขิง ออลสไปซ์ และพริกแห้ง ผสมลงในน้ำส้มสายชูจากนั้นปิดภาชนะให้แน่น ทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ หรือถ้าต้องการความรวมเร็วให้นำภาชนะบรรจุน้ำดองดังกล่าวไปให้ความร้อนโดยการนึ่งประมาณ 10 นาที แล้วปล่อยให้เย็น จากนั้นหั่นผักที่เตรียมไว้เป็นขนาดเล็กๆ บรรจุใส่ภาชนะแล้วโรยเกลือด้านบน ปิดภาชนะให้สนิททิ้งไว้ 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นเทน้ำเกลือทิ้งแล้วเติมน้ำส้มที่ผสมเครื่องเทศลงไปโดยการกรองเครื่องเทศออกก่อน เก็บเอาไว้ในที่มืดและเย็นประมาณ 1 เดือนก่อนบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 น้ำส้มสายชู (Vinegar)

น้ำส้มสายชูหรือกรดอะซิติก (acetic acid) มีการผลิตใช้ในครัวเรือนและเชิงพาณิชย์ น้ำส้มสายชูเป็นเครื่องปรุงแต่งรสชาติอาหาร ใช้สำหรับดองผักและผลไม้ โดยผลิตจากวัตถุดิบที่มีแป้งหรือน้ำตาลเป็นองค์ประกอบ (ชมภู่, 2550)

ตามพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหาร น้ำส้มสายชู จะต้องมีกรดอะซิติกไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 โดยปริมาตรหรือเรียกว่ามีความเข้มข้น 40 เกรน (grain) ไม่มีสิ่งเจือปนอื่น กลิ่นเป็นไปตามวัตถุดิบ อาจมีการแต่งสีด้วยน้ำตาลเคี่ยวไหม้ได้ แต่จะต้องไม่มีกรดแร่อิสระหรือเมททิลแอลกอฮอล์เจือปนอยู่ (กิตติพงษ์, 2536)

น้ำส้มสายชูประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 204) พ.ศ. 2543 แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

น้ำส้มสายชูหมัก หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำธัญพืช ผลไม้ หรือ น้ำตาล มาหมักกับส่าเหล้าแล้วหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีธรรมชาติ

น้ำส้มสายชูกลั่น หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแอลกอฮอล์กลั่นเจือจาง (Dilute Distilled Alcohol) มาหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชู หรือเมื่อหมักแล้วนำไปกลั่นอีก หรือได้จากการนำน้ำส้มสายชูหมักมากลั่น

น้ำส้มสายชูเทียม หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเอากรดน้ำส้ม (Acetic acid) มาเจือจาง (คุณภาพของน้ำส้มสายชูดังภาคผนวก ช 1)

2.3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชู

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูจะต้องมีปริมาณน้ำตาลไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 เพื่อจะทำให้เกิดน้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้นของกรดน้ำส้มร้อยละ 4 ขึ้นไป (ชมภู่, 2550) วัตถุดิบที่นิยมใช้ได้แก่

1) ผลไม้ เช่น องุ่น แอปเปิ้ล ส้ม แพร์

2) ผักที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น มันเทศ มันฝรั่ง ทั้งนี้ต้องเปลี่ยนสภาพแป้งที่มีอยู่ในเป็นน้ำตาลก่อนในช่วงแรก

3) ธัญพืชต่างๆ เช่น ข้าวบาร์เล่ย์ ข้าวไรย์ ข้าวสาลี ข้าวเหนียว ข้าวเจ้า และข้าวโพด นิยมเพาะให้งอกก่อนในช่วงแรก

4) วัตถุดิบจำพวกน้ำตาล เช่น กากน้ำตาล น้ำผึ้ง น้ำอ้อย น้ำเชื่อม

5) แอลกอฮอล์ เพื่อใช้ในการหมักดองโดยตรง เช่น แอลกอฮอล์เจือจาง แอลกอฮอล์ที่เปลี่ยนสภาพทางธรรมชาติแล้ว รวมถึงน้ำทิ้งจากโรงงานเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น โรงเบียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ประเภทของน้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ (ชมภู่, 2550)

1) Distilled Vinegar หรือ Spirit Vinegar เป็นน้ำส้มสายชูที่หมักจากแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 10-14 มีกรดอะซิติกร้อยละ 4 มีปริมาณแอลกอฮอล์ที่เหลืออยู่ไม่เกิน ร้อยละ 0.5 น้ำส้มสายชูมีลักษณะใส

2) Cider Vinegar เป็นน้ำส้มสายชูที่หมักจากแอปเปิ้ล โดยการหมักน้ำแอปเปิ้ลที่มีความหวานประมาณ 10 องศาบริกซ์ นาน 1 ปี ได้น้ำส้มที่มีกรดอะซิติก ร้อยละ 5 และของแข็งที่ละลายจากแอปเปิ้ลร้อยละ 1.6 กรัม และมีน้ำตาลรีดิวซ์ไม่เกินร้อยละ 50 (กิตติพงษ์, 2536)

3) Malt Vinegar เป็นน้ำส้มสายชูที่หมักจากข้าวมอลต์ นิยมในสหรัฐอเมริกา อังกฤษและแอฟริกาใต้

4) Whey Vinegar เป็นน้ำส้มสายชูที่หมักจากน้ำทิ้งของโรงงานผลิตนมมีน้ำตาลแล็กโทสเป็นองค์ประกอบ โดยใช้ยีสต์สกุล *Kleyveromyces* ในการหมัก

5) Rice Vinegar เป็นน้ำส้มสายชูที่หมักจากข้าว

6) Wine Vinegar เป็นน้ำส้มสายชูที่หมักจากน้ำองุ่นขาวโดยจะต้องมีกรดอะซิติกร้อยละ 4 ของแข็งที่ละลายน้ำจากองุ่น มากกว่า 1 กรัม และมีเถ้าองุ่น มากกว่า 0.13 กรัม

2.3.3 กลไกการผลิตน้ำส้มสายชูจากวัตถุดิบที่เป็นประเภทน้ำตาล

ศิริลักษณ์ (2525) ได้กล่าวถึงกลไกการการผลิตน้ำส้มสายชูจากวัตถุดิบที่เป็นน้ำตาลจะเกิดจากการหมัก 2 ขั้นตอน

2.3.3.1 การหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์

เป็นกระบวนการหมักแบบไม่ใช้อากาศ โดยอาศัยยีสต์ในกลุ่มที่เรียกว่า Cultured yeast เช่น *Saccharomyces cerevisiae, Saccharomycese llipsoideus* และ *Saccharomyces malei* ซึ่งยีสต์เหล่านี้มีประสิทธิภาพเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์สูง ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสและลักษณะปรากฏที่ดี

2.3.3.2 การเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติก

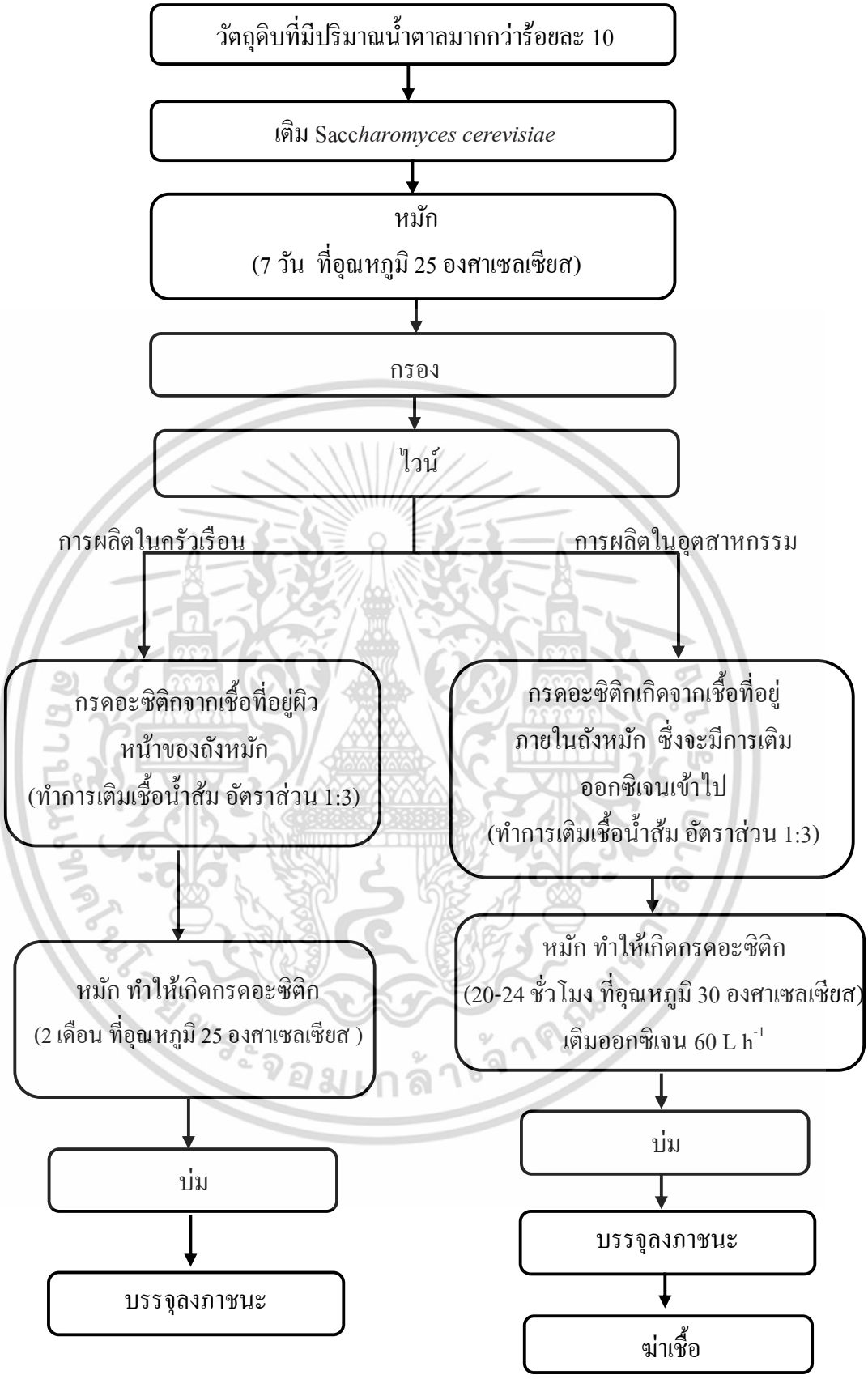
โดยเชื้อกลุ่ม Acetic acid bacteria (LAB) หมักในสภาพที่มีอากาศ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

1) เปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นอะซิลติลดีไฮด์ (Acetaldehyde) โดยใช้เอนไซม์แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส (Alcohol Dehydrogenase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

2) เปลี่ยนอะซิลตัลดีไฮด์ให้เป็นไฮเดรต อะซิตัลดีไฮด์ (Hydrate Acetaldehyde) โดยเอนไซม์อะซิลตัลดีไฮด์ดีไฮโดรจีเนส (Acetaldehyde Hydrogenase)

3) สร้างกรดอะซิติกโดยอาศัยเอนไซม์ แอลดีไฮด์ ดีไฮโดรจีเนส (Acetaldehyde Dehydrogenase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา สำหรับกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชู ดังภาพที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชูหมัก

ที่มา : ดัดแปลงจาก Budak และคณะ (2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ประโยชน์ของน้ำส้มสายชูหมัก

2.3.4.1 ยังยั้งเชื้อจุลินทรีย์

น้ำส้มสายชูหมักมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ โดยสามารถใช้รักษาเชื้อราบนเล็บเหา โรคหูด หรืออาการติดเชื้อในใบหูได้ (Rutala และคณะ, 2000.; Dohar, 2003.) น้ำส้มสายชูหมักช่วยขจัดแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกลิ่นในช่องปาก โดยทำการผสมน้ำส้มสายชูหมักกับน้ำเปล่าแล้วทำการกลั้วปากและลำคอจะช่วยลดกลิ่นปากและช่วยให้ฟันขาวขึ้นและช่วยบรรเทาอาการเจ็บคอ (ศรันยา, 2558) นอกจากนั้นน้ำส้มสายชูหมักยังสามารถยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียได้ โดยกรดอะซิติกจะแพร่ผ่านผนังเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์แล้วแตกตัวกลายเป็นไฮโดรเจนและหมู่คาร์บอกซิล จนทำให้เซลล์เสียสมดุลและโปรตีนที่ผนังเซลล์เกิดการเสียสภาพ (protein denature) Chang และ Fang (2007) ได้ทำการศึกษาถึงการใช้น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวในการล้างผักกาดหอม พบว่าสามารถลดเชื้อ *E.coli* O157:H7 ได้

2.3.4.2 ผลของน้ำส้มสายชูหมักต่อโรคเบาหวาน

การบริโภคน้ำส้มสายชูหมักมีผลต่อระดับความเข้มข้นของน้ำตาลในเลือดเนื่องจากกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชูมีส่วนป้องกันไม่ให้ร่างกายย่อยคาร์โบไฮเดรตได้อย่างสมบูรณ์ แต่จะกลายเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนซึ่งร่างกายไม่สามารถดูดซึมเอาไปใช้ได้ หรือน้ำส้มสายชูจะไปช่วยเพิ่มการดูดซึมของน้ำตาลกลูโคสในเนื้อเยื่อจึงทำให้ระดับน้ำตาลในกระแสเลือดลดลง (Fushimi และ Sato, 2005)

2.3.4.3 ผลของน้ำส้มสายชูหมักต่อการลดน้ำหนัก

เนื่องจากการรับประทานน้ำส้มสายชูหมักช่วยลดการนำน้ำตาลเข้ากระแสเลือดได้ จึงส่งผลให้ผู้ที่บริโภคอิ่มได้นานขึ้น (Mermel, 2004) จากผลการวิจัยของ Budak และคณะ (2011) พบว่า เมื่อให้หนูที่คลอเรสเตอรอลสูงจนมีภาวะไขมันพอกตับ (steatosis) แทรกซ้อนกินน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล พบว่าภาวะไขมันพอกตับลดลง Lim และคณะ (2009) ได้ให้น้ำส้มสายชูที่หมักจากโสมกับหนูที่เป็นโรคอ้วนพบว่า หนูที่เป็นตัวอย่างทดลองนั้นมีน้ำหนักลดลงเร็วกว่า และมีปริมาณกลูโคสคงเหลือภายหลังจากการกินอาหารกลางวันในปริมาณมากกว่าส่งผลให้ไม่เกิดความหิว ไม่เพียงเท่านั้นยังพบอินซูลินในระดับที่มากกว่ากลุ่มควบคุม

2.3.4.4 น้ำส้มสายชูหมักมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกายที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ ไขมัน โปรตีน และ DNA ในร่างกายซึ่งส่งผลให้แก่ก่อนวัย เกิดโรคมะเร็ง และโรคสมองเสื่อม ซึ่งงานวิจัยหลายๆ งานวิจัยบ่งชี้ว่าสารต้านอนุมูลอิสระสามารถช่วยต้านโรคเหล่านี้ได้ สารฟีนอลิกสามารถพบในน้ำส้มสายชูหมักประเภทต่างดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ปริมาณสารฟีนอลิกในน้ำส้มสายชูหมัก

ประเภทน้ำส้มสายชูหมัก	ประเภทสารฟีนอลิก	ปริมาณ (mg/L GAE)
น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล (Apple cider vinegar)*	Gallic acid, catechin, epicatechin, chlorogenic acid, caffeic acid และ *p*-coumaric acid	400 - 1000
น้ำส้มสายชูหมักจากองุ่น (Grape vinegar)**	Gallic acid, catechin, epicatechin, chlorogenic acid, caffeic acid, syringic acid, และ ferulic acid	2000 - 3000
น้ำส้มสายชูบาซัมมิค (Traditional Balsamic Vinegar)***	Furan-2-carboxylic acid, 5- hydroxyfuran-2-carboxylic acid, 4-hydroxybenzoic acid, vanillic acid, protocatechuic acid, syringic acid, isoferulic acid, *p*-coumaric acid, gallic acid, ferulic acid, และ caffeic acid	
น้ำส้มสายชูหมักจากเชอรี่ (Sherry vinegar)****	Gallic acid, protocatechuic acid, protocatechualdehyde, tyrosol, p-OH-benzoic acid, catechin, p-OH-benzaldehyde, siringic acid, vanillin, caftaric acid,cis-p-coutaric acid, trans-p-coutaric acid, fertaric acid, caffeic acid, cis-p-coumaric acid, trans-p-coumaric acid, i-ferulic acid, และ ferulic acid.	200 - 1000

ที่มา Budak และคณะ (2014)

หมายเหตุ * ผลการศึกษาอ้างอิงจาก Budak และคณะ (2011)

** ผลการศึกษาอ้างอิงจาก Budak และ Guzel-Seydim (2010)

*** ผลการศึกษาอ้างอิงจาก Plessi และคณะ (2006)

**** ผลการศึกษาอ้างอิงจาก Alonso และคณะ (2004)

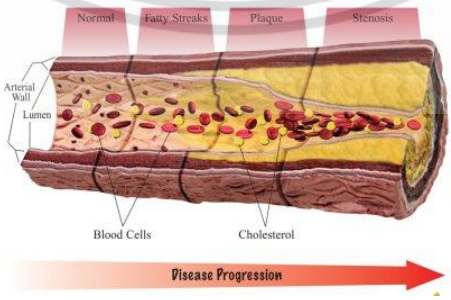
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.5 ผลของน้ำส้มสายชูหมักต่อโรคมะเร็ง

Shimoji และคณะ (2004) ได้พบว่า Kurosu หรือน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวของชาวญี่ปุ่นมีปริมาณสารฟีนอลิกที่สำคัญในการลดเซลล์มะเร็งได้แก่ เอสทิลอะซิเตท (Ethyl Acetate) ซึ่งพบว่าสารดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากกว่าการสกัดจากไวน์และน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล โดยพบว่าสารสกัดจากน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวญี่ปุ่นสามารถช่วยลดเซลล์มะเร็งจำพวก มะเร็งลำไส้ มะเร็งปอด มะเร็งทรวงอก มะเร็งกระเพาะปัสสาวะ และมะเร็งต่อมลูกหมากได้

2.3.4.6 ผลของน้ำส้มสายชูหมักต่อการป้องกันการเกิดโรคหัวใจ

โรคหัวใจมีสาเหตุมาจากมีปริมาณคลอเรสเตอรอลสูง การสูบบุหรี่ และการใช้ชีวิตที่มีปัจจัยเสี่ยงทำให้เกิดโรค หลายๆงานวิจัยได้ศึกษาถึงพบว่าสารประกอบฟีนอลลิกที่มีอยู่ในอาหารนั้นสามารถช่วยลดอัตราการเสียชีวิตจากโรคหัวใจได้ โรคหลอดเลือดแดงแข็ง (Atherosclerosis) เป็นโรคที่นำไปสู่การเกิดโรคหัวใจ เป็นภาวะการอักเสบของผนังหลอดเลือดแดงซึ่งมีสาเหตุมาจากไขมันชนิดไม่ดี (LDL: Low density lipoprotein) ในเลือดมีปริมาณสูงทำให้ผนังหลอดเลือดอักเสบจึงทำให้เซลล์เม็ดเลือดขาวเข้าไปเกาะร่วมกับเซลล์เม็ดเลือดแดงในบริเวณที่อักเสบทำให้เกิดแผ่นพลาค (plaque) ซึ่งประกอบไปด้วยไขมัน แคลเซียม และสารต่างๆในเลือด ส่งผลให้หลอดเลือดแข็งและเกิดโรคต่างๆตามมา แสดงดังภาพที่ 2.4 น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลพบกรดคลอโรจินิคในปริมาณที่สูง ซึ่งกรดนี้สามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันชนิดไม่ดี และช่วยป้องกันภาวะเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจได้ Fushimi และคณะ (2006) รายงานว่า กรดอะซิติก ร้อยละ 0.3 สามารถช่วยลดปริมาณคลอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในหนูที่มีภาวะคลอเลสเตอรอลสูงได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Budak และคณะ (2006) และ Yamashita และคณะ (2007) ที่ทำการศึกษาหนูที่ถูกเลี้ยงโดยอาหารที่มีคลอเลสเตอรอลสูง พบว่า เมื่อให้อาหารนั้นควบคู่กับน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล หนูมีปริมาณ ไขมันชนิดดี (HDL: High density lipoprotein) เพิ่มขึ้น ระดับไตรกลีเซอไรด์และคลอเรสเตอรอลทั้งหมดลดลง เนื่องจากเกิดการยับยั้งเอนไซม์ไลโปจิเนส (lipogenesis)



ภาพที่ 2.4 หลอดเลือดแดงที่มีภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง

ที่มา : เข้าถึงได้จาก http://www.foods-healing-power.com/causes-of-atherosclerosis.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.7 น้ำส้มสายชูหมักต่อการรักษาอาการบาดเจ็บ

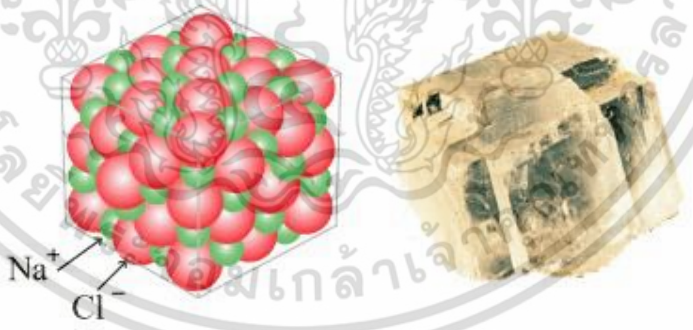
หัวเชื้อที่ใช้สำหรับหมักน้ำส้มสายชู (Mother of vinegar) สามารถรักษาแผลไฟไหม้ได้ เนื่องจากมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อแบคทีเรีย Bielecki และคณะ (2000) รายงานว่า *Acetobacter xylinum* ในน้ำส้มสายชูหมักสามารถช่วยซ่อมแซมเนื้อเยื่อในหนูที่ใช้ในการทดลอง

2.3.4.8 น้ำส้มสายชูหมักต่อสมอง

สปริงโกลิฟิด (sphingolipids) เป็นสารที่สำคัญต่อการสร้างเนื้อเยื่อสมอง จากงานวิจัยพบว่าอะซิติกแอซิดแบคทีเรีย (Acetic acid bacteria) เป็นสารตั้งต้นของสปริงโกลิฟิด หรือที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า alkali-stable lipids (Fukami และคณะ, 2010)

2.4 เกลือ

เกลือ (Salt) หรือโซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride) มีสูตร NaCl เป็นสารประกอบไอออนิค เกลือที่ใช้สำหรับบริโภคที่ไม่มีความชื้นอยู่เลยจะมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 95.5-98.5 และมีแมกนีเซียม (Mg) แคลเซียม (Ca) และ ซัลเฟต (SO_4) เจือปนเล็กน้อย เกลือบริสุทธิ์จะมีผลึกสีขาว รูปร่างลูกบาศก์ (Cubic system) ดังภาพที่ 2.5 เกลือมีคุณสมบัติดูดความชื้น (Hygroscopic) และจะมีความสามารถในการดูดความชื้นได้มากขึ้นเมื่อเกลือนั้นมีสารอื่นเจือปน เช่น แคลเซียมไอออน แมกนีเซียมไอออน หรือ คอปเปอร์ ไอออน เกลือสามารถตกผลึกได้ มีจุดหลอมเหลวสูง เมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง มี pH เท่ากับ 7 (วิจิตรา, 2550; นิธิยา, 2551)



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของเกลือ

ที่มา : เข้าถึงได้จาก http://www.thaigoodview.com/node/151358

เกลือที่ได้มาจากแหล่งที่แตกต่างกันจะมีสารปนเปื้อนที่แตกต่างกัน ดังนี้ (วิจิตรา, 2550)

1) เกลือสมุทร (Solar Salt) ทำโดยการปล่อยน้ำทะเลเข้ามาในพื้นที่ที่เตรียมไว้หรือเรียกว่า นาเกลือ จากนั้นปล่อยให้ความร้อนจากแสงแดดระเหยน้ำจนมีความเข้มข้นที่เกลือสามารถตกผลึกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เกลือสินเธาว์ (Rock Salt) เป็นการสกัดผลึกเกลือจากส่าดิน ทำโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายผลึกเกลือออกมาหรือสกัดเป็นรูปหินหรือเกลือ พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เกลือชนิดนี้จะไม่มีธาตุไอโอดีน

3) Salt Lakes เกิดจากทะเลสาบหรือบางส่วนของทะเลถูกปิดกั้นไว้ และความร้อนจากแสงแดดระเหยน้ำออกจนมีความเข้มข้นของเกลือสูงและน้ำดังกล่าวถูกสูบไประเหยน้ำออก

4) Brine Wells เป็นการใช้น้ำละลายเกลือสินเธาว์ที่อยู่ในชั้นใต้ดินขึ้นมาแล้วนำมาระเหยน้ำออก

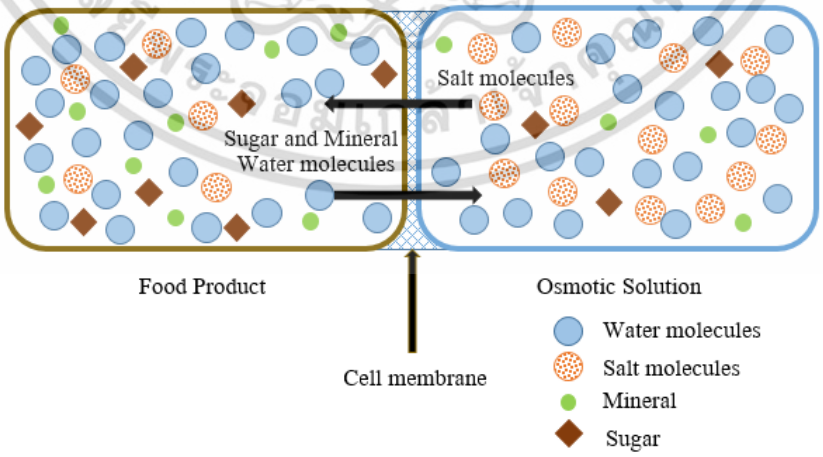
2.4.1 บทบาทของกลือ (วิจิตรา, 2550)

2.4.1.1 เกลือช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ที่มีการปนเปื้อนมากับวัตถุดิบตามธรรมชาติ เช่น แบคทีเรียจำพวก Pseudomonad ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสีย และทำให้แบคทีเรียจำพวกแลคติกสามารถเจริญได้ดีเนื่องจากเป็นแบคทีเรียที่สามารถทนเกลือสูงได้ และเกลือยังช่วยลดแอคทิวิตี้ของน้ำ (a_w : water activity)

2.4.1.2 เกลือมีส่วนช่วยให้ผลิตภัณฑ์กรอบ เนื่องจากเกลือจะไปยับยั้งเอนไซม์ pectinase และ cellulase ที่ย่อยสลาย pectin และ cellulose ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์นิ่ม

1.4.1.3 เกลือเป็นตัวช่วยดึงสารอาหาร น้ำ และน้ำตาล ที่อยู่ในเซลล์ผักออกมาในน้ำดอง เนื่องจากความเข้มข้นของเกลือภายนอกเซลล์มีความเข้มข้นมากกว่า จึงเกิดการแพร่เข้าสู่เซลล์ภายใน เมื่อเกลือแพร่เข้าสู่เซลล์ น้ำ น้ำตาล และสารอาหารต่างๆ จึงแพร่ออกมาภายนอกเซลล์เพื่อให้เกิดสภาวะสมดุล (ภาพที่ 2.6) ซึ่งสารอาหารและน้ำตาลดังกล่าวนั้นจะเป็นอาหารให้แบคทีเรียแลคติกเจริญ สร้างกรด และเกิดการหมัก

2.4.1.4 เกลือช่วยส่งเสริมกลิ่นรสให้แก่ผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 2.6 Mass transport during osmotic

ที่มา : ดัดแปลงจาก วิจิตรา (2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อร่างกาย

เกลือหรือโซเดียมคลอไรด์พบอยู่ทั่วไปในรูปของเกลือบริโภค โดยประกอบไปด้วยโซเดียมร้อยละ 40 และคลอไรด์ร้อยละ 60 ในผู้ใหญ่มีความต้องการโซเดียมปริมาณ 2,000 มิลลิกรัมต่อวัน หรือ เกลือป่น 5 กรัม (1 ช้อนชา) (WHO, 2012) เนื่องจากร่างกายไม่สามารถผลิตเองได้ จึงต้องได้รับโซเดียมจากอาหาร โซเดียมส่วนใหญ่ทำหน้าที่เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ ที่มีประจุบวก (cation) ที่มีมากในของเหลวภายนอกเซลล์หรือพลาสมา โซเดียมช่วยรักษาความสมดุลของแรงดันออสโมติกและการกระจายตัวของของเหลวภายในร่างกาย ทำหน้าที่ส่งสัญญาณในระบบประสาทและกล้ามเนื้อโดยกระบวนการโซเดียม-โพแทสเซียมปั๊ม (Na-K ATPase) บริเวณไต รักษาความสมดุลของความเป็นกรด-ด่าง (Luft และคณะ, 1990)

2.5.1 การรับโซเดียมจากอาหาร (ธีระพล, 2552; วันทนีย์, 2555)

บุคคลทั่วไปจะได้รับโซเดียมในรูปของเกลือจากการบริโภคอาหารใน 3 ลักษณะคือ

2.5.1.1 การบริโภคอาหารตามธรรมชาติ เช่น คะน้า ผักโขม เนื้อวัว เนื้อหมู นม ไข่ ข้าว น้ำมันพืช โดยปกติอาหารแต่ละชนิดจะมีปริมาณเกลือที่แตกต่างกัน โดยอาหารประเภทเนื้อสัตว์จะมีเกลือมากกว่าอาหารประเภทผักและผลไม้ (ธีระพล, 2552)

2.5.1.2 การบริโภคอาหารสำเร็จรูปที่ใช้เกลือในการถนอมอาหารและการแปรรูปอาหารเชิงพาณิชย์ เช่น ปลาเค็ม ปลากระป๋อง ผักกาดดองกระป๋อง อาหารสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป เบคอน แฮม ข้าวโพดอบกรอบ ครีมเทียม มันฝรั่งทอด บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เป็นต้น ซึ่งอาหารเหล่านี้จะมีโซเดียมอยู่ในรูปสารประกอบต่างๆที่ใช้ในกระบวนการผลิต ดังตารางที่ 2.4

2.5.1.3 การบริโภคผลิตภัณฑ์ปรุงรสอาหาร เช่น น้ำปลา ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว กะปิ ซุปก้อน ซุปผง และซอสปรุงรสต่างๆ เช่น น้ำมันหอย ซอสพริก ซอสมะเขือเทศ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 โซเดียมที่มีอยู่ในสารประกอบต่างๆที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหารในเชิงพาณิชย์

สารประกอบโซเดียม	การใช้ในอาหาร
เกลือ (โซเดียมคลอไรด์)	สารเสริมกลิ่นรส สารกันเสีย ช่วยปรับสภาวะให้ เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการ หมักดอง ช่วยการยึดเกาะในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เช่น ไส้กรอก ช่วยให้เนื้อสัมผัสของอาหารดีขึ้น
โมโนโซเดียมกลูตาเมต	สารเสริมรสอาหารที่เตรียมระดับครัวเรือน ร้านอาหาร และโรงแรม รวมทั้งในผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง อาหารกระป๋องและอาหารในภาชนะบรรจุทั่วไป
เบกกิ้งโซดา (โซเดียมไบคาร์บอเนต)	สารช่วยให้ขึ้นฟูในขนมปังและเค้ก (เบกกิ้งโซดา 1 ช้อนชา มีโซเดียม 1,000 มิลลิกรัม หรือ 1 กรัม)
ผงฟู	สารช่วยให้ขึ้นฟูในขนมปังและเค้ก
ไดโซเดียมฟอสเฟต	สารปรับความเป็นกรดด่างในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก เช่น แฮม ไส้กรอก กุนเชียง ทำให้เนื้อสัมผัสนุ่มขึ้น
โซเดียมอัลจิเนต	สารช่วยให้เกิดการคงตัวในนมช็อคโกแลตและไอศกรีม
โซเดียมเบนโซเอต	สารกันเสียในอาหารและผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เช่น ซอสปรุงรส น้ำสลัด
โซเดียมซอร์เบต	สารกันเสียในชีส เนยเทียม เครื่องดื่ม
โซเดียมโปรปิโอเนต	สารกันราในชีสที่ผ่านการพาสเจอไรส์ และในขนมปังและเค้ก
โซเดียมไนไตรต์	สารกันเสียและสารตรึงสีในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก เช่น แฮม ไส้กรอก กุนเชียง
โซเดียมซัลไฟต์	สารกันเสียและสารฟอกสีในผลไม้อบแห้ง
โซเดียมไฮดรอกไซด์	สารที่ทำให้ผิวของผักและผลไม้นิ่ม ใช้ในขั้นตอนการลอกเปลือก/ผิวออก
โซเดียมแอสคอเบต	สารกันหืน และสารเสริมฤทธิ์กันหืน

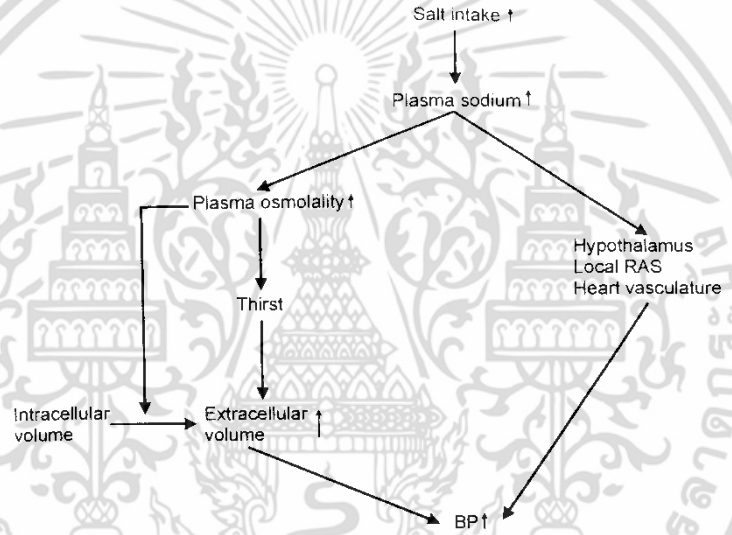
ที่มา : วันทนีย์ (2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ผลของโซเดียมต่อร่างกาย

2.5.2.1 ผลของโซเดียมต่อความดันโลหิต

ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง หมายถึง ผู้ป่วยที่มีระดับความดันโลหิตขณะที่หัวใจบีบตัว มีค่า $\geq$ 140 มิลลิเมตรปรอท และหรือระดับความดันโลหิตขณะที่หัวใจคลายตัว มีค่า $\geq$ 90 มิลลิเมตรปรอท (Kilcast และ Angus, 2007) (ภาพที่ 2.7) สาเหตุของโรคความดันโลหิตสูงเกิดจากหลายปัจจัย เช่น ด้านกรรมพันธุ์ เชื้อชาติ เพศ ช่วงอายุ ภาวะอ้วนหรือน้ำหนักเกิน การบริโภคอาหารที่มีไขมันสูง การดื่มแอลกอฮอล์ ความเครียด การสูบบุหรี่ และการบริโภคโซเดียมในปริมาณที่มากเกิน จากการศึกษาพบว่าโซเดียมมีคุณสมบัติในการดูดน้ำทำให้ผนังหลอดเลือดแดงบวม ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณเลือดและความต้านทานในหลอดเลือดแดงเพิ่มมากขึ้น (ธีระพล, 2555)

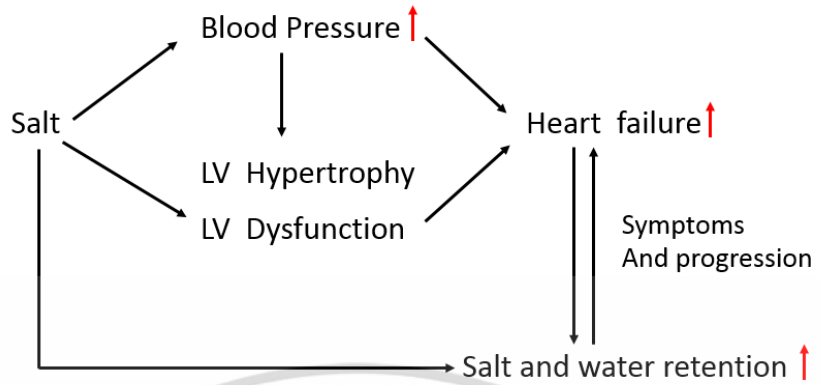


ภาพที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโซเดียมที่ร่างกายได้รับและการเพิ่มขึ้นของความดันโลหิต
ที่มา : Kilcast และAngus (2007)

2.5.2.2 ผลของโซเดียมต่อโรคหัวใจ และหลอดเลือด (Cardiovascular disease)

การบริโภคโซเดียมในปริมาณที่มากทำให้ความดันโลหิตเพิ่มขึ้น ซึ่งความดันโลหิตที่เพิ่มขึ้นนี้ที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (ภาพที่ 2.8) การลดโซเดียมจึงเป็นแนวทางสำคัญต่อการลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ โดยพบว่าโรคหลอดเลือดหัวใจเป็นสาเหตุการตายของประชากรโลกถึง 2.5 ล้านคนต่อปี การศึกษาของ He และ Ga (2003) พบว่า การลดปริมาณการบริโภคเกลือให้เหลือ 6 กรัมต่อวัน จะช่วยลดโรคหลอดเลือดในสมองลงถึงร้อยละ 24 และลดการเกิดโรคหัวใจลงร้อยละ 18 He และ Ga (2011) พบว่าการลดการบริโภคโซเดียมประมาณ 700-800 มิลลิกรัมต่อวัน สามารถลดอัตราการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ร้อยละ 20 และลดอัตราการตายได้ร้อยละ 5-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโซเดียมที่ร่างกายได้รับกับการเกิดโรคหัวใจ

ที่มา : He และคณะ (2011)

2.5.2.3 ภาวะบวมน้ำ (oedema)

เนื่องจากไตทำหน้าที่ในการขับโซเดียมออกทางปัสสาวะ ถ้าไตขับโซเดียมออกไม่หมดโซเดียมจะมีปริมาณอยู่ในร่างกายมาก การคั่งของโซเดียมในท่อไตส่งผลให้ร่างกายเกิดการดูดน้ำกลับเพิ่มขึ้นส่งผลให้ hydrostatic pressure เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญนำไปสู่หัวใจวายและภาวะบวมน้ำ (Kilcast และ Angus, 2007; ละออ, 2554)

2.5.2.4 โรคหลอดเลือดในสมอง (stroke)

การบริโภคเกลือในปริมาณมากเกินไปส่งผลให้เกิดความดันโลหิตสูงซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของอัตราเสี่ยงของโรคหลอดเลือดสมอง อย่างไรก็ตามได้มีผลการศึกษาทั้งในสัตว์และคนพบว่าการบริโภคอาหารที่เค็มจัดส่งผลโดยตรงกับโรคหลอดเลือดสมอง (Perry และ Beevers, 1992)

2.5.2.5 โรคกล้ามเนื้อหัวใจห้องซ้ายหนา (Left ventricular hypertrophy)

เมื่อมีปริมาณของเหลวในร่างกายไหลเวียนมากเนื่องจากมีโซเดียมที่ขับออกไม่หมดอยู่ในกระแสเลือดส่งผลให้น้ำจากเซลล์แพร่เข้าไปในหลอดเลือด ส่งผลให้เกิดความดันโลหิตสูง หัวใจต้องทำงานหนักขึ้น หลอดเลือดทั่วร่างกายปรับตัวให้หนาและแข็งขึ้น ส่งทำให้กล้ามเนื้อหัวใจห้องซ้ายหนาขึ้นเนื่องจากต้องทำหน้าที่สูบฉีดเลือดหล่อเลี้ยงอวัยวะต่างๆและเกิดการสะสมพังผืดที่กล้ามเนื้อหัวใจ (วันทนีย์, 2555)

2.5.2.6 ผลของเกลือกับการเกิดโรคมะเร็งกระเพาะอาหาร(Stomach cancer)

มะเร็งกระเพาะอาหารเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตอันดับสองของโลก ได้มีการศึกษาผลของการบริโภคอาหารที่มีปริมาณเกลือสูง มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคมะเร็งกระเพาะอาหารทั้งในเพศหญิงและเพศชาย (Tsugan และคณะ, 2004) ไม่เพียงเท่านั้นยังมีการศึกษาพบว่า เกลือในอาหารที่บริโภคเข้าไปส่งผลกระตุ้นทำให้เกิดการติดเชื้อ Helicobacter pylori (H.pylori) แต่ยังไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทราบกลไกที่ชัดเจน (Beevers และคณะ, 2004) ซึ่งเชื้อดังกล่าวเป็นแบคทีเรีย แกรมลบ ที่อาศัยอยู่บริเวณกระเพาะอาหารทำให้เกิดอาการอักเสบของกระเพาะอาหาร ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร กระเพาะอาหารอักเสบ โรคแผลในลำไส้เล็กส่วนต้นและมะเร็งกระเพาะอาหาร (สืบตระกลู, 2557)

2.5.2.7 ผลของเกลือกับการเกิดโรคกระดูกพรุน (Osteoporosis)

การบริโภคเกลือมากทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุน เนื่องจากการเพิ่มอัตราการขับแคลเซียมออกทางปัสสาวะ (Matkovic และคณะ, 1995)

2.5.2.8 ผลของเกลือกับการเกิดโรคที่เกี่ยวกับไต

โรคไตวาย (Kidney disease) เนื่องจากการบริโภคเกลือที่มากเกินไปจะไปเร่งภาวะเสื่อมของไตทำให้ไตไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดการรั่วของโปรตีนในปัสสาวะหรือภาวะอัลบูมินนูเรีย (albuminuria) และเกิดพังพืดที่ไต (renal fibrosis) การบริโภคโซเดียมมากกว่า 4,600 มิลลิกรัมต่อวันมีอัตราการขับครีอะตินิน (Creatinine) ลดลง ซึ่งครีอะตินินเป็นสารที่ร่างกายสร้างในอัตราที่คงที่และไตทำหน้าที่กรองครีอะตินินโดยไม่มีการดูดกลับ และภาวะโปรตีนรั่วในปัสสาวะสูงขึ้นเมื่อเทียบกับผู้ที่บริโภคโซเดียมน้อยกว่า 2,300 มิลลิกรัมต่อวัน ในทางกลับกันการลดการบริโภคโซเดียมจาก 3,800 มิลลิกรัมต่อวันเป็น 2,500 มิลลิกรัมต่อวันจะลดภาวะโปรตีนรั่วในปัสสาวะ ซึ่งจะลดโอกาสการเกิดภาวะไตวาย (He และคณะ, 2010)

ภาวะอัลบูมินนูเรีย (Albuminuria) คือ ภาวะที่พบการขับโปรีตีนอัลบูมินออกมาทางปัสสาวะ ภาวะนี้สามารถบ่งชี้ถึงความผิดปกติของไตในภาวะเริ่มแรก การศึกษาทางด้านระบาดวิทยาได้พบว่าการได้รับปริมาณเกลือที่สูงขึ้นทำให้พบปริมาณโปรตีนอัลบูมินในปัสสาวะเพิ่มขึ้นเช่นกัน การลดการบริโภคเกลือจาก 10 กรัมต่อวัน เหลือ 5 กรัมต่อวัน จะช่วยลดอัตราการเกิดภาวะอัลบูมินนูเรียลงอย่างมีนัยสำคัญ (Kilcast และ Angus, 2007)

การเกิดนิ่วในไต (Renal stone) สืบเนื่องมาจากการขับแคลเซียมออกจากร่างกายในปริมาณมากทำให้สารประกอบแคลเซียมนั้นเกิดการตกตะกอนอยู่บริเวณไตส่งผลให้เกิดก้อนนิ่วในไต การลดการบริโภคเกลือส่งผลต่อการลดการขับแคลเซียมและลดการเกิดโรคนิ่วในไตได้ (Borghi และคณะ, 2002)

2.5.2.9 ผลของเกลือกับการเกิดโรคหอบหืด (Asthma)

การบริโภคโซเดียมในปริมาณที่สูงส่งผลต่อเยื่อบุผนังหลอดลมให้มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสารภูมิแพ้และสิ่งแวดล้อมมากกว่าปกติส่งผลให้เกิดโรคหอบหืด (Burney และคณะ, 1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.10 ผลของเกลือกับการเกิดโรคอ้วน (Obesity) (Kilcast และ Angus, 2007)

การบริโภคอาหารที่มีปริมาณโซเดียมสูงส่งผลให้เกิดการบริโภคเครื่องดื่มทั้งแบบเหลวและเครื่องดื่มที่มีปริมาณน้ำตาลมากขึ้น ซึ่งพบในเด็กวัย 4-18 ปี ซึ่งพฤติกรรมการบริโภคดังกล่าวส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของโรคอ้วน

2.6 อาหารเกลือต่ำ

ในปัจจุบันประชากรโลกบริโภคเกลือ 9-12 กรัมต่อวัน ซึ่งเกินกว่าระดับที่สมควรได้รับต่อวัน การบริโภคเกลือเกินความจำเป็น เป็นสาเหตุของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-Communicable diseases: NCDs) องค์การอนามัยโลกได้กำหนดเป้าหมายในการลดปริมาณการบริโภคเกลือในประชากรร้อยละ 30 ในปี 2025 ซึ่งองค์การอนามัยโลก ได้ขอความร่วมมือประเทศต่างๆ รณรงค์ให้ประชากรมีการบริโภคเกลือ น้อยกว่า 5 กรัม/วัน (WHO, 2012) ในปี พ.ศ. 2549 องค์การอนามัยโลกได้มีกำหนดถึงทิศทางในการดำเนินการเพื่อลดการบริโภคเกลือและโซเดียมซึ่งมีหลักการสำคัญดังนี้คือ การปรับเปลี่ยนและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีปริมาณโซเดียมลดลง การให้ความรู้แก่ผู้ทดสอบและการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเลือกอาหารที่มีผลดีต่อสุขภาพ (สมัชชาสุขภาพแห่งชาติ, 2558) Joffres และคณะ (2007) พบว่าหากลดปริมาณการบริโภคโซเดียมลงเหลือ 1,840 มิลลิกรัมต่อวัน จะทำให้ความดันโลหิตลดลง ส่งผลให้สามารถลดปริมาณผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงได้ถึง 1 ล้านคน

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณะสุขมีการดำเนินการรณรงค์เกี่ยวกับการลดการบริโภคโซเดียมในโครงการต่างๆ เช่น โครงการ “หมู่บ้าน/ชุมชน ลดหวาน มัน เค็ม ลดอ้วน ลดโรค” เพื่อสร้างความตระหนักรู้และปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคของประชาชนโดยได้รับความร่วมมือจากทางโรงพยาบาล โรงเรียน และได้จัดทำเครือข่ายแกนนำ ตลอดจนแผนสุขภาพชุมชน (วันทนีย์, 2555) โครงการ “สุขภาพดี วิถีไทย” ซึ่งเป็นแผนกลยุทธ์ในปี พ.ศ.2554-2563 เพื่อลดโรค ลดภาวะแทรกซ้อน และลดอัตราการตาย โครงการ “โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพด้านอาหารและโภชนาการ” โครงการ “อาหารเฉพาะโรค และอาหารเพื่อสุขภาพในโรงครัว” โดยเป็นการเลือกวัตถุดิบที่ดีมีคุณภาพและการจัดให้ความรู้ในสถานพยาบาล โครงการ “ฉลากโภชนาการ” เพื่อแสดงให้ผู้ทดสอบได้เห็นและใช้ตัดสินใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ (อรรถพล, 2556) สำหรับประเทศไทยได้มีประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 พ.ศ.2541 เรื่องฉลากโภชนาการ ได้กล่าวถึงการลดปริมาณโซเดียมที่สามารถแสดงบนฉลากโภชนาการไว้ด้วย (ภาคผนวก ช 2)

การลดปริมาณเกลือในอาหารจำเป็นต้องเลือกสารที่สามารถให้รสชาติเค็มทดแทนเกลือคำนึงถึง กลิ่นรส คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสที่ดีของผลิตภัณฑ์ การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์และความปลอดภัยในการประยุกต์ใช้ในอาหารและกฎหมายทางฉลากโภชนาการของแต่ละประเทศ จะเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ว่าการลดปริมาณการบริโภคเกลือส่งผลต่อการลดภาระค่าใช้จ่ายของการรักษาโรค ซึ่งแนวทางการลดการบริโภคเกลือและโซเดียมมีดังนี้

2.6.1 การลดปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์อาหารทีละน้อย

การลดเกลือในสูตรของผลิตภัณฑ์ทีละน้อย จนผู้ทดสอบคุ้นชินกับรสชาติและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ การใช้วิธีการนี้จำเป็นต้องใช้ระยะเวลานานในการลดระดับโซเดียมให้เหลือในปริมาณที่ต้องการ วิธีการนี้ประสบความสำเร็จในอุตสาหกรรมอาหารในประเทศอังกฤษเป็นจำนวนมาก ในช่วงปี พ.ศ.2541-2548 พบว่าสามารถลดปริมาณเกลือลงถึงร้อยละ 33 ในอุตสาหกรรมการผลิตธัญพืช วิธีการนี้อาศัยหลักการพัฒนาความทรงจำเกี่ยวกับประสบการณ์ส่วนตัวหรือ Episodic memory เพื่อให้ร่างกายค่อยๆปรับการรับรู้เกี่ยวกับรสชาติเค็มไปทีละนิดจนคุ้นชินกับระดับความเค็มที่ลดลง (Kilcast และ Angus, 2007) Bobowski และคณะ (2015) ได้ศึกษาผลของการลดปริมาณเกลือในน้ำมะเขือเทศที่ความเข้มข้นโซเดียม 136-640 มิลลิกรัม/หน่วยบริโภค พบว่า การลดปริมาณโซเดียมอย่างค่อยเป็นค่อยไปส่งผลต่อการยอมรับและคะแนนความชอบมากกว่าการลดปริมาณโซเดียมอย่างรวดเร็ว Herbert และคณะ (2014) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางความทรงจำทางประสาทสัมผัสของมนุษย์กับการลดเกลือในอาหารพบว่า การรับรู้ความเข้มของรสชาติเค็มในมนุษย์แต่ละคนมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์เกี่ยวกับรสชาติในอดีตส่วนบุคคล แต่อย่างไรก็ตามการลดปริมาณเกลือในระดับที่สูงอาจส่งผลต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ก็เป็นได้ (Kilcast และ Angus, 2007) วิธีการนี้ผู้ใช้จำเป็นต้องระวังผลกระทบทางด้านกลิ่นรส ความคงตัวของผลิตภัณฑ์ และอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

2.6.2 การใช้สารทดแทนเกลือ (Salt replacement)

นอกจากโซเดียมคลอไรด์ยังพบว่าเกลือชนิดอื่นสามารถใช้ทดแทนเกลือโซเดียมได้ เช่น เกลือแคลเซียม ($CaCl_2$) เกลือแมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$) เกลือโพแทสเซียม (KCl) และ เกลือซิงค์คลอไรด์ ($ZnCl_2$) (Kilcast และ Angus, 2007) ซึ่งการใช้สารอื่นทดแทนเกลือเหล่านี้ เป็นที่ยอมรับในแถบทวีปยุโรปและพบว่าการใช้ เกลือแคลเซียม และเกลือโพแทสเซียม สามารถลดปริมาณการได้รับโซเดียมในปริมาณมากเกินไป และสามารถทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ในอัตราส่วนที่สูงโดยไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ทดสอบ เกลือดังกล่าวมีโครงสร้างทางเคมี คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสและประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ใกล้เคียงกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ ในประเทศสหรัฐอเมริกาและทวีปยุโรปอนุญาตให้สารเหล่านี้ปรากฏในฉลากโภชนาการและอนุญาตให้ใช้ได้ตามกฎหมาย การใช้สารทดแทนเกลือควรเลือกชนิดสารทดแทนให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ โดยคำนึงถึงการใช้สัดส่วนที่เหมาะสมและควรมีการใช้สารส่งเสริมกลิ่นรส วัตถุเจือปนอาหาร เช่น Emulsifier, Stabilizers และ Marking agent ร่วมด้วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทดแทนและช่วยลดกลิ่นรสที่ผิดปกติจากสารทดแทนเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) เป็นเกลือที่นิยมใช้ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ เนื่องจากเป็นที่ยอมรับในด้านความปลอดภัยและสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ใกล้เคียงกับโซเดียมคลอไรด์ (Bautista-Gallego และคณะ, 2013) อย่างไรก็ตามหากใช้เป็นสารทดแทนในปริมาณที่มากเกินร้อยละ 30-50 จะทำให้เกิดรสชาติที่ไม่พึงประสงค์ เช่น bitterness taste, chemical taste, metallic taste และ after taste การใช้โพแทสเซียมคลอไรด์จึงมีความจำเป็นต้องใช้ร่วมกับวัตถุดิบที่ให้รสชาติอูมามิ เช่น โมโนโซเดียมกลูตาเมต (MSG) เครื่องเทศที่ให้กลิ่นรสที่แรง แอมโมเนียมคลอไรด์ แมกนีเซียมซัลเฟต หรือกรดอะมิโน เพื่อลดรสชาติขม (Kilcast และ Angus, 2007) ถึงแม้ว่าสารทดแทนเหล่านี้จะไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ทดสอบก็ตาม แต่พบว่าในผู้ที่มีภาวะไตผิดปกติ หากได้รับปริมาณโพแทสเซียมมากเกินไปจะส่งผลให้ร่างกายขับโพแทสเซียมออกไม่ทัน จนเกิดภาวะโพแทสเซียมสูง (Hyperkalemia) ส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและหัวใจ ซึ่งสาเหตุมาจากการรับประทานอาหารที่มีโพแทสเซียมสูง การได้รับเกลือแร่โพแทสเซียมมากเกินไป การให้เลือด การบริโภคยาบางกลุ่ม และจากโรคเบาหวาน เป็นต้น (บัญชา, 2550)

2) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) นิยมใช้ที่ความเข้มข้น 1 -10 mM เนื่องจากจะแสดงรสขมเปรี้ยว และหวานเด่นชัดเมื่อใช้ในปริมาณ 2 mM และจะแสดงรสขม เค็ม และเปรี้ยวที่ปริมาณ 10 mM (Kilcast และ Angus, 2007) ไม่เพียงเท่านั้นยังให้ความรู้สึกเผ็ดร้อน (Hot salsa, Hot peppers) หลังรับประทาน การใช้โซเดียมคลอไรด์ น้ำตาลซูโคสและกรดซิตริกร่วมด้วย จะช่วยลดรสขมของแคลเซียมคลอไรด์ได้ จึงนิยมใส่เป็นตัว fortifying agent

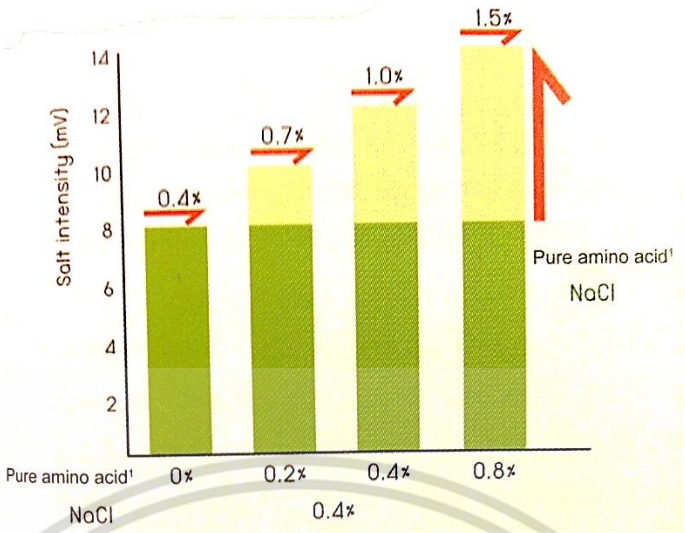
3) แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) มีรสชาติขมและเค็มแต่ขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้ ถ้าใช้ในปริมาณน้อยจะให้รสชาติเค็มแต่ถ้าหากใช้ในปริมาณที่มากเกินไปจะเริ่มมีรสชาติขม การใช้แมกนีเซียมซัลเฟต ร่วมกับเกลืออื่นๆจะส่งผลต่อการลดปริมาณโซเดียมและส่งผลดีต่อสุขภาพ

4) การใช้เกลือทะเลที่มีแร่ธาตุอื่นเจือปนส่งผลต่อการลดปริมาณโซเดียมได้ เช่น เกลือ Oshima blue sea salt จากประเทศญี่ปุ่นพบว่ามีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 41 โพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 41 และแมกนีเซียมคลอไรด์ร้อยละ 17 ซึ่งเกลือทะเลจะมีรสชาติเฉพาะตัวและมีคุณภาพสูง (Kilcast และ Angus, 2007)

2.6.3 การใช้สารส่งเสริมรสเค็ม (Salt enhancement)

การใช้สารส่งเสริมรสเค็มเป็นสารประกอบที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการแปรรูป หรือกระบวนการหมักวัตถุดิบทางการเกษตร โดยพบว่าเป็นสารประเภท กรดอะมิโน (Kilcast และ Angus, 2007) จะเห็นได้ว่าสารส่งเสริมรสเค็มจะช่วยกระตุ้นรสเค็มได้เพิ่มขึ้นเมื่อใช้เกลือในปริมาณเท่าเดิมดังภาพที่ 2.9 พบว่าการใช้กรดอะมิโนเพื่อส่งเสริมรสชาติเค็มสามารถใช้ร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ เพื่อลดรสขม Kilcast และ Angus (2007) ได้แบ่งประเภทของสารส่งเสริมรสเค็มไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 ความสามารถในการกระตุ้นการรับรสเค็มของกรดอะมิโนบริสุทธิ์

ที่มา : ศราวุธ (2559)

1) Glycine และ Glycine monoethyl ester นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการลดเกลือ หน้าที่ของไกลซีนจะช่วยลดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยนิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหลากหลายประเภท มีผลการวิจัยพบว่าการเติมไกลซีนลงไปร้อยละ 20 ในการผลิตไส้กรอกจะช่วยลดกรดที่เกิดขึ้นและรสเค็มลงเล็กน้อย หากใช้ไกลซีนในปริมาณที่เข้มข้นจะทำให้เกิดรสเปรี้ยว

2) L-lysine และ L-arginine เป็นกรดอะมิโนที่เกิดจากการหมักแป้งข้าวโพด ให้รสเค็มและฝาดมาก (รสชาติรุนแรงและอาจทำให้เกิดการระคายเคืองที่บริเวณลำคอ) L-lysine และ L-arginine นิยมใช้ใช้ร่วมกับ ornithine กรดซิตริก กรดซักซินิค โพแทสเซียมคลอไรด์ และ แอมโมเนียมคลอไรด์ บางทีเมื่อรับประทานเข้าไปอาจทำให้เกิดอาการแน่นท้อง ไม่เพียงเท่านั้นยังพบว่าสารเหล่านี้ยังสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการทางด้านโปรตีนอีกด้วย

3) เกลือแลกเทส (Lactates salt) เป็นสารให้รสเค็มในรูปสารประกอบของ โพแทสเซียมแลกเทส โซเดียมแลกเทส และแคลเซียมแลกเทส โพแทสเซียมแลกเทส โซเดียมแลกเทส เป็นที่นิยมใช้ในการยับยั้งจุลินทรีย์อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์และสัตว์ปีก อย่างไรก็ตามพบว่าแคลเซียมเลกเทส จะให้กลิ่นรสเปรี้ยวกับผลิตภัณฑ์

4) Mycoscent เป็นของเหลือจากอุตสาหกรรมผลิต mycroprotein สารนี้จะช่วยส่งเสริมกลิ่นรส เมื่อใช้ทดแทนแล้วจะลดปริมาณโซเดียมที่จะต้องใช้ลงได้ประมาณร้อยละ 50 จะส่งเสริมกลิ่นรสคาว (savoury flavor)

5) Trehalose หรือที่รู้จักในชื่อ ASCEND ™ ใช้เป็นสารส่งเสริมกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์และเนื้อสัตว์ปีกพร้อมรับประทาน สารถใช้ได้โดยปราศจากกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

bitterness taste, metallic taste และ astringent taste กฎหมายในทวีปแถบยุโรปอนุญาตให้ใช้สารนี้ในการส่งเสริมรสเค็มได้

6) L-ornithine พบมากในรูปของ L-ormithyltaurine monohydrochloride (Orn-Tau.HCl) และ Ornithyl-β-alanine monohydrochloride (H-Orn-β-Ala-OH.HCl) ซึ่งทั้ง 2 โครงสร้างสามารถให้รสเค็มโดยไม่มีรสขมค้างในปาก แต่จะพบรสเปรี้ยวคงค้างแทน O-aminoacyl sugar หรือ Ornithyl-β-alanine (OBA) เป็นสารที่ให้รสเค็มและส่งเสริมส่งเสริมรสเค็มของโซเดียมคลอไรด์ แต่อย่างไรก็ตาม OBA นี้มีราคาค่อนข้างแพงและให้ความเค็มมากกว่าโซเดียมคลอไรด์ถึง 20 เท่า

7) กลูตาเมท (Glutamates) โมโนโซเดียมกลูตาเมท (Monosodium Glutamate: MSG) เป็นสารที่ให้รสเค็มที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในอาหารคาวเพื่อเพิ่มรสอูมามิ โดยรสชาติอูมามินี้มาจากสารประกอบประเภท 5'-ribonucleotides เช่น inosine-5'-monophosphate (IMP) และ guanosine-5'-monophosphate (GMP) การใช้สารผสมระหว่างกลูตามิคและนิวคลีโอไทด์จะช่วยส่งเสริมรสอูมามิได้ประสิทธิภาพมากขึ้น การใช้ MSG ในปริมาณน้อยๆ สามารถลดระดับการใช้โซเดียมในผลิตภัณฑ์แต่ยังคงรักษากลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ไว้ได้ MSG สามารถให้รสเค็มได้โดยสมบูรณ์เทียบเท่ากับการใช้โซเดียมคลอไรด์และไม่ก่อให้เกิดรสขม หรือ กลิ่นโลหะ บางงานวิจัยรายงานว่าการใช้แคลเซียมไดกลูตาเมต (Calcium diglutamate; CDG) สามารถทดแทนใช้ทดแทน MSG ได้และยังสามารถลดปริมาณโซเดียมได้มากกว่าด้วยเนื่องจากไม่มีอนุพันธ์ของโซเดียมในสารประกอบ ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการใช้ MSG (Prescott, 2001)

8) Alapyridaine (N-(1-Carboxyethyl)-6hydroxymethyl-pyridinium-3-ol) เป็นสาร-ประกอบที่พบระหว่างการให้ความร้อนสารละลายกลูโคส/อะลานีล alapyridaine พบในน้ำซุปที่ทำมาจากเนื้อวัว แต่ตัวของ alapyridaine จะไม่แสดงรสชาติใดๆแต่จะมีอิทธิพลต่อการรู้รสหวานและรสอูมามิ (Ottinger และ Hofman, 2003) แต่ alapyridaine ไม่สามารถใช้ในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้

9) ยีสต์สกัด (Yeast extraction) จะมีปริมาณนิวคลีโอไทด์สูง ซึ่งมีส่วนในการช่วยเพิ่มรสเค็มและรสอูมามิ ซึ่งยีสต์สกัดเป็นการผลิตจากวัตถุดิบธรรมชาติโดยปราศจากสารเคมี ซึ่งเป็นผลมาจากองค์ประกอบของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และเกลือแร่ในยีสต์ โดยสามารถใช้ทดแทนเกลือได้ร้อยละ 20-30 พบมากในผลิตภัณฑ์ประเภท ซุป ซอส ผงปรุงรส เป็นต้น (นงนุช, 2558)

10) การ hydrolyzed สารต่างๆสามารถใช้เป็นสารส่งเสริมกลิ่นรสได้ เช่น คลอลาเจน ถั่วเหลือง ข้าวสาลี ไข่ขาว นม สารให้ความหวาน thaumatin และ trehallose เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 การใช้สารต้านรสขม (Bitter Blocker หรือ Marking agent) ร่วมกับสารทดแทนเกลือในผลิตภัณฑ์อาหาร

การใช้สารทดแทนเกลือ หรือสารส่งเสริมส่งเสริมรสเค็มนั้นสามารถช่วยลดปริมาณโซเดียมในอาหารได้ แต่พบว่ามีข้อจำกัดในการใช้คือ พบรสชาติขมหลังรับประทาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีสารเพื่อช่วยยับยั้งหรือช่วยลดรสชาติดังกล่าวผสมในผลิตภัณฑ์ด้วย โดยปกตินิยมใช้เกลือและน้ำตาลเพื่อลดการรับรู้รสขมและใช้สารนิวคลิโอไทด์ ประเภท inosine monophosphate และ guanosine monophosphate เพื่อส่งเสริมรสชาติอูมามิ

การใช้สมุนไพรและเครื่องเทศในการประกอบผลิตภัณฑ์อาหารสามารถช่วยลดปริมาณเกลือที่ใช้ได้ เครื่องเทศดังกล่าวได้แก่ พริกไทยดำ ผงกะหรี่ กระเทียม หัวหอม ทารากอน (Tarragon) โหระพา ขิง ยี่หร่า ผักชี และ เมล็ดผักชี เป็นต้น ไม่เพียงเท่านั้นมะนาวและน้ำส้มสายชูก็ให้ผลเช่นเดียวกัน การใช้กลิ่นจากเครื่องเทศหรือการแต่งกลิ่นสังเคราะห์ สามารถเสริมศักยภาพของการใช้สารทดแทนเกลือ และเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย Lopes และคณะ (2014) ได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของเครื่องเทศที่เติมเข้าไปในมาการีน พบว่า เมื่อเติมเครื่องเทศเช่น หัวหอม กระเทียม มินท์ โหระพา มะนาว ออริกาโนลงไปในมาการีนสามรถลดปริมาณการใช้เกลือลงได้ถึงร้อยละ 50 โดยที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ghawi และคณะ (2014) พบว่า เมื่อเติมเครื่องเทศ จำพวก โหระพา ขึ้นฉ่าย กระเทียม ยี่หร่า ผักชี เมล็ดผักชีและพริกไทยดำ ในซุปมะเขือเทศส่งผลให้สามารถลดการใส่เกลือลงร้อยละ 53 Kang และคณะ (2010) ทำการศึกษาการลดเกลือในซุปเนื้อพบว่าการใช้พริกไทยดำและพริกป่นสามารถช่วยลดการใช้เกลือในสูตรได้

Ming และคณะ (1999) ได้ศึกษาพบว่า adenosine 5’-monophosphate (AMP) เป็นสารประกอบที่สามารถช่วยลดการรับรู้รสขมได้ ไม่เพียงเท่านั้น AMP ยังส่งเสริมให้เกิดรสชาติอูมามิและยับยั้งการรับรู้รสขมของโพแทสเซียมคลอไรด์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Wolkers-Rooijackers และคณะ (2013) ศึกษาผลของการลดปริมาณโซเดียมในกระบวนการผลิตกะหล่ำปลีดอง (sauerkraut) โดยใช้เกลือ 15 กรัมต่อกะหล่ำปลีดอง 1 กิโลกรัมเป็นตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างที่ 1 ที่ทำการศึกษาใช้เกลือ 9 กรัมต่อกะหล่ำปลีดอง 1 กิโลกรัม ตัวอย่างที่ 2 ที่ทำการศึกษาใช้สารผสมทดแทนเกลือ คือ โพแทสเซียมคลอไรด์ แม็กนีเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมคลอไรด์ จากการศึกษาพบว่าในตัวอย่างที่ลดปริมาณเกลือลงโดยไม่ได้ใช้สารใดๆทดแทน มีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มกว่าตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่ใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ แม็กนีเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ชิมที่เชี่ยวชาญในโรงงานอุตสาหกรรมพบว่าตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่ใช้สารทดแทน ได้รับการยอมรับในคุณลักษณะรสชาติ กลิ่น และเนื้อสัมผัส

ปัทมา (2554) ได้ทำการศึกษาถึงการลดความแปรปรวนในกระบวนการแช่จืดในอุตสาหกรรมการทำผักกาดดองบรรจุกระป๋อง โดยพบว่าในกระบวนการแช่จืดที่ไม่สม่ำเสมอทำให้มีผลกระทบต่อเนื้อสัมผัสและสีของผลิตภัณฑ์ จึงได้นำเทคนิคซิก ซิกม่าร์มาใช้ในกระบวนการแช่จืดเพื่อลดความแปรปรวนทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของความแน่นเนื้อและสีของผลิตภัณฑ์

Kang และคณะ (2010) ทำการศึกษาการลดเกลือในซุปเนื้อพบว่าการใช้พริกไทยดำและพริกแดงป่นในระดับที่แตกต่างกันสามารถช่วยลดการใช้เกลือในสูตรได้โดยทำการทดสอบกับผู้ทดสอบ 2 กลุ่มคือ laboratory และ restaurant settings โดยใช้สูตรซุปเนื้อที่แตกต่างกันโดยทำการลดปริมาณเกลือลงจาก ร้อยละ 0.6 เหลือร้อยละ 0.4 และ 0.3 ตามลำดับ ใช้ปริมาณพริกไทยดำ 2 ระดับคือ ร้อยละ 0.04 และ 0.05 ใช้ปริมาณปริมาณพริกป่น 2 ระดับคือ ร้อยละ 0.1 และ 0.13 โดยมีสูตรทำหรับการทดลองทั้งหมด 7 สูตรพบว่า ผู้ทดสอบทั้ง 2 กลุ่มชอบสูตรที่ลดปริมาณเกลือลงเหลือร้อยละ 0.4 ใช้พริกไทยดำร้อยละ 0.04 และพริกป่นแดงร้อยละ 0.13

Voldric h และคณะ (2009) การศึกษาถึงการผลิตแตงกวาดองในน้ำส้มสายชูประเภท Fresh pack โดยฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ พบว่า ผลิตภัณฑ์สุดท้ายปลอดเชื้อจุลินทรีย์และมีคุณภาพตามมาตรฐาน แต่พบว่าเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ผ่านไป 1 เดือน เนื้อสัมผัสมีการเปลี่ยนแปลงและไม่เป็นที่ต้องการของผู้ทดสอบ จึงทำการเติม $CaCl_2$ ลงไปในน้ำดองในปริมาณ 20 mmol พบว่า แตงกวาดองที่เติม $CaCl_2$ มีการลดลงของเนื้อสัมผัสช้ากว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ก้านผักกาดดองปริมาณเกลือร้อยละ 4 จาก บริษัท สันติภาพ (ฮั่วเพ้ง 1958) จำกัด อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ บรรจุใส่ถังพลาสติกขนาด 10 กิโลกรัม ขนส่งมาที่คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จัดเก็บวัตถุดิบที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.1.2 แครอทจีน ขนาดยาวประมาณ 20-25 เซนติเมตร. น้ำหนัก 170-200 กรัมต่อหัว จากแม็คโคร จัดเก็บวัตถุดิบที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

3.1.3 แตงกวาพันธุ์โซโย ขนาดยาวประมาณ 40-45 เซนติเมตร. น้ำหนัก 100-130 กรัมต่อหัว จากแม็คโคร จัดเก็บวัตถุดิบที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

3.1.4 พริกชี้ฟ้าแดงพันธุ์ก้ามปูแดง ขนาดยาวประมาณ 9-12 เซนติเมตร จากแม็คโคร จัดเก็บวัตถุดิบที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

3.1.5 น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ (กรดอะซิติก ร้อยละ 5)	คิวพี	ไทย
3.1.6 น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล (กรดอะซิติก ร้อยละ 5)	คิวพี	ไทย
3.1.7 น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด (กรดอะซิติก ร้อยละ 4.2)	ไดมอนด์	ไทย
3.1.8 กระเทียมสดจีน	เทสโก โลตัส	ไทย
3.1.9 เกลือทะเลไม่มีไอโอดีน	ขอบฟ้าเขียว	ไทย
3.1.10 พริกไทยเมล็ดดำ	ตรามือ	ไทย
3.1.11 พริกแดงป่นแห้ง	แก้วตา	ไทย
3.1.12 กานพลูป่น	Mc Cormick	สหรัฐอเมริกา
3.1.13 อบเชยป่น	Mc Cormick	สหรัฐอเมริกา
3.1.14 เมล็ดผักชี	ตรามือ	ไทย
3.1.15 น้ำตาลทรายขาว	มิตรผล	ไทย
3.1.16 น้ำส้มสายชูกลั่นชนิด A (กรดอะซิติก ร้อยละ 5)	ภูเขาทอง	ไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.17 น้ำส้มสายชูกลั่นชนิด B (กรดอะซิติก ร้อยละ 5)	ทิพรส	ไทย
3.1.18 น้ำส้มสายชูกลั่นชนิด C (กรดอะซิติก ร้อยละ 5)	อสร.	ไทย
3.1.19 น้ำส้มสายชูกลั่นชนิด D (กรดอะซิติก ร้อยละ 5)	คิวพี	ไทย

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง	Sartorius,Bp3100S	เยอรมนี
3.2.2 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง	Denver, SI-234	เยอรมนี
3.2.3 เครื่องวัดสี (Color meter)	Konica Minolta, CR 400	ญี่ปุ่น
3.2.4 เครื่อง Texture Analyzer	TAxt plus	อังกฤษ
3.2.5 เครื่องบดอาหาร (Blender)	Sharp EM-ICE	ไทย
3.2.6 ตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven)	Binder ED/FD	เยอรมนี
3.2.7 เตาเผา (furnace muffle)	Nabertherm	เยอรมนี
3.2.8 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)	Toledo, FEP-20/FG20	สวิตเซอร์แลนด์
3.2.9 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน	KB8S: Gerhardt	เยอรมนี
3.2.10 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน	SOX406: soxhlet	จีน
3.2.11 เครื่องวิเคราะห์ใยอาหาร	Fibertech 1020	สวีเดนท์
3.2.12 Hot plate	IKA, C-MAG HS7	เยอรมนี
3.2.13 กระดาษกรอง เบอร์ 4	Whatman	อังกฤษ
3.2.14 Micropipette ขนาด 200-1000 µl	Gilson	ฝรั่งเศส
3.2.15 ปั๊มสุญญากาศ	SIBATA WJ-20	สวิสเซอร์แลนด์
3.2.16 Petri dish plastic PS(sterile)	Hycon	สหรัฐอเมริกา
3.2.17 ขวดแก้วขนาด 7 ออนซ์พร้อมฝา	Silgan	ฟิลิปปินส์
3.2.18 โถดูดความชื้น		
3.2.19 Aluminium can		
3.2.20 ลูกแก้วกันเดือด		
3.2.21 ที่คีบ (tong)		
3.2.22 ทริมเบิ้ลพร้อมขาตั้ง		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.23 Crucible กระเบื้อง

3.2.24 Crucible แก้ว

3.2.25 เทอร์โมมิเตอร์

3.2.26 เครื่องครัว เช่น มีด เขียง กะละมังสแตนเลท ฯลฯ

3.2.27 เครื่องแก้วสำหรับงานวิเคราะห์

3.2.28 เตาแก๊ส

3.3 สารเคมี

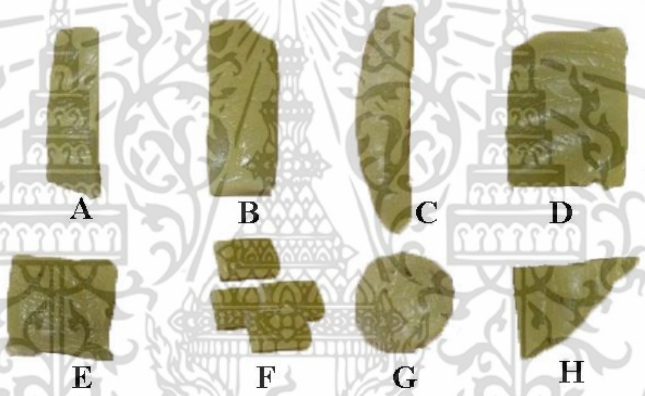
3.3.1 Silver nitrate	Merck	เยอรมนี
3.3.2 Potassium chromate	Merck	เยอรมนี
3.3.3 Calcium Chloride (Food grade)	Mega World Wide	ไทย
3.3.4 Sodium hydroxide	Carlo erba Reagents	อิตาลี
3.3.5 Phenolphthalein	Merck	เยอรมนี
3.3.6 Sulfuric acid	RCI Labscan	สหรัฐอเมริกา
3.3.7 Boric acid	Carlo erba Reagents	อิตาลี
3.3.8 Hydrochloric acid	RCI Labscan	สหรัฐอเมริกา
3.3.9 Copper sulphate	Carlo erba Reagents	อิตาลี
3.3.10 Potassium sulphate	Carlo erba Reagents	อิตาลี
3.3.11 Bromocresol green	Fisher	สหรัฐอเมริกา
3.3.12 Methyl red	Merck	เยอรมนี
3.3.13 Petroleum ether	RCI Labscan	สหรัฐอเมริกา
3.3.14 Acetone	RCI Labscan	สหรัฐอเมริกา
3.3.15 Celite	Sigma Aldrich	อังกฤษ
3.3.16 Plate Count Agar	Becton Dickinson and company	สหรัฐอเมริกา
3.3.17 Potato Dextrose Agar	Becton Dickinson and company	สหรัฐอเมริกา
3.3.18 Peptone	Merck	เยอรมนี
3.3.19 Tartaric acid	Sigma Aldrich	อังกฤษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.4.1 ศึกษารูปแบบการตัดแต่งก้านผักกาดดองที่มีผลต่อความชอบของผู้ทดสอบ

ทำการตัดแต่งก้านผักกาดดอง ให้เป็นรูปร่างดังนี้ คือ สี่เหลี่ยมผืนผ้า 4 ขนาด (1.7×3.5 เซนติเมตร, 1.7×4.5 เซนติเมตร 2.5×4 เซนติเมตรและ 3×5 เซนติเมตร), สี่เหลี่ยมจัตุรัส 2 ขนาด (0.5×0.5 เซนติเมตรและ 1.5×1.5 เซนติเมตร) วงกลม และสามเหลี่ยม (Olsen และคณะ, 2012) ดังภาพที่ 3.1 จากนั้นนำตัวอย่างไปทดสอบกับผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ด้วยวิธีการจัดอันดับความชอบ (Ranking) ต่อรูปร่างก้านผักกาดดอง (ชมพูนุท, 2557) เพื่อทำการศึกษารูปแบบของการตัดแต่งที่มีผลต่อความชอบของผู้ทดสอบ โดย 1 = ชอบน้อยที่สุด และ 8 = ชอบมาก (แบบสอบถามดังภาคผนวก จ 1.1) นำไปวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยวิธีของ Friedman และคำนวณค่า LSD rank เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของอันดับ (วิธีการคำนวณดังภาคผนวก จ 2.1)



ภาพที่ 3.1 การตัดแต่งก้านผักกาดดองเพื่อทดสอบความชอบของผู้ทดสอบ

3.4.2 ศึกษาอัตราส่วนน้ำและเวลาในการแช่ที่มีผลต่อการลดเกลือในก้านผักกาดดอง

ทำการตัดแต่งก้านผักกาดดองตามรูปแบบที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.4.1 จากนั้นนำก้านผักกาดดอง มาแช่น้ำที่อัตราส่วนน้ำต่อตัวอย่างก้านผักกาดดอง 0:1 (ชุดควบคุม), 2:1, 3:1, 4:1และ 5:1 ระยะเวลาการแช่ 0 (ชุดควบคุม), 1, 2 และ 3 ชั่วโมง รวมแล้วเป็นเวลา 3 ชั่วโมง คนทุก 15 นาที เปลี่ยนน้ำทุก 1 ชั่วโมง ทำการศึกษาโดยจัดการทดลองด้วยวิธีแฟคทอเรียล 3×3 ในแผนการทดลองแบบสุ่มโดยตลอด (3×3 Factorial in Completely Randomized Design, 3×3 Factorial in CRD) จากนั้นนำมาศึกษาคุณสมบัติทางด้านเคมีและกายภาพเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังนี้

1) ทดสอบคุณภาพทางด้านเคมี

1.1) ปริมาณเกลือ (AOAC, 2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ทดสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ

2.1) วัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-xt plus โดยใช้หัวตัดแบบ HDP/BSK blade set with knife probe (วิจิตรา, 2550)

2.2) วัดค่าสี (L^* a^* และ b^*) ด้วยเครื่อง Color Meter CR-400 แล้วนำไปคำนวณค่า Chroma และ ค่า Hue โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{Chroma} = (a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$$

$$\text{Hue-angle} = \tan^{-1} (b^*/ a^*)$$

3.4.3 ศึกษาสูตรของน้ำดองและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักที่เหมาะสมต่อการทำน้ำดองผักในส้มสายชูหมัก

3.4.3.1 ศึกษาสูตรและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักที่เหมาะสมต่อการทำน้ำดอง

ศึกษาอิทธิพลของชนิดและสูตรของน้ำส้มสายชูที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางกายภาพ โดยนำสูตรพื้นฐานมาทำการศึกษาโดยจัดการทดลองด้วยวิธีแฟคทอเรียล 3×3 ในแผนการทดลองแบบสุ่มโดยตลอด (3×3 Factorial in Completely Randomized Design, 3×3 Factorial in CRD) ปัจจัยที่ศึกษามี 2 ปัจจัยคือ ชนิดของน้ำส้ม 3 ชนิด (น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิออร์แกนิก ยี่ห้อ คิวพี น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล ยี่ห้อ คิวพีและ น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด ยี่ห้อ ไดมอนด์) และสูตรน้ำดองพื้นฐาน 3 สูตร ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สูตรน้ำดองสำหรับผักดองในน้ำส้มสายชูหมัก

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
น้ำส้มสายชูหมัก	47.80	48.00	98.8
น้ำเปล่า	47.80	47.2	-
เกลือ	1.00	1.00	1.1
กระเทียม	2.00	1.60	-
ลูกผักชี	1.10	1.40	-
พริกแห้งป่น	0.30	-	-
พริกไทยดำ	-	0.80	-
กานพลูป่น	-	-	0.05
อบเชยป่น	-	-	0.05

สูตรที่ 1 ส่วนประกอบน้ำดองดัดแปลงจาก Gillingham และ Durand (2014)

สูตรที่ 2 ส่วนประกอบน้ำดองดัดแปลงจาก Mcclellan (2011)

สูตรที่ 3 ส่วนประกอบน้ำดองดัดแปลงจาก นิดดา (2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเตรียมผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักโดย ล้างทำความสะอาดวัตถุดิบ หั่นก้านผักกาดดองตามภาพข้อ 3.4.1 หั่นแครอทตามขวางขนาด 1×1×5.5 เซนติเมตร ลวกในสารละลาย $CaCl_2$ ร้อยละ0.5 ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว แตงกวาแบ่งเป็นสี่ส่วนตามยาวหั่นขนาด 1.5×0.7×5.5 เซนติเมตร นำไส้ออก แช่ในสารละลาย $CaCl_2$ ร้อยละ 1 นาน 10 นาที พริกแดงหั่นตามยาวชิ้นกว้าง 1.2 เซนติเมตร ล้างทำความสะอาดโหลแก้วขนาด 7 ออนซ์ พร้อมฝา ฆ่าเชื้อภาชนะด้วยน้ำร้อน 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที บรรจุก้านผักกาดดอง : แตงกวา : แครอท: พริกแดงอัตราส่วน 50 : 20 : 20 : 10 และเครื่องเทศ ลงในขวด เตรียมน้ำดองโดยนำส่วนผสมทั้งหมดไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85-90 องศาเซลเซียส บรรจุน้ำดองขณะร้อน โดยใช้อัตราส่วน 1:1 ปิดฝา ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ดังภาพที่ 3.2 เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 วัน ก่อนการทดสอบ คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังนี้

1) ทดสอบคุณภาพทางด้านเคมี โดยการสับผสมตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน

1.1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) (AOAC, 2000)

1.2) ปริมาณกรด (AOAC, 2000)

1.3) ปริมาณเกลือ (AOAC, 2000)

2) ทดสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ โดยการแยกวัดผักแต่ละชนิด

2.1) วัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-xt plus โดยใช้หัวตัดแบบ HDP/BSK blade set with knife probe

ทำการเตรียมตัวอย่างผักดังนี้

2.1.1) ก้านผักกาดดองตัดขนาด 1.5×3.5×1 เซนติเมตร

2.1.2) แตงกวาตัดขนาด 1.5×3.5×5.5 เซนติเมตร

2.1.3) แครอทตัดขนาด 1×3×1 เซนติเมตร

2.1.4) พริกชี้ฟ้าแดงหั่นชิ้นกว้าง 1.2 เซนติเมตร เอาเมล็ดออกก่อนทำการวัด

3) ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

3.1) ทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale ต่อผลิตภัณฑ์ผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรสทั้ง 9 ตัวอย่าง นำเสิร์ฟตัวอย่างรับประทานคู่กับไส้กรอก (Carrier) โดยใช้ผู้ทดสอบที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์ประเภทดังกล่าวจำนวน 18 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล (BIB: Balanced Incompletely Block Design) t = 9, k=4, r=8, b=18 (ดัดแปลงจาก สุรพล, 2537) (การจัดลำดับในการเสนอตัวอย่างดังภาคผนวก จ 1.6) ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นน้ำส้มสายชู กลิ่นเครื่องเทศ เนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว ความเค็มและความชอบโดยรวม โดยให้ระดับคะแนนตั้งแต่ 1 คะแนน (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 คะแนน (ชอบมากที่สุด) (แบบสอบถามดังภาคผนวก จ 1.1) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.2) ทดสอบความพอดีด้วยวิธี Just about right scale (JAR) (โสมศิริ และสุจินดา , 2555) ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นน้ำส้มสายชู กลิ่นเครื่องเทศ เนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว ความเค็ม โดยกำหนดเกณฑ์ร้อยละความพอดี ต้องมีค่ามากกว่าร้อยละ 70 ถ้าหาก มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 70 ถือว่าคุณลักษณะนั้นจำเป็นต้องปรับปรุง โดยต้องทำการคำนวณค่า net effect เพื่อหาแนวทางปรับปรุงคุณลักษณะนั้น

ค่า net effect สามารถหาได้โดยทำการคำนวณจาก ร้อยละของค่าที่มากไปลบกับ ร้อยละของค่าที่น้อยไป

ถ้าหากค่า net effect มีความแตกต่างกันน้อยกว่าร้อยละ 20 ไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะนั้น

ถ้าหากค่า net effect มีความแตกต่างกันมากกว่าร้อยละ 20 ให้พิจารณาปรับตามเครื่องหมาย

โดย ถ้าเครื่องหมายเป็น – แสดงว่า คุณลักษณะนั้นน้อยไป ให้ปรับเพิ่มขึ้น

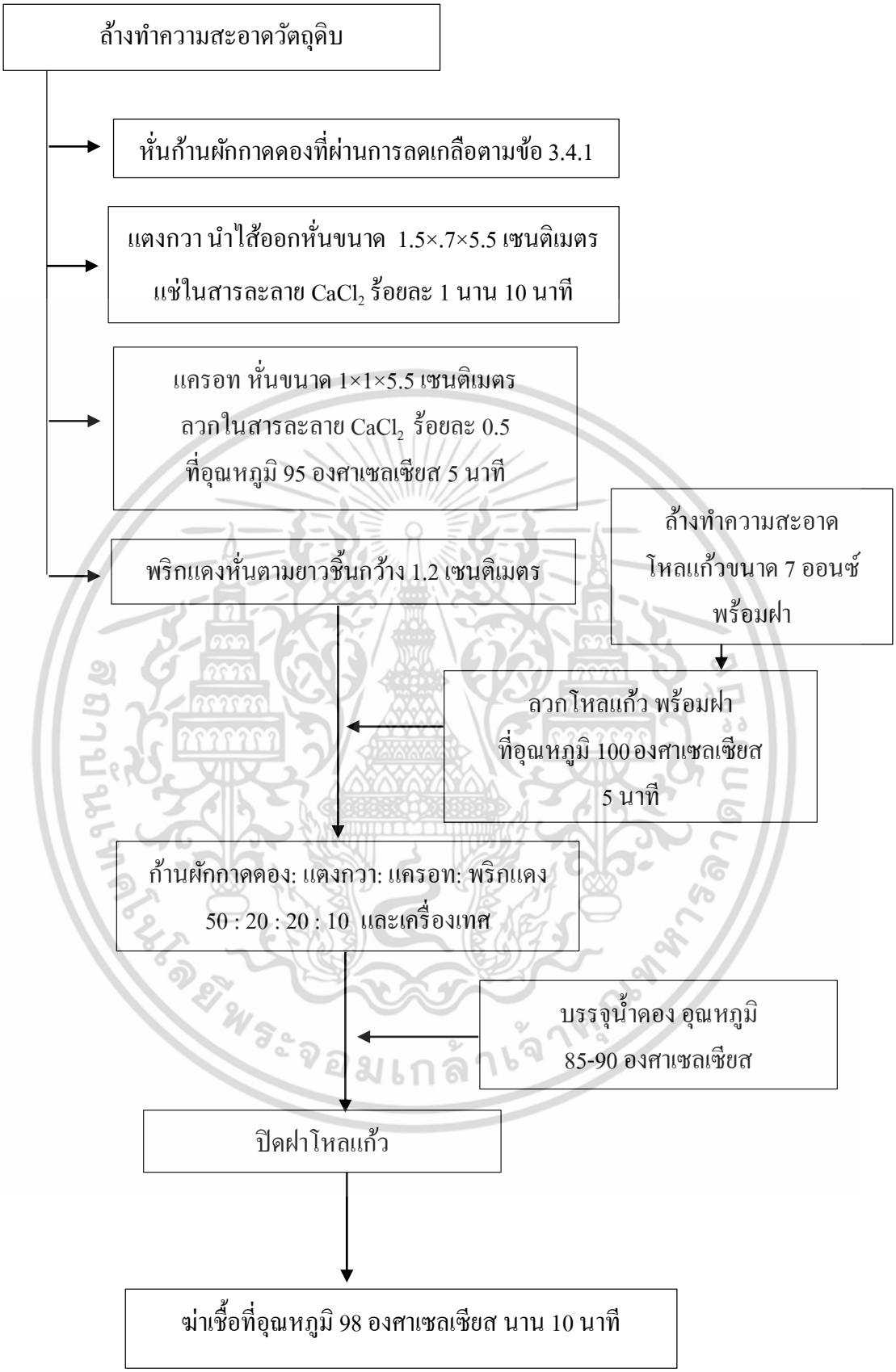
ถ้าเครื่องหมายเป็น + แสดงว่า คุณลักษณะนั้นมากไป ให้ปรับลดลง

ปรับสูตรน้ำดองที่คัดเลือกได้ ตามผลการวัดระดับความพอดี

3.4.3.2 การปรับปรุงสูตรน้ำดองผลิตภัณฑ์ผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรส

คัดเลือกน้ำดองที่ปรับส่วนประกอบตามผลการวัดระดับความพอดี (JAR) ทั้ง 3 สูตร ให้ผู้ทดสอบกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน (รายชื่อเชฟผู้เชี่ยวชาญดังภาคผนวก ฉ) ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Home Use Test เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด การทดสอบทำโดยให้เชฟผู้เชี่ยวชาญชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์แบบชิมสดและชิมผลิตภัณฑ์ร่วมกับอาหารแล้วตอบแบบทดสอบด้านความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์ (แบบทดสอบดังรายละเอียดในภาคผนวก จ) โดยการยอมรับผลิตภัณฑ์หลังการทดสอบต้องมีเกณฑ์การยอมรับอยู่ในระดับ ร้อยละ 70 ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 กระบวนการเตรียมผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรส

ที่มา : ดัดแปลงจาก Gillingham และ Durand (2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่น

3.4.4.1 คัดเลือกชนิดของน้ำส้มสายชูกลั่นเพื่อทดแทนน้ำส้มสายชูหมัก

ทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อวัดความแตกต่างของกลิ่นน้ำส้มสายชูกลั่นเพื่อนำมาทดแทนน้ำส้มสายชูหมัก ด้วยวิธีการดมกลิ่นโดยใช้วิธีการทดสอบความแตกต่างแบบ Difference from control (ปราณี, 2547) (แบบสอบถามแสดงดังภาคผนวกที่ จ 1.4) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน กับตัวอย่างน้ำส้มสายชูกลั่นที่มีขายในท้องตลาดยี่ห้อ A, B, C และD (ยี่ห้องภูเขาทอง ยี่ห้อทิพรส ยี่ห้ออสร. และยี่ห้อคิวพี ตามลำดับ) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Tukey's test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อวัดความแตกต่างของรสเปรี้ยวของน้ำส้มสายชูกลั่นที่ผ่านการคัดเลือก ด้วยวิธีการชิมรสชาติโดยการนำน้ำส้มสายชูกลั่นทดแทนน้ำส้มสายชูหมักทำน้ำดองผักให้ผู้ทดสอบชิม ทดสอบความแตกต่างด้วยวิธีเดียวกันกับข้างต้น นำน้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อที่คัดเลือกได้ไปใช้ทดแทนน้ำส้มสายชูหมักในข้อ 3.4.4.2 ต่อไป

3.4.4.2 คัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่น

เตรียมตัวอย่างที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 3.4.3 ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก และน้ำส้มสายชูกลั่นที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.4.4.1 ผสมในอัตราส่วน 70:30, 60:40 และ50:50 ตามลำดับ โดยใช้ตัวอย่างควบคุมเป็นผักดองจากน้ำส้มสายชูหมัก

1) ทดสอบคุณภาพทางด้านเคมี โดยการสับผสมตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน

1.1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) (AOAC, 2000)

1.2) ปริมาณกรด (AOAC, 2000)

1.3) ปริมาณเกลือ (AOAC, 2000)

2) ทดสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ โดยการแยกวัดผักแต่ละชนิด

2.1) วัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-xt plus โดยใช้หัวตัดแบบ HDP/BSK blade set with knife probe

2.2) วัดค่าสี (L^* a^* และ b^*) ด้วยเครื่อง Color Meter CR-400 แล้วนำไปคำนวณค่า Chroma และ ค่า Hue

3) ทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

3.1) ทดสอบประสาทสัมผัสด้านความแตกต่าง ด้วยวิธี Difference form Control (เพ็ญขวัญ, 2556) ด้านกลิ่นรส ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม (แบบสอบถามแสดงดังภาคผนวก จ 1.5) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Dunnett test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2) ทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic scale ต่อคุณลักษณะทางด้านกลิ่นน้ำส้มสายชู กลิ่นเครื่องเทศ เนื้อสัมผัส รสเปรี้ยว รสเค็ม รสหวาน และความชอบโดยรวม เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่น สำหรับลดต้นทุนหากทำการผลิต

3.4.5 ศึกษาคุณภาพทางด้านเคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู

1) ทดสอบคุณสมบัติทางด้านเคมี

1.1) ค่า pH (AOAC, 2000)

1.2) ปริมาณกรด (AOAC, 2000)

1.3) ปริมาณเกลือ (AOAC,2000)

1.4) ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

1.5) ปริมาณโปรตีนรวม (AOAC, 2000)

1.6) ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)

1.7) ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000)

1.8) ปริมาณกากหยาบ (AOAC, 2000)

1.9) ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)

2) ทดสอบคุณสมบัติทางด้านจุลินทรีย์

2.1) ปริมาณ Lactic Acid Bacteria (AOAC, 2000)

2.2) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)

2.3) ปริมาณยีสต์ รา (AOAC, 2000)

3.4.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษา

ทำการเก็บตัวอย่างสูตรที่คัดเลือกแล้วที่สภาวะเร่งอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยทำการตรวจวัดคุณภาพตัวอย่าง ทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพดังข้อ 3.4.4.2 และทดสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์โดยการติดตามปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์ รา ทดสอบคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสด้านความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความเปรี้ยว ความหวาน ความเค็มและความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale และทดสอบการยอมรับ ด้วยวิธีการทดสอบการยอมรับ โดยมีเกณฑ์การยอมรับไม่น้อยกว่า ร้อยละ 70 กับผู้ทดสอบที่ถูกฝึกฝน จำนวน 15 คน วิธีการคำนวณผลสภาวะเร่งดังนี้

$$\text{Accelerated Aging Time (AAT)} = \frac{\text{Desired Real Time (RT)}}{Q_{10}^{[(TAAT-TRT)/10]}}$$

โดย ; Q_{10} factor = 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษารูปแบบการตัดแต่งก้านผักกาดดองที่มีผลต่อความชอบของผู้ทดสอบ

จากการศึกษาการเตรียมก้านผักกาดดองเพื่อใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ผักดองในในน้ำส้มสายชูสามารถเตรียมก้านผักกาดดองโดยการตัดแต่งได้เป็น 8 รูปแบบดังภาพที่ 3.1 จากนั้นนำก้านผักกาดดองที่เตรียมได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการเรียงลำดับ ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการเรียงลำดับความชอบต่อรูปแบบก้านผักกาดดอง

รูปทรงตัวอย่าง	A	B	C	D	E	F	G	H
ผลรวมอันดับ	590^{a}	550^{a}	536^{a}	395^{de}	447^{cd}	463^{b}	276^{f}	346^{e}

หมายเหตุ : $^{a, b, c, \cdots}$อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันของผลรวมลำดับความชอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยการเรียงลำดับความชอบจากผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน เพื่อหารูปแบบในการตัดแต่งก้านผักกาดดองที่เหมาะสม พบว่ารูปแบบ การตัดแต่ง A (สี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเล็ก) ได้รับผลรวมคะแนนความชอบสูงที่สุด และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับรูปแบบการตัดแต่ง B และ C (สี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ยาวกว่าทั้ง 2 ขนาด) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับรูปแบบการตัดแต่งอื่น ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.1) และเนื่องจากก้านผักกาดดองเป็นวัสดุเศษเหลือจากกระบวนการผลิตซึ่งมีความหลากหลายของรูปร่าง, ขนาด และก้านส่วนมากมีขนาดเล็ก ดังนั้นการตัดแต่งรูปแบบ A (สี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเล็ก) ทำให้สามารถนำก้านผักกาดดองมาใช้ได้เกือบทั้งหมดและมีส่วนที่ต้องทิ้งหลังจากการตัดแต่งแล้วไม่มากนัก นอกจากนั้นยังพบว่าผู้ทดสอบมีความคิดเห็นว่ารูปแบบดังกล่าวมีความสะดวกในการรับประทานและการนำไปประกอบอาหารในขั้นต่อไป ขนาดและรูปร่างของอาหารส่งผลต่อการรับรู้ทางประสาทสัมผัสของมนุษย์ Rolls และคณะ (1982) ได้ศึกษาพบว่าชิ้นอาหารขนาดเล็กได้รับคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบมากกว่าอาหารที่มีขนาดใหญ่

4.2 ผลของอัตราส่วนน้ำและเวลาในการแช่ที่มีผลต่อการลดเกลือในก้านผักกาดดอง

จากการศึกษาการลดปริมาณเกลือในก้านผักกาดดองจากโรงงานด้วยวิธีการแช่น้ำ โดยศึกษาอัตราส่วนน้ำและระยะเวลาการแช่ แล้ววิเคราะห์ปริมาณเกลือ ความแน่นเนื้อ และค่าสีของก้านผักกาดดองที่แช่เพื่อลดปริมาณเกลือได้ผลดังตารางที่ 4.2 และ ตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2. ปริมาณเกลือในก้านผักกาดดองหลังผ่านกระบวนการลดเกลือ

ระยะเวลาในการแช่ (ชม.)	อัตราส่วน (น้ำ : ตัวอย่าง)	ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)
ตัวอย่างควบคุม		$4.00^{aA} \pm 0.14$
1	2:1	$2.52^{bB} \pm 0.10$
	3:1	$2.28^{bC} \pm 0.22$
	4:1	$2.25^{bCD} \pm 0.25$
	5:1	$2.12^{bD} \pm 0.18$
2	2:1	$1.76^{cB} \pm 0.21$
	3:1	$1.63^{cC} \pm 0.15$
	4:1	$1.53^{cCD} \pm 0.14$
	5:1	$1.45^{cD} \pm 0.19$
3	2:1	$1.33^{dB} \pm 0.25$
	3:1	$1.21^{dC} \pm 0.16$
	4:1	$1.10^{dCD} \pm 0.13$
	5:1	$1.06^{dD} \pm 0.15$

หมายเหตุ : $^{a, b, c}$ อักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เนื่องจากระยะเวลามีอิทธิพล

$^{A, B, C}$ อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เนื่องจากอัตราส่วนน้ำมีอิทธิพล

ผลวิเคราะห์ปริมาณเกลือเมื่อทำการแช่น้ำที่อัตราส่วนน้ำต่อตัวอย่างก้านผักกาดดอง 0:1 (ชุดควบคุม), 2:1, 3:1, 4:1 และ 5:1 ระยะเวลาการแช่ 0 (ชุดควบคุม), 1, 2 และ 3 ชั่วโมง พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราส่วนน้ำและระยะเวลาในการแช่น้ำทำให้ปริมาณเกลือในตัวอย่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การลดลงของเกลือในตัวอย่างเกี่ยวข้องกับกระบวนการแพร่ของเกลือจากตัวอย่างที่มีความเข้มข้นสูงไปยังน้ำภายนอกเซลล์ซึ่งมีความเข้มข้นต่ำกว่า เมื่อเกลือในเนื้อเยื่อของตัวอย่างที่มีความเข้มข้นสูงแพร่ออกสู่ด้านนอกเซลล์ทำให้น้ำเข้าแทนที่เกลือในเนื้อเยื่อของผักในปริมาณที่มากขึ้นทำให้ให้เนื้อเยื่อของเซลล์เต่งจนเข้าสู่ภาวะสมดุล โดยอัตราการแพร่ของสารขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายชนิด เช่น องค์ประกอบทางเคมี กายภาพของวัตถุดิบ ช่องว่างภายในเซลล์และขนาดชิ้นของวัตถุดิบ (วิชมณี, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลของระยะเวลาและอัตราส่วนน้ำในการลดเกลือที่มีผลต่อความแน่นเนื้อและสีของก้านผักกาดดอง

ระยะเวลาในการแช่ (ชม.)	อัตราส่วน (น้ำ : ตัวอย่าง)	ความแน่นเนื้อ (Kg.f)	ค่าสี				
			L^*	a^{*ns}	b^*	Chroma	Hue ^{ns}
ตัวอย่างควบคุม		$5.49^{aA} \pm 0.97$	$38.42^{bB} \pm 1.00$	2.31 ± 0.59	$16.83^{dC} \pm 0.92$	$17.00^{dC} \pm 0.90$	1.43 ± 0.04
1	2:1	$4.87^{bA} \pm 0.79$	$38.97^{aB} \pm 1.02$	2.49 ± 0.71	$17.97^{aA} \pm 1.03$	$18.16^{aA} \pm 1.02$	1.44 ± 0.04
	3:1	$4.87^{bA} \pm 0.76$	$38.94^{aB} \pm 0.92$	2.43 ± 0.79	$17.02^{cdB} \pm 0.94$	$17.22^{cdB} \pm 0.95$	1.43 ± 0.05
	4:1	$4.41^{bA} \pm 0.55$	$39.60^{aA} \pm 1.05$	2.41 ± 0.65	$17.43^{bcdB} \pm 1.02$	$17.61^{abcdB} \pm 1.01$	1.43 ± 0.04
	5:1	$4.53^{bA} \pm 0.73$	$39.92^{aA} \pm 1.02$	2.50 ± 0.65	$17.53^{bcAB} \pm 1.38$	$17.72^{abcAB} \pm 1.40$	1.43 ± 0.04
2	2:1	$4.85^{bA} \pm 0.91$	$38.73^{aB} \pm 1.01$	2.43 ± 0.73	$17.73^{bA} \pm 0.94$	$17.91^{abA} \pm 0.96$	1.44 ± 0.04
	3:1	$4.44^{bA} \pm 0.81$	$38.79^{aB} \pm 0.93$	2.42 ± 0.66	$17.08^{cdB} \pm 1.05$	$17.26^{cdB} \pm 1.04$	1.43 ± 0.04
	4:1	$4.57^{bA} \pm 0.86$	$39.47^{aA} \pm 1.09$	2.39 ± 0.54	$17.03^{cdB} \pm 1.01$	$17.21^{cdB} \pm 0.98$	1.43 ± 0.04
	5:1	$4.41^{bA} \pm 0.54$	$39.73^{aA} \pm 0.94$	2.47 ± 0.66	$17.13^{cdAB} \pm 1.24$	$17.32^{cdB} \pm 1.25$	1.43 ± 0.04
3	2:1	$4.56^{bA} \pm 0.76$	$39.60^{aB} \pm 0.87$	2.41 ± 0.83	$16.96^{cdA} \pm 1.04$	$17.15^{cdA} \pm 1.04$	1.43 ± 0.04
	3:1	$4.53^{bA} \pm 0.86$	$39.35^{aB} \pm 0.88$	2.37 ± 0.57	$16.95^{cdB} \pm 1.00$	$17.13^{cdB} \pm 1.00$	1.44 ± 0.04
	4:1	$4.60^{bA} \pm 0.56$	$39.71^{aA} \pm 0.88$	2.43 ± 0.46	$17.03^{cdB} \pm 0.92$	$17.21^{cdB} \pm 0.90$	1.43 ± 0.03
	5:1	$4.59^{bA} \pm 0.67$	$39.48^{aA} \pm 1.03$	2.38 ± 0.60	$17.20^{bcdAB} \pm 0.95$	$17.38^{bcdAB} \pm 0.93$	1.43 ± 0.04

หมายเหตุ: $^{a, b, c}$ อักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p \leq 0.05$)* เนื่องจากระยะเวลามีอิทธิพล

$^{A, B, C}$ อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เนื่องจากอัตราส่วนน้ำมีอิทธิพล

^{ns} แสดงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p > 0.05$)*

จากตารางที่ 4.3 พบว่าอัตราส่วนน้ำและระยะเวลาในการแช่ไม่ส่งผลต่อความแน่นเนื้อของตัวอย่างที่ทำการลดเกลือ แต่พบว่าตัวอย่างที่ทำการลดเกลือมีความแน่นเนื้อน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากผลที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Wolkers-Rooijackers และคณะ (2013) ที่ศึกษาผลของการลดปริมาณเกลือในกระบวนการผลิตกะหล่ำปลีดอง (sauerkraut) พบว่าเนื้อสัมผัสของกะหล่ำปลีดองในตัวอย่างที่ทำการลดปริมาณเกลือลง มีเนื้อความอ่อนนุ่มกว่าตัวอย่างที่ใช้เกลือในปริมาณปกติ

การลดเกลือโดยการแช่น้ำทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าสีในตัวอย่างผักกาดดอง ค่า L^* หรือความสว่าง (lightness) ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-100 โดย $L^* = 0$ คือสีดำ และ $L^* = 100$ คือสีขาว พบว่าระยะเวลาการแช่น้ำไม่ส่งผลต่อค่าความสว่าง แต่ที่อัตราส่วนน้ำที่มากจะทำให้ค่าความสว่าง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างควบคุมมีค่าความสว่างอยู่ที่ 38.42$\pm$1.00 และตัวอย่างที่ทำการทดลองมีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 38.73 – 39.92

ค่า a^* สามารถอธิบาย ทิศทางของสีจากสีเขียว ($-a^*$) ไปยังทิศทางของสีแดง ($+a^*$) จากการทดลองพบว่าทั้งระยะเวลาและอัตราส่วนน้ำส่งผลให้ค่า a^* ของตัวอย่างที่ทำการทดลองมีค่าแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยตัวอย่างควบคุมมีค่า a^* อยู่ที่ 2.31$\pm$ 0.59 และตัวอย่างที่ทำการทดลองมีค่า a^* อยู่ในช่วง 2.37 – 2.50

ค่า b^* สามารถอธิบายทิศทางของสีจากสีน้ำเงิน ($-b^*$) ไปยังทิศทางของสีเหลือง ($+b^*$) เมื่อเพิ่มอัตราส่วนน้ำและระยะเวลาการแช่น้ำส่งผลให้ค่า b^* ของตัวอย่างที่ทำการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าตัวอย่างควบคุม โดยตัวอย่างควบคุมมีค่า b^* อยู่ที่ 16.83$\pm$0.92 และตัวอย่างที่ทำการทดลองมีค่า b^* อยู่ในช่วง 16.95-17.97 การเพิ่มขึ้นของค่า b^* แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสีของตัวอย่างไปในทิศทางของค่าความเป็นสีเหลืองมากขึ้น

ค่าโครม่า (Chroma) คือคุณสมบัติของสี (Hue) ที่ถูกผสมกับสีกลาง (สีเทา หรือสีน้ำตาล) ในระดับใดระดับหนึ่ง ทำให้ค่าโครม่าของสีนั้นอ่อนลง และไล่ระดับจนกระทั่งสีนั้นมีค่าความจัดสูง หรือมีความอิ่มตัวของสี (วัฒนาพร, 2542) ค่าโครม่าสามารถคำนวณได้จากค่า a^* และ b^* พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราส่วนน้ำและระยะเวลาในการแช่น้ำส่งผลทำให้ค่าโครม่ามีค่าที่เพิ่มสูง หรือมีความอิ่มตัวของสีมากขึ้น ค่าโครม่ามีความสัมพันธ์กับค่า b^* มากกว่าค่า a^* จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ทำการทดลองมีช่วง a^* แคบ (2.37-2.50) แต่มีช่วง b^* กว้างกว่า (16.95-17.95) เมื่อค่า b^* เพิ่มขึ้นค่าโครม่าก็มีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นกัน สอดคล้องกับการทดลองวัดสีข้าวขาวและข้าวที่มีสีของ นิพัทธา (2553) พบว่าค่า b^* มีอิทธิพลต่อค่าโครม่ามากกว่า a^* โดยตัวอย่างที่มีค่า b^* สูงจะมีค่าโครม่าสูงตามเช่นกัน

ค่า Hue-angle แสดงค่ามุมบนไดอะแกรมสัมประสิทธิ์สี a^* และ b^* สามารถใช้บ่งบอกเฉดสีของตัวอย่างได้ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0-360 องศา (ปิยานันท์, 2535) จากการทดลองพบว่าระยะเวลาและอัตราส่วนน้ำทำให้ค่า Hue angle ของตัวอย่างควบคุมแตกต่างกับตัวอย่างที่ทำการทดลองอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งอยู่ในช่วง 1.43 – 1.44 องศา ซึ่งอยู่ในโทนสีม่วงแดง เมื่อดูตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยตาเปล่าพบว่าสีของตัวอย่างมีสีเขียวคล้ำและมีสีน้ำตาลกระจายเป็นจุดๆ เนื่องจากตัวอย่างก้านผักกาดดองที่เป็นวัตถุดิบเศษเหลือจากการตัดแต่งดังนั้นจึงมีความหลากหลายของสี จึงทำให้เมื่อวัดสีแล้วคำนวณมาเป็นค่า Hue-angle จึงทำให้ไปตกอยู่ในเฉดสีม่วงแดง ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าโครม่าแล้วพบว่ามีค่าโครม่าอยู่ในช่วง 17–18 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ต่ำ แสดงถึงมีความอิ่มตัวของสีไม่มากนักจึงทำให้ตัวอย่างแสดงสีคล้ำ

การที่น้ำเข้าไปแทนที่ในเนื้อเยื่อทำให้ความแน่นเนื้อของตัวอย่างลดลง ค่าความสว่างของตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าสีเขียว ค่าสีเหลือง ค่าโครม่า และ Hue-angle ของตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในเนื้อเยื่อของผักทำให้การหักเหของแสงและการสะท้อนแสงเปลี่ยนไป (Chiralt และ Talens, 2005; Martinez-Valencia และคณะ, 2011)

จากผลการทดลองพบว่าที่อัตราส่วนน้ำต่อตัวอย่าง 3:1 ระยะเวลาการแช่ 3 ชั่วโมง ส่งผลให้ปริมาณเกลือในตัวอย่างลดลงร้อยละ 69.75 และคุณภาพทางด้านความแน่นเนื้อและสีไม่มีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม การใช้อัตราส่วนน้ำดังกล่าวในการลดเกลือทำให้สามารถลดต้นทุนในการใช้ทรัพยากรน้ำได้ ไม่เพียงเท่านั้นยังลดค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่สภาพแวดล้อมได้อีกด้วย การลดเกลือด้วยวิธีการแช่น้ำนี้เป็นวิธีที่มุ่งเน้นการลดการใช้สารเคมีทดแทน เพื่อก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ทดสอบน้อยที่สุด

4.3 ผลของสูตรของน้ำดองและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักที่เหมาะสมต่อการทำน้ำดองผักในส้มสายชูหมัก

4.3.1 ผลของสูตรและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักที่เหมาะสมต่อการทำน้ำดอง

จากการศึกษาสูตรของน้ำดองและชนิดของน้ำส้มสายชูหมัก เพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู โดยใช้น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ แอปเปิ้ล และสับปะรด โดยสูตรที่ใช้แสดงดังตารางที่ 3.1 (เครื่องเทศที่ใช้ สูตรที่ 1 ประกอบไปด้วย กระเทียมลูกผักชี และพริกแดงป่น สูตรที่ 2 ประกอบไปด้วยพริกไทยดำ กระเทียม และลูกผักชี สูตรที่ 3 ประกอบไปด้วยกานพลูและอบเชย) นำตัวอย่างที่ได้มาทดสอบคุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพได้ผลดังตาราง 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพของผักในน้ำส้มสายชูหมักในแต่ละสูตร

ชนิดของน้ำส้มสายชู		น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ			น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล			น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด		
สูตรน้ำดอง		สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)^{ns}		1.01±0.12	1.05±0.06	1.09±0.09	1.07±0.12	1.07±0.03	1.01±0.09	1.03±0.15	1.03±0.03	1.03±0.09
ปริมาณกรด (ร้อยละ)		1.20^{cB}±0.01	1.24^{bB}±0.03	2.38^{aB}±0.10	1.31^{cA}±0.04	1.37^{bA}±0.01	2.71^{aA}±0.01	1.35^{cA}±0.05	1.40^{bA}±0.03	2.69^{aA}±0.01
pH		3.63^{aA} ±0.02	3.56^{bA} ±0.02	3.27^{cA}±0.06	3.60^{aB} ±0.01	3.56^{bB}±0.01	3.24^{cB} ±0.01	3.61^{aB} ±0.01	3.54^{bB} ±0.01	3.22^{cB} ±0.02
	ผักกาดดอง	4.43^{abA}±1.23	4.08^{bA}±1.19	4.58^{aA}±1.67	4.24^{abA}±1.31	4.23^{bA}±0.79	4.62^{aA}±1.23	4.50^{abA}±1.19	4.03^{bA}±0.49	4.83^{aA}±0.91
ความ	แตงกวา^{ns}	3.01±0.44	3.47 ±0.46	3.52±0.42	3.58±0.27	3.22±0.19	3.57±0.38	3.57±0.29	3.39±0.67	3.75±0.51
แน่นเนื้อ	แครอท^{ns}	4.01±0.98	4.13±1.34	4.43 ±1.06	4.48±0.93	4.60±0.89	4.51±0.77	4.14±0.83	4.47±0.66	4.62±0.93
(กิโลกรัม)	พริกชี้ฟ้าแดง^{ns}	1.58±0.21	1.69±0.12	1.79±0.28	1.52±0.44	1.76±0.20	1.54±0.25	1.54±0.38	1.53±0.23	1.64±0.47

หมายเหตุ: $^{a, b, c}$ อักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เนื่องจากสูตรมีอิทธิพล

$^{A, B, C}$ อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เนื่องจากชนิดของน้ำส้มสายชูมี อิทธิพล

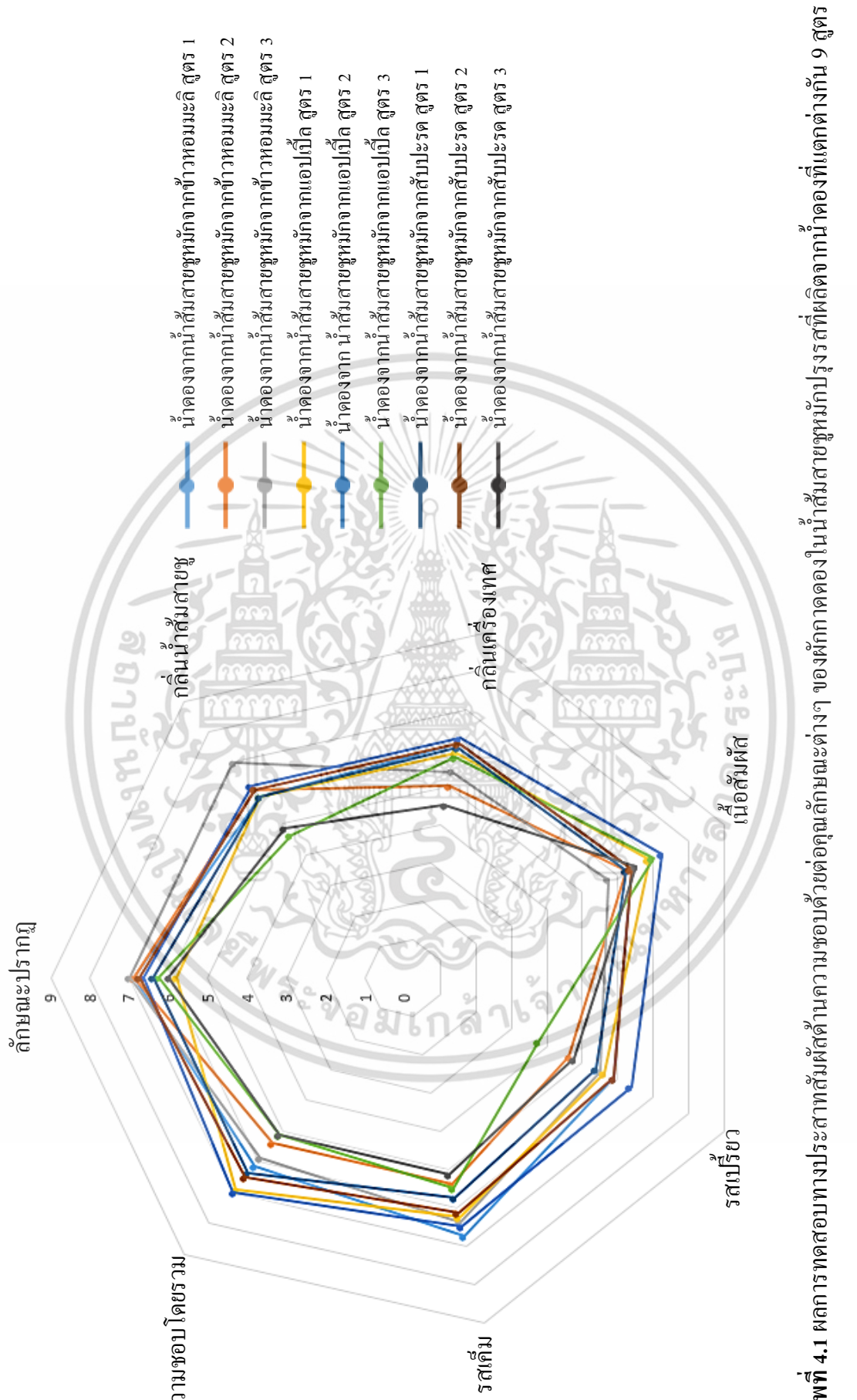
^{ns}แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 แสดงคุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพของผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักที่ผลิตจากน้ำดองทั้ง 9 สูตร พบว่าสูตรและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักไม่ส่งผลต่อค่าปริมาณเกลือ โดยตัวอย่างผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำดองทั้ง 9 สูตร มีปริมาณเกลือแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *(p>0.05)* เนื่องจากมีการควบคุมปริมาณเกลือตั้งต้นและในสูตรของน้ำดอง หากความเข้มข้นของสารละลายภายในและภายนอกเซลล์มีความเข้มข้นใกล้เคียงกันจะทำให้ระบบเข้าสู่สภาวะสมดุลและไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง (วิชมณี, 2556)

การใช้สูตรน้ำดองที่แตกต่างกันทำให้ ค่า pH ของน้ำดองทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($p\leq0.05$)* โดยพบว่า สูตรที่ 3 มีค่า pH ต่ำกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ซึ่งมีแนวโน้มไปในแนวทางเดียวกันกับค่าความเข้มข้นกรด ที่พบว่า น้ำดองสูตรที่ 3 มีความเข้มข้นกรดมากที่สุด เนื่องจากสูตรที่ 3 ใช้ปริมาณน้ำส้มสายชูหมักในสูตร ร้อยละ 98.7แต่ในสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ใช้ปริมาณน้ำส้มสายชูหมักในสูตร ร้อยละ 47.8 และ 48.00 ตามลำดับ ค่า pH จะแปรผันตามความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในสารละลาย เมื่อความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนเพิ่มมากขึ้น หรือมีความเป็นกรดมากขึ้นจะส่งผลให้ค่า pH ลดลง (นิธิยา, 2551) นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิส่งผลให้ความเข้มข้นกรดและค่า pH มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($p\leq0.05$)* กับน้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักชนิดอื่น เนื่องจากน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิมีความเข้มข้นกรดเริ่มต้นร้อยละ 4.2 ซึ่งน้อยกว่าน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลและน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรดที่มีความเข้มข้นกรดเริ่มต้นที่ร้อยละ 5 จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีค่าความเข้มข้นกรดที่น้อย และค่า pH สูงกว่า น้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักอีก 2 ชนิด

ด้านความแน่นเนื้อของผักพบว่าสูตรและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อของแตงกวาแครอท และพริกชี้ฟ้าแดง โดยค่าความแน่นเนื้อของแตงกวาอยู่ในช่วง 3.01-3.75 Kg.f. ความแน่นเนื้อของแครอทอยู่ในช่วง 4.01-4.62 Kg.f. และความแน่นเนื้อของพริกชี้ฟ้าแดงอยู่ในช่วง 1.52–1.79 Kg.f. สำหรับก้านผักกาดดองพบว่าชนิดของน้ำส้มสายชูหมักไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อ แต่การใช้น้ำดองสูตรที่ 3 ส่งผลให้ความแน่นเนื้อของก้านผักกาดดองมีค่ามากที่สุดและแตกต่างกับการใช้น้ำดองสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($p \leq 0.05$)* เนื่องจากผนังเซลล์พืชประกอบไปด้วยเซลลูโลสโดยมีเพคทินทำหน้าที่เชื่อมเซลลูโลสไว้ด้วยกัน เพคทินจะมีความเสถียรที่ช่วงความเป็นกรด (กิตติพงษ์, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบด้วยต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรสที่ผลิตจากน้ำต้องที่แตกต่างกัน 9 สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำตัวอย่าง ไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic scale ได้ผลดังภาพที่ 4.1 (แสดงผลดังตารางที่ ก 2) และทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความพอดี ได้ผลดังตารางที่ 4.5-4.7

จากแผนภูมิใยแมงมุมภาพที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบต่อคุณลักษณะด้านต่างๆของผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักเมื่อใช้สูตรและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักที่แตกต่างกันทำน้ำดอง (ภาคผนวก ก 1) สูตรที่ใช้แสดงดังตารางที่ 3.1 (เครื่องเทศที่ใช้ สูตรที่ 1 ประกอบไปด้วย กระเทียม ลูกผักชี และพริกแดงป่น สูตรที่ 2 ประกอบไปด้วยพริกไทยดำ กระเทียม และลูกผักชี สูตรที่ 3 ประกอบไปด้วยกานพลูป่นและอบเชยป่น)

สูตรน้ำดองและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักมีอิทธิพลต่อความชอบของผู้ทดสอบทางด้านกลิ่นของน้ำส้มสายชู พบว่าผู้ทดสอบชอบกลิ่นน้ำส้มสายชูของน้ำดองสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 แตกต่างกับสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยผู้ทดสอบให้ความคิดเห็นว่ากลิ่นของน้ำส้มสายชูถือเป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ แต่ถ้ามีกลิ่นแรงเกินไปทำให้รับประทานยาก พบว่าในน้ำดองสูตรที่ 3 มีกลิ่นของน้ำส้มสายชูแรงเกินไป เนื่องจากน้ำดองสูตรที่ 3 .ใช้ปริมาณน้ำส้มสายชูร้อยละ 98.7 ซึ่งมากกว่าน้ำดองสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 นอกจากนี้น้ำดองที่ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นของน้ำส้มสายชูอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับน้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลและสับปะรด โดยผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าน้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิมีกลิ่นอ่อนเหมาะกับการทำเป็นเครื่องเคียง น้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลเหมาะแก่การทำอาหารยุโรป แต่น้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด มีกลิ่นเปรี้ยวฉุนและรุนแรงเกินไป

สูตรของน้ำดองมีอิทธิพลต่อ ความชอบด้านกลิ่นเครื่องเทศ รสเปรี้ยว และคะแนนความชอบโดยรวม โดยพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อกลิ่นของเครื่องเทศในน้ำดองสูตรที่ 1 และ 2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับน้ำดองสูตรที่ 3 โดยผู้ทดสอบให้ความเห็นว่า การใช้กานพลูและอบเชยทำให้กลบกลิ่นของน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล และเกิดกลิ่นที่ไม่ดีในน้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด แต่ในทางกลับกัน พบว่าสามารถเข้าได้ดีกับกลิ่นน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ เนื่องจากกลิ่นของน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิมีกลิ่นอ่อน เมื่อใช้ร่วมกับเครื่องเทศดังกล่าวทำให้ได้รับกลิ่นของทั้งเครื่องเทศและกลิ่นของน้ำส้มสายชู แต่ในน้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลกลิ่นลูกผักชีแรงเกินไป ทำให้กลบกลิ่นของพริกไทยดำ Charlie (2005) รายงานว่า ลูกผักชีสามารถช่วยเพิ่มรสชาติเผ็ดร้อนให้กับผลิตภัณฑ์ได้ นอกจากนี้พบว่ารสชาติเผ็ดร้อนของพริกป่นสามารถเข้ากันได้ดีกับกลิ่นของน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรดมากที่สุด ด้านรสเปรี้ยว พบว่าสูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบน้อยที่สุดและแตกต่างกับสูตรที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) จากผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพดังตารางที่ 4.4 พบว่า สูตรที่ 3 มีปริมาณกรดที่สูงส่งผลให้ค่า pH ต่ำกว่าอีก 2 สูตร จึงทำให้ผู้ทดสอบไม่ชอบ โดยผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบให้ความเห็นว่าในน้ำดองสูตรที่ 3 ควรมีการปรับลดความเปรี้ยวลงและควรมีรสหวานเพื่อจะทำให้รับประทานได้ง่ายขึ้น ความชอบโดยรวมพบว่าผู้ทดสอบชอบผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำดองสูตรที่ 1 และ 2 แตกต่างกับสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) และพบว่าผู้ทดสอบชอบผลิตภัณฑ์ที่น้ำดองทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล ในสูตรที่มีกระเทียม พริกไทยดำ และลูกผักชีเป็นส่วนประกอบมากที่สุด

ชนิดของน้ำส้มสายชูหมักที่ใช้ทำน้ำดองส่งผลต่อความชอบในด้านลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบชอบผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิมากที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล โดยผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าน้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิมีความใสกว่า การใช้สูตรของน้ำดองที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อความชอบทางด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) การใช้เครื่องเทศที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดทำให้ผลิตภัณฑ์ขุ่นเล็กน้อย แต่สามารถเข้ากับน้ำส้มสายชูหมักซึ่งมีตะกอนได้ แต่การใช้พริกป่นทำให้ผลิตภัณฑ์ขุ่น ดูไม่น่ารับประทาน การใช้พริกไทยดำและลูกผักชีทำให้น้ำดองมีลักษณะใส ด้านความชอบต่อเนื้อสัมผัส พบว่า ผักดองที่ใช้น้ำดองจากน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลได้รับความชอบอยู่ในระดับ ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลางแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับน้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักอีก 2 ชนิด ซึ่งจากผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพดังตารางที่ 4.4 พบว่า สูตรและชนิดของน้ำส้มสายชูที่ใช้ในการทำน้ำดองนั้นไม่ส่งผลต่อความแน่นเนื้อแตงกวา แครอท และพริกชี้ฟ้าแดง แต่สูตรส่งผลกับความแน่นเนื้อของก้านผักกาดดอง

แต่อย่างไรก็ตามพบว่าสูตรของน้ำดองและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักไม่มีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบทางด้านรสเค็ม ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อน้ำดองทั้ง 9 สูตร อยู่ในระดับเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อย และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากสูตรน้ำดองทั้งหมด ได้มีการกำหนดค่าเกลือเริ่มต้นของผลิตไว้ให้ใกล้เคียงกัน (ดังตารางที่ 4.4) โดยผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าควรเพิ่มรสชาติเค็มให้กับผลิตภัณฑ์

จากนั้นทดสอบความพอดีของผลิตภัณฑ์ด้วยแบบทดสอบความพอดีผลการทดสอบดังตารางที่ 4.5–4.7 เพื่อทำการปรับสูตรของผลิตภัณฑ์โดยใช้ระดับความพอดีที่ ร้อยละ 70 ถ้าหากได้คะแนนความพอดีน้อยกว่าร้อยละ 70 ให้พิจารณาค่า net effect หากมีค่า net effect น้อยกว่า 20 ไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะนั้น แต่หากค่า net effect มีค่ามากกว่า 20 ให้ปรับปรุงคุณลักษณะนั้น (โสมศิริและสุจินดา, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการวัดความพอดี (Just About Right Scale) ต่อผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ

สูตรน้ำดอง	คุณลักษณะ	ระดับความพอดี (ร้อยละ)			Net effect
		น้อยไป	พอดี	มากไป	
สูตรที่ 1	ลักษณะปรากฏ	25	75	0	-
	กลิ่นน้ำส้มสายชู	12.5	75	12.5	-
	กลิ่นเครื่องเทศ	37.5	62.5	0	-37.5
	เนื้อสัมผัส	12.5	87.5	0	-
	รสเปรี้ยว	12.5	25	62.5	50
	รสเค็ม	50	50	0	-50
สูตรที่ 2	ลักษณะปรากฏ	25	75	0	-
	กลิ่นน้ำส้มสายชู	0	75	25	-
	กลิ่นเครื่องเทศ	25	50	25	0
	เนื้อสัมผัส	12.5	87.5	0	-
	รสเปรี้ยว	12.5	25	62.5	50
	รสเค็ม	50	50	0	-50
สูตรที่ 3	ลักษณะปรากฏ	12.5	75	12.5	-
	กลิ่นน้ำส้มสายชู	0	50	50	50
	กลิ่นเครื่องเทศ	75	25	0	-75
	เนื้อสัมผัส	37.5	62.5	0	-37.5
	รสเปรี้ยว	0	37.5	62.5	62.5
	รสเค็ม	12.5	87.5	0	-

เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ (ภาพที่ 4.1) และผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสด้านความพอดี (ตารางที่ 4.5) พบว่าน้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ สูตรที่ 3 (กานพลูและอบเชย) เป็นสูตรที่เหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาต่อ เนื่องจากได้รับคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นน้ำส้มสายชู มากที่สุด ซึ่งกลิ่นของน้ำส้มสายชูถือว่าเป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์นี้ นอกจากนี้ยังพบว่า กลิ่นอบเชยและกานพลูซึ่งเป็นเครื่องเทศสามารถเข้าได้ดีกับกลิ่นน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิและส่งผลต่อลักษณะปรากฏที่ดีของผลิตภัณฑ์ด้วย จากการทดสอบระดับความพอดีพบว่า คุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ และรสเค็มอยู่ในระดับพอดี ต้องทำการปรับลดกลิ่นน้ำส้มสายชูและรสเปรี้ยวลง และปรับเพิ่มกลิ่นเครื่องเทศเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการวัดความพอดี (Just About Right Scale) ต่อผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักจากจากแอปเปิ้ล

สูตรน้ำดอง	คุณลักษณะ	ระดับความพอดี (ร้อยละ)			Net effect
		น้อยไป	พอดี	มากไป	
สูตรที่ 1	ลักษณะปรากฏ	25	75	0	-
	กลิ่นน้ำส้มสายชู	12.5	62.5	25	12.5
	กลิ่นเครื่องเทศ	62.5	37.5	0	-62.5
	เนื้อสัมผัส	12.5	62.5	25	12.5
	รสเปรี้ยว	12.5	50	37.5	25
	รสเค็ม	12.5	75	12.5	-
สูตรที่ 2	ลักษณะปรากฏ	25	62.5	12.5	-12.5
	กลิ่นน้ำส้มสายชู	12.5	62.5	25	12.5
	กลิ่นเครื่องเทศ	25	25	50	25
	เนื้อสัมผัส	12.5	87.5	0	-
	รสเปรี้ยว	0	62.5	37.5	37.5
	รสเค็ม	0	100	0	-
สูตรที่ 3	ลักษณะปรากฏ	25	50	25	0
	กลิ่นน้ำส้มสายชู	0	25	75	75
	กลิ่นเครื่องเทศ	37.5	62.5	0	-37.5
	เนื้อสัมผัส	12.5	87.5	0	-
	รสเปรี้ยว	0	25	75	75
	รสเค็ม	37.5	50	12.5	-25

เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ (ภาพที่ 4.1) และผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสด้านความพอดี (ตารางที่ 4.6) พบว่าน้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล สูตรที่ 2 (กระเทียม พริกไทยดำ ลูกผักชี) เป็นสูตรที่เหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาต่อ เนื่องจากได้รับคะแนนความชอบสูงในทุกๆคุณลักษณะและพบว่า กลิ่นของน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลเข้ากับพริกไทยดำและลูกผักชีที่เป็นเครื่องเทศ มีลักษณะปรากฏที่ใส เห็นเครื่องเทศชัดเจน จากการทดสอบด้านความพอดีพบว่ามีคุณลักษณะที่ต้องปรับเพียง 2 คุณลักษณะคือปรับลดกลิ่นเครื่องเทศและรสเปรี้ยวลง จะเห็นได้ว่าด้านรสเค็มอยู่ในระดับพอดี Kilcast และ Angus (2007) ได้รายงานว่า กลิ่นจากเครื่องเทศเช่น พริกไทยดำ กระเทียม หรือลูกผักชี สามารถส่งเสริมศักยภาพของการลดใช้เกลือในผลิตภัณฑ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการวัดความพอดี (Just About Right Scale) ต่อผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด

สูตรน้ำดอง	คุณลักษณะ	ระดับความพอดี (ร้อยละ)			Net effect
		น้อยไป	พอดี	มากไป	
สูตรที่ 1	ลักษณะปรากฏ	12.5	75	12.5	-
	กลิ่นน้ำส้มสายชู	12.5	50	37.5	25
	กลิ่นเครื่องเทศ	37.5	25	37.5	0
	เนื้อสัมผัส	37.5	62.5	0	-37.5
	รสเปรี้ยว	0	62.5	37.5	37.5
	รสเค็ม	50	50	0	-50
สูตรที่ 2	ลักษณะปรากฏ	0	75	25	-
	กลิ่นน้ำส้มสายชู	12.5	62.5	25	12.5
	กลิ่นเครื่องเทศ	12.5	62.5	25	12.5
	เนื้อสัมผัส	50	50	0	-50
	รสเปรี้ยว	0	62.5	37.5	37.5
	รสเค็ม	25	75	0	-
สูตรที่ 3	ลักษณะปรากฏ	25	62.5	12.5	-12.5
	กลิ่นน้ำส้มสายชู	12.5	25	62.5	50
	กลิ่นเครื่องเทศ	25	25	50	25
	เนื้อสัมผัส	37.5	62.5	0	-37.5
	รสเปรี้ยว	0	25	75	75
	รสเค็ม	37.5	37.5	25	-12.5

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ (ภาพที่ 4.1) และผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสด้านความพอดี (ตารางที่ 4.7) พบว่าผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด สูตร ที่ 1 และ 2 ได้รับคะแนนความชอบในด้านต่างๆใกล้เคียงกันและมากกว่าสูตรที่ 3 และพบว่าน้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด สูตรที่ 3 (ประกอบไปด้วยกระเทียม พริกแดงป่นและลูกผักชี) มีความเข้ากันของกลิ่นเครื่องเทศและกลิ่นของน้ำส้มสายชู จึงพิจารณาเลือกน้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด สูตรที่ 3 เพื่อทำการพัฒนาสูตรต่อไปและจากการทดสอบด้านความพอดีพบว่ามีคุณลักษณะที่ต้องปรับ คือ ปรับลดคุณลักษณะด้านกลิ่นน้ำส้มสายชูและรสเปรี้ยว ปรับเพิ่มกลิ่นเครื่องเทศและรสเค็มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคัดเลือกเบื้องต้นทั้ง 3 สูตร ซึ่งเป็นตัวแทนจากน้ำส้มสายชูหมักทั้ง 3 ชนิด (น้ำดองจากน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ สูตรที่ 3 น้ำดองจากน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล สูตรที่ 2 และน้ำดองจากน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด สูตรที่ 1) มาทำการปรับสูตรโดยนำน้ำดองไปให้ผู้ทดสอบที่เป็นนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหารทดสอบชิม แล้วปรับเปลี่ยนส่วนประกอบต่างๆตามผลการทดสอบระดับความพอดี (ตารางที่ 4.5-4.7) ได้ผลการปรับสูตรน้ำดองดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การปรับสูตรน้ำดอง

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	จากน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ		จากน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล		จากน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด	
	สูตรพื้นฐาน	สูตรที่ทำการปรับ	สูตรพื้นฐาน	สูตรที่ทำการปรับ	สูตรพื้นฐาน	สูตรที่ทำการปรับ
น้ำส้มสายชูมัก	98.80	45.00	48.00	40.00	47.80	40.00
น้ำเปล่า	-	50.83	47.2	52.40	47.80	52.40
เกลือ	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
น้ำตาล	-	3.00	-	3.00	-	3.00
กระเทียม	-	-	1.60	1.50	2.00	2.00
ลูกผักชี	-	-	1.40	1.10	1.10	1.20
พริกแห้งป่น	-	-	-	-	0.30	0.40
พริกไทยดำ	-	-	0.80	1.00	-	-
กานพลูป่น	0.05	0.07	-	-	-	-
อบเชยป่น	0.05	0.10	-	-	-	-

จากตารางที่ 4.8 ทำการปรับสูตรของน้ำดองตามผลการวัดระดับความพอดี น้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิทำการปรับลดปริมาณน้ำส้มสายชูลง และปรับปริมาณเครื่องเทศเพิ่มมากขึ้น น้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล ทำการปรับลดปริมาณน้ำส้มสายชู กระเทียม และลูกผักชีให้ลดลง เพิ่มปริมาณพริกไทยดำขึ้น เนื่องจากกลิ่นของลูกผักชีแรงมากเกินไป และน้ำดองที่ทำจากน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรดทำการปรับลดปริมาณน้ำส้มสายชูลงและปรับปริมาณการใช้เครื่องเทศเพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้นยังเพิ่มน้ำตาลในส่วนประกอบเพื่อความกลมกล่อมของรสชาติ แต่อัตราส่วนเกลือทำการปรับให้อยู่ที่ ร้อยละ 1 เท่ากันทุกสูตร เนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้มีปริมาณเกลือต่ำ ดังนั้นคุณลักษณะด้านนี้จึงไม่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

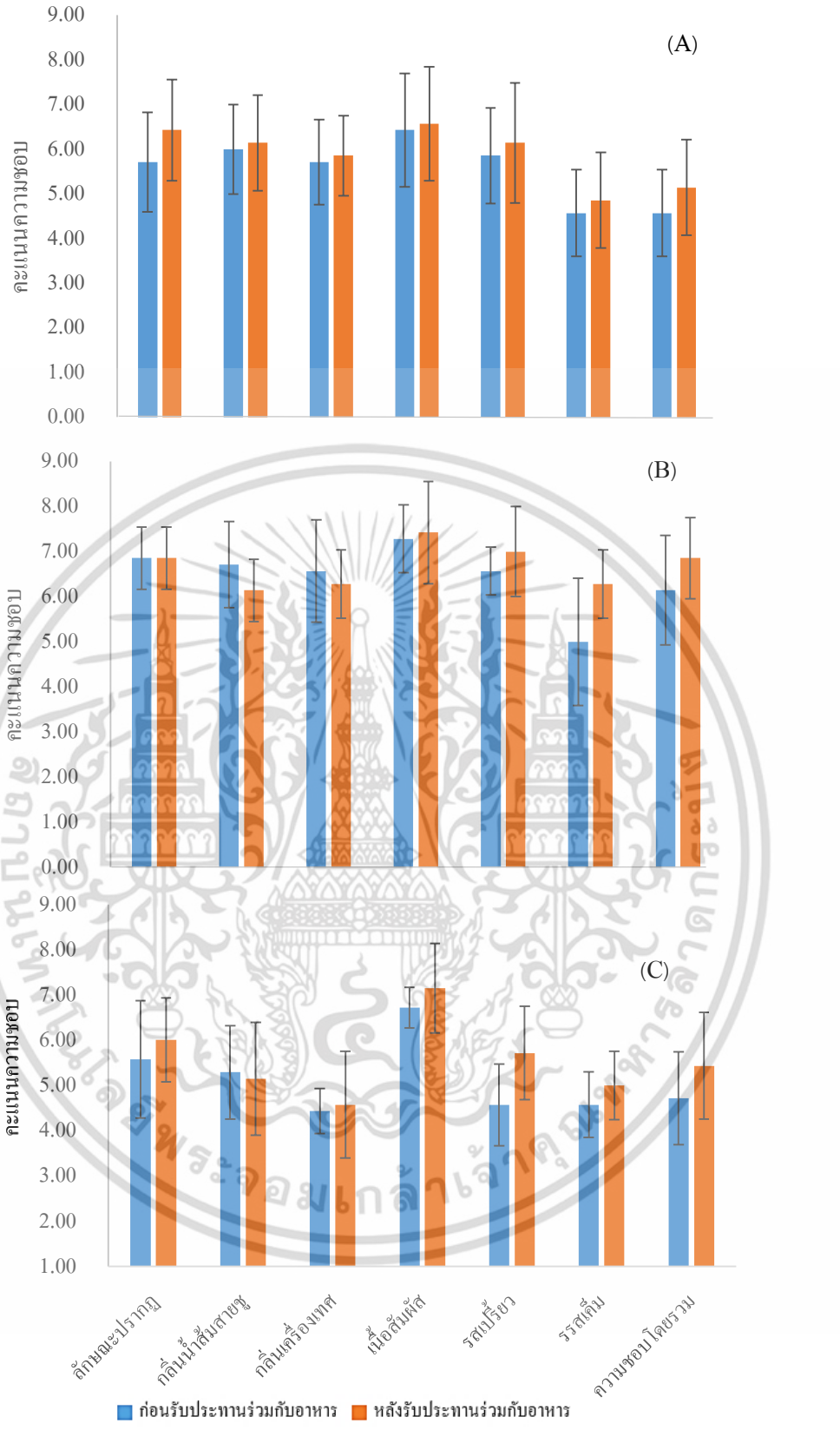
ทำการเปลี่ยนแปลงได้ จากนั้นทำการคัดเลือกสูตรผักดองในน้ำส้มสายชูหมักที่เหมาะสมเพื่อนำไปพัฒนาต่อ โดยให้เชฟผู้เชี่ยวชาญคัดเลือกผลิตภัณฑ์

4.3.2 ผลการคัดเลือกสูตรผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักที่เหมาะสม

เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมสำหรับผักดองในน้ำส้มสายชูหมักจึงทำการทดสอบตัวอย่างทั้ง 3 สูตร ดังภาพที่ 4.2 ด้วยวิธี Home use test โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นเชฟอาหารยุโรปจำนวน 7 ท่าน จากโรงแรมวี กรุงเทพฯ เอ็มแกลลอรี่ บาย โซฟิเทล และ โรงแรมดุสิต ปริ๊นเซส ศรีนครินทร์ (รายชื่อดังภาคผนวก ฉ.1) ทดสอบความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังรับประทานร่วมกับอาหาร โดยใช้เกณฑ์การยอมรับผลิตภัณฑ์ภายหลังการใช้งานต้องมีค่ามากกว่าร้อยละ 70 ได้ผลแสดงดังภาพที่ 4.3 และ 4.4 (ภาคผนวกตารางที่ ก 2) การใช้ผู้ชิมเพื่อประเมินผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นเชฟผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารยุโรป เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์นี้เป็นที่นิยมมากในแถบทวีปยุโรปและอเมริกา เชฟด้านอาหารยุโรปจะมีความเชี่ยวชาญและชำนาญต่อการใช้งานผลิตภัณฑ์นี้

ภาพที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ (A) , น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล (B), น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด (C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ ก่อนและหลังการรับประทานร่วมกับอาหาร โดยใช้ผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ (A) , น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล (B), น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด (C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.3 แสดงคะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูหมัก จากผู้ทดสอบที่เป็นเชฟอาหารยุโรปจากโรงแรมจำนวน 7 คน ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ก่อนการนำไปรับประทานกับอาหาร จากนั้นใช้เชฟผู้เชี่ยวชาญนำผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักไปทำอาหารแล้วชิมอาหารที่ใช้ผลิตภัณฑ์เป็นส่วนประกอบ เพื่อประเมินความชอบต่อผลิตภัณฑ์ภายหลังการใช้งาน (ภาพอาหารดังภาคผนวก ฉ)

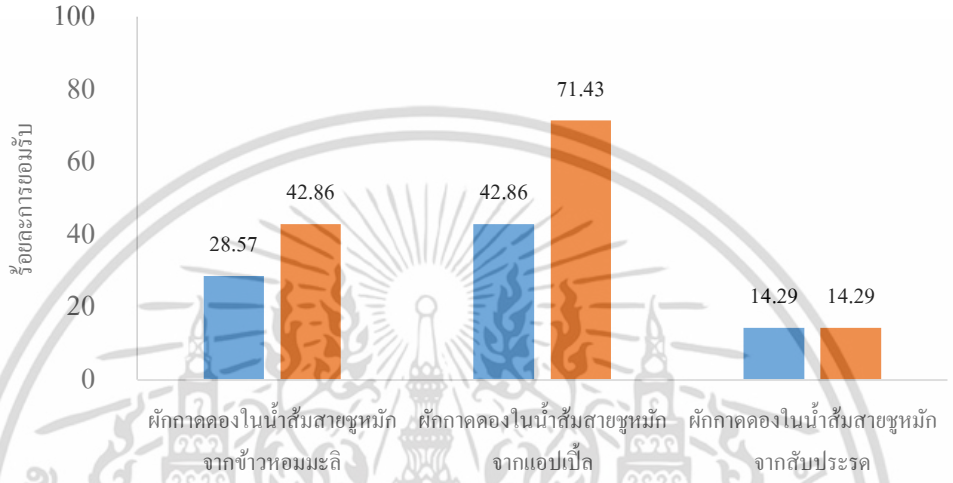
ผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิพบว่าเมื่อผู้ทดสอบชิมก่อนการนำไปทำอาหารผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านรสเค็มและความชอบโดยรวมอยู่ในระดับไม่ชอบ โดยผู้ทดสอบให้ความเห็นว่ากลิ่นน้ำส้มสายชูจากข้าวหอมมะลิ ยังไม่มีความโดดเด่น มีรสชาติเค็มน้อยเกินไป รู้สึกแต่รสเปรี้ยวของน้ำส้มสายชู แต่เนื้อสัมผัสกรอบ แต่หลังจากผู้ทดสอบได้นำผลิตภัณฑ์ไปใช้ในการประกอบอาหาร แล้วพบว่าคะแนนความชอบในด้านต่างๆเพิ่มสูงขึ้น แสดงดังภาพที่ 4.3 ยกเว้นรสเค็ม การที่กลิ่นของน้ำส้มสายชูจากข้าวหอมมะลิที่อ่อนเมื่อนำไปทำอาหารสามารถปรุงแต่งรสได้หลากหลาย ผู้ทดสอบให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ก่อนการนำไปรับประทานร่วมกับอาหาร ร้อยละ 28.57 และหลังการนำไปรับประทานร่วมกับอาหารผู้ทดสอบให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 42.86 ดังแสดงในภาพ 4.4

ผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลพบว่าเมื่อผู้ทดสอบชิมก่อนการนำไปรับประทานร่วมกับอาหาร ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะต่างๆอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลาง ในด้านรสเค็มพบว่าผู้ทดสอบรู้สึกเฉยๆ ผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าผลิตภัณฑ์ขาดรสเค็ม ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นเครื่องเทศและกลิ่นน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลชัดเจน หลังจากนั้นผู้ทดสอบนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ประกอบอาหาร พบว่าคะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทาสถิติ ($p \leq 0.05$) กับก่อนนำผลิตภัณฑ์รับประทานร่วมกับอาหาร แสดงดังภาพที่ 4.3 เมื่อผ่านความร้อนทำให้กลิ่นของเครื่องเทศและน้ำส้มสายชูหายไป แต่ยังคงอยู่ในจานอาหารที่เป็นลักษณะของเครื่องเคียง กลิ่นของน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลและเครื่องเทศ ช่วยเพิ่มความกลมกล่อมให้กับอาหาร ผู้ทดสอบให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ก่อนการนำไปรับประทานร่วมกับอาหาร ร้อยละ 42.86 และหลังนำผลิตภัณฑ์ไปรับประทานร่วมกับอาหาร ผู้ทดสอบให้การยอมรับเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 71.43 ดังแสดงในภาพ 4.4

ผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรดพบว่าเมื่อผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ก่อนการนำไปรับประทานร่วมกับอาหาร ให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะต่างๆอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย จนถึงระดับเฉยๆ ยกเว้นด้านเนื้อสัมผัส โดยให้ความเห็นว่ากลิ่นเปรี้ยวของน้ำส้มสายชูหมักฉุนเกินไปจนทำให้กลบกลิ่นเครื่องเทศ หลังจากนั้นผู้ทดสอบนำผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรดไปใช้ประกอบอาหาร พบว่าคะแนนความชอบในด้านต่างๆเพิ่มขึ้นเว้นแต่ในด้านกลิ่นเครื่องเทศพบว่าผู้ทดสอบยังรู้สึกไม่ชอบเล็กน้อย ดังแสดงในภาพ 4.3 เนื่องจากกลิ่นที่เปรี้ยวและฉุนของน้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรดส่งเสริมให้กลิ่นของพริกแดงป่นมีความฉุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้น พริกแดงป่นเองยังส่งเสริมรสชาติเปรี้ยวและรสเผ็ดร้อนอีกด้วย (Charlie, 2005) ผู้ทดสอบให้ความคิดเห็นว่ากลิ่นของผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านการทำอาหารแล้วมีกลิ่นคล้ายของเสีย แต่พบว่าเมื่อใช้เป็นเครื่องเคียงในเมนูเบอร์เกอร์เนื้อแล้วมีรสชาติดี แต่ไม่เข้ากับเมนูอื่น โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังการนำไปรับประทานร่วมกับอาหารร้อยละ 14.29 แสดงดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ร้อยละการยอมรับผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังรับประทานร่วมกับอาหาร

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดังกล่าวพบว่าคะแนนความชอบก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์ร่วมกับอาหารของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ในอาหารที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน เนื้อสัมผัสอาจอ่อนนิ่มลงและสีอาจคล้ำขึ้น ซึ่งเป็นที่ต้องการของผู้ทดสอบ แต่กลิ่นของเครื่องเทศและน้ำส้มสายชูลดลงเนื่องจากกลิ่นระเหย ทางด้านรสเปรี้ยวและรสเค็มนั้น เมื่อผู้ทดสอบนำไปประกอบอาหารพบว่ามีคะแนนความชอบแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากผู้ทดสอบมีการปรุงแต่งรสชาติของอาหารเพิ่มขึ้นตามที่ตนเองต้องการได้ สำหรับคุณลักษณะด้านรสเค็มเป็นรสชาติที่ช่วยส่งเสริมกลิ่นรสให้แก่ผลิตภัณฑ์ (วิจิตรา, 2550)

รสชาติเค็มมีผลต่อความชอบของผู้ทดสอบ การที่ผู้ทดสอบให้คะแนนทางด้านรสชาติเค็มในระดับที่น้อยเนื่องจาก ผู้ทดสอบยังไม่สามารถยอมรับกับอาหารลดเกลือได้ แต่การบริโภคอาหารที่มีรสชาติเค็มหรืออาหารที่มีเกลือสูงเกินความจำเป็น จะเป็นต้นเหตุของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (WHO, 2012) ซึ่งการลดปริมาณการบริโภคเกลือสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหาร การใช้สารทดแทนเกลือ การใช้สารส่งเสริมรสเค็ม การใช้เครื่องเทศเพื่อช่วยลดปริมาณการใช้เกลือ เป็นต้น (Kang และคณะ, 2010: Kilcast และ Angus, 2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคัดเลือกสูตรน้ำดอง และชนิดน้ำส้มสายชูหมัก พบว่าผลิตภัณฑ์ผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล ได้รับคะแนนคะแนนความชอบในด้านต่างๆอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง และผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ภายหลังการนำไปประกอบอาหาร ร้อยละ 71.43 จึงเลือกสูตรดังกล่าวเป็นสูตรต้นแบบเพื่อนำไปศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นที่เหมาะสมเพื่อผลิตในเชิงพาณิชย์

4.4 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่น

4.4.1 ผลการคัดเลือกชนิดของน้ำส้มสายชูกลั่นเพื่อทดแทนน้ำส้มสายชูหมัก

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อวัดความแตกต่างของกลิ่นน้ำส้มสายชูกลั่นเพื่อนำมาทดแทนน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลด้วยวิธีการ Difference from control (ปราณี, 2547) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ดมกลิ่นน้ำส้มสายชูกลั่นเทียบกับตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล เพื่อคัดเลือกยี่ห้อน้ำส้มสายชูกลั่นที่มีกลิ่นใกล้เคียงกับน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล โดยใช้น้ำส้มสายชูกลั่น 4 ยี่ห้อ คือ น้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ A น้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ B น้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ C และน้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ D (รายละเอียดชนิดของน้ำส้มสายชูดังข้อที่ 3.1) ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.9 ดังนี้

ตารางที่ 4.9 คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างของกลิ่นน้ำส้มสายชูกลั่นแต่ละยี่ห้อ

ชนิดน้ำส้มสายชู	น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล	น้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ A	น้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ B	น้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ C	น้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ D
	$5.13^{a} \pm 1.13$	$4.30^{b} \pm 1.18$	$5.40^{a} \pm 1.00$	$4.00^{b} \pm 1.05$	$5.30^{a} \pm 1.17$

หมายเหตุ: $^{a, b}$ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p \leq 0.05$)*

ระดับคะแนนความแตกต่าง

9 = กลิ่นน้ำส้มสายชูมากกว่า R มากที่สุด
8 = กลิ่นน้ำส้มสายชูมากกว่า R มาก
7 = กลิ่นน้ำส้มสายชูมากกว่า R
8 = กลิ่นน้ำส้มสายชูมากกว่า R เล็กน้อย
5 = กลิ่นน้ำส้มสายชูไม่แตกต่าง จาก R
4 = กลิ่นน้ำส้มสายชูน้อยกว่า R เล็กน้อย
3 = กลิ่นน้ำส้มสายชูน้อยกว่า R
2 = กลิ่นน้ำส้มสายชูน้อยกว่า R มาก
1 = กลิ่นน้ำส้มสายชูน้อยกว่า R มากที่สุด

การดมกลิ่นเพื่อเปรียบเทียบความเหมือนหรือต่างกับตัวอย่างควบคุมเป็นวิธีการที่ถูกนำมาใช้เพื่อการคัดเลือกชนิดของน้ำส้มสายชูกลั่นที่มีกลิ่นใกล้เคียงกับน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลเป็นอันดับแรก จากตารางที่ 4.9 พบว่าน้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ B และน้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ D มีกลิ่นน้ำส้มสายชูอยู่ในเกณฑ์กลิ่นไม่แตกต่างจากตัวอย่างอ้างอิง แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($p \leq 0.05$)* กับน้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ A และน้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ C เนื่องจากมีน้ำส้มสายชูกลั่น 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยี่ห้อ มีกลิ่นที่ใกล้เคียงกับน้ำส้มสายชูหมักจาแอปเปิ้ล รสเปรี้ยวซึ่งเป็นคุณลักษณะที่รองลงมาจึงใช้เป็นตัวตัดสินเพื่อเลือกชนิดของน้ำส้มสายชูกลั่นต่อไป โดยการนำน้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ B และน้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ D มาทำเป็นน้ำดองผักโดยทดแทนน้ำส้มสายชูหมัก (สูตรดังตารางที่ 4.8) แล้วทดสอบความแตกต่างทางด้านรสเปรี้ยวเปรียบเทียบกับน้ำดองจากน้ำส้มสายชูหมักจาแอปเปิ้ล โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ด้วยวิธีเดียวกันแสดงผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างของรสเปรี้ยวของน้ำส้มสายชูกลั่น 2 ยี่ห้อ

ชนิดน้ำส้มสายชูกลั่น	น้ำส้มสายชูหมัก จากแอปเปิ้ล	น้ำส้มสายชูกลั่น ยี่ห้อ B	น้ำส้มสายชูกลั่น ยี่ห้อ D
	$5.33^{b} \pm 0.95$	$5.50^{b} \pm 0.90$	$6.00^{a} \pm 1.14$

หมายเหตุ: $^{a, b}$ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p \leq 0.05$)*

ระดับคะแนนความแตกต่าง

9 = รสเปรี้ยวมากกว่า R มากที่สุด
8 = รสเปรี้ยวมากกว่า R มาก
7 = รสเปรี้ยวมากกว่า R
6 = รสเปรี้ยวมากกว่า R เล็กน้อย
5 = รสเปรี้ยวไม่แตกต่าง จาก R
4 = รสเปรี้ยวน้อยกว่า R เล็กน้อย
3 = รสเปรี้ยวน้อยกว่า R
2 = รสเปรี้ยวน้อยกว่า R มาก
1 = รสเปรี้ยวน้อยกว่า R มากที่สุด

จากตารางที่ 4.10 ทดสอบความแตกต่างกันของรสเปรี้ยวของน้ำส้มสายชูกลั่นทั้ง 2 ยี่ห้อ พบว่าน้ำส้มสายชูกลั้นยี่ห้อ B มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *($p>0.05$)* กับตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล อยู่ในเกณฑ์รสเปรี้ยวไม่แตกต่างจากตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล จึงได้เลือกน้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ B เพื่อทำการทดแทนน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล เพื่อทำการลดต้นทุนในเชิงพาณิชย์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่น

นำของน้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ B จากข้อ 4.4.1 มาทำการทดแทนน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลในอัตราส่วน 70:30, 60:40 และ 50:50 ตามลำดับ แล้วทดสอบคุณภาพทางด้านเคมี แสดงผลดังตาราง 4.11

ตารางที่ 4.11 คุณภาพทางด้านเคมีเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำส้มสายชูหมัก และน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

คุณภาพทางด้านเคมี	อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมัก : น้ำส้มสายชูกลั่น			
	ตัวอย่างควบคุม	**70 : 30**	**60 : 40**	**50 : 50**
ปริมาณเกลือ^{ns} (ร้อยละ)	1.04 $\pm$ 0.04	1.03 $\pm$ 0.03	1.04 $\pm$ 0.05	1.03 $\pm$ 0.04
ปริมาณกรด^{ns} (ร้อยละ)	1.03 $\pm$ 0.04	1.04 $\pm$ 0.06	1.06 $\pm$ 0.05	1.04 $\pm$ 0.05
pH^{ns}	3.65 $\pm$ 0.01	3.64 $\pm$ 0.01	3.64 $\pm$ 0.01	3.65 $\pm$ 0.01

หมายเหตุ: ^{ns}แสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *(p>0.05)*

จากตารางที่ 4.11 แสดงคุณภาพทางด้านเคมีเมื่อใช้อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมัก และน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่าค่า อัตราส่วนของน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นส่งผลให้ ปริมาณเกลือ ปริมาณกรด และค่า pH ของตัวอย่างที่ทำการทดแทนมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *(p>0.05)* กับตัวอย่างควบคุมเนื่องจากน้ำส้มสายชูกลั่น และน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลมีปริมาณกรดอะซิติกอยู่ร้อยละ 5 ซึ่งเมื่อนำมาทำการทดแทนทำให้ปริมาณเนื้อกรดยังมีเท่าเดิม จึงทำให้ความเข้มข้นกรด และpH ไม่เปลี่ยนแปลง และมีการควบคุมเกลือตั้งต้นในวัตถุดิบและเกลือในสูตรให้เท่ากัน จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพแสดงผลดังตาราง 4.12-4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 คุณภาพทางด้านกายภาพของก้านผักกาดดองเมื่อใช้อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ก้านผักกาดดอง		อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมัก : น้ำส้มสายชูกลั่น			
		ตัวอย่างควบคุม	70 : 30	60 : 40	50 : 50
เนื้อสัมผัส (Kg.f)^{ns}		3.81 ± 0.65	3.74 ± 0.24	4.06 ± 0.62	4.02 ± 1.07
สี	L^{*} ns	36.32 ± 0.44	37.78 ± 0.85	37.48 ± 0.92	37.5 ± 1.50
	a^{*} ns	0.68 ± 0.48	0.99 ± 0.10	0.89 ± 0.08	0.87 ± 0.23
	b^{*}	14.81 ± 1.01^{a}	12.42 ± 0.44^{b}	12.8 ± 0.41^{b}	12.89 ± 0.89^{b}
	Chroma	14.83 ± 1.11^{a}	12.46 ± 0.43^{b}	12.83 ± 0.40^{b}	12.92 ± 0.10^{b}
	Hue	1.53 ± 0.03^{a}	1.49 ± 0.01^{b}	1.50 ± 0.06^{a}	1.50 ± 0.02^{a}

หมายเหตุ: ^{a,b} อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p \leq 0.05$)*

^{ns}แสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p > 0.05$)*

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพทำการวิเคราะห์แยกประเภทผัก จากตารางที่ 4.12 พบว่าเมื่อทำการทดแทนน้ำส้มสายชูหมักด้วยน้ำส้มสายชูกลั่น ไม่ส่งผลกระทบต่อความแน่นเนื้อ L^{*} และ a^{*} ของก้านผักกาดดอง แต่ส่งผลทำให้ค่า b^{*} หรือค่าความเป็นสีเหลือง และ ค่าโครม่าและ Hue angle ลดลงแตกต่างกันตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.13 คุณภาพทางด้านกายภาพของแตงกวาเมื่อใช้อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

แตงกวา		อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมัก : น้ำส้มสายชูกลั่น			
		ตัวอย่างควบคุม	70 : 30	60 : 40	50 : 50
เนื้อสัมผัส (Kg.f) ^{ns}		3.78 ± 0.59	3.80 ± 0.47	3.84 ± 0.43	3.84 ± 0.45
สี	L^{*} ns	26.43 ± 1.32	28.25 ± 1.63	28.91 ± 1.26	26.27 ± 1.08
	a^{*} ns	2.62 ± 0.03	2.60 ± 0.38	2.64 ± 0.62	2.51 ± 0.24
	b^{*} ns	13.40 ± 0.78	12.55 ± 0.85	11.87 ± 1.40	12.55 ± 1.04
	Chroma ^{ns}	13.65 ± 0.87	12.82 ± 0.84	12.16 ± 1.35	12.80 ± 0.98
	Hue ^{ns}	1.38 ± 0.03	1.37 ± 0.03	1.35 ± 0.03	1.37 ± 0.30

หมายเหตุ: ^{ns}แสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p > 0.05$)*

จากตารางที่ 4.13 พบว่าการทดแทนน้ำส้มสายชูหมักด้วยน้ำส้มสายชูกลั่น ไม่ส่งผลกระทบต่อความแน่นเนื้อ ค่าสี L^{*}, a^{*} b^{*} ค่าโครม่า และ ค่า Hue angle ของแตงกวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 คุณภาพทางด้านกายภาพของแครอทเมื่อใช้อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่น ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

แครอท		อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมัก : น้ำส้มสายชูกลั่น			
		ตัวอย่างควบคุม	**70 : 30**	**60 : 40**	**50 : 50**
เนื้อสัมผัส (Kg.f) ns		3.50 ± 0.46	3.49 ± 0.38	3.65 ± 0.38	3.63 ± 0.48
สี	L^* ns	45.79 ± 1.21	45.48 ± 1.30	44.53 ± 1.30	45.02 ± 1.70
	a^* ns	31.39 ± 0.83	28.45 ± .70	28.08 ± 1.22	28.28 ± 0.96
	b^*	41.31 ± 1.24 a	37.92 ± 0.85 b	34.53 ± 1.32 c	37.39 ± 1.24 b
	Chroma	51.89 ± 1.08 a	47.41 ± 1.60 b	44.51 ± 1.79 b	46.88 ± 1.39 b
	Hue	0.92 ± 0.02 a	0.93 ± 0.02 a	0.89 ± 0.01 b	0.92 ± 0.02 a

หมายเหตุ: a,b อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p \leq 0.05$)*

ns แสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p > 0.05$)*

จากตารางที่ 4.14 พบว่าเมื่อทำการทดแทนน้ำส้มสายชูหมักด้วยน้ำส้มสายชูกลั่นไม่ส่งผลกระทบต่อความแน่นเนื้อ L^* และ a^* ของแครอท แต่ส่งผลทำให้ค่า b^* และ โครม่าลดลงและแตกต่างกันตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และส่งผลให้ค่า Hue angle มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

ตารางที่ 4.15 คุณภาพทางด้านกายภาพของพริกชี้ฟ้าแดงเมื่อใช้อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

พริกชี้ฟ้าแดง		อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมัก : น้ำส้มสายชูกลั่น			
		ตัวอย่างควบคุม	**70 : 30**	**60 : 40**	**50 : 50**
เนื้อสัมผัส (Kg.f) ns		2.25 ± 0.15	2.26 ± 0.32	2.27 ± 0.21	2.38 ± 0.10
สี	L^*	38.64 ± 1.13 a	34.53 ± 0.94 b	34.28 ± 0.97 b	34.68 ± 1.57 b
	a^* ns	42.55 ± 0.72	41.48 ± 0.32	43.29 ± 1.83	43.25 ± 0.92
	b^*	38.19 ± 1.50 a	35.59 ± 0.83 ab	33.68 ± 1.29 b	35.13 ± 2.17 b
	Chroma	57.19 ± 0.53 a	54.65 ± 0.77 b	54.85 ± 2.09 a	55.75 ± 0.65 a
	Hue	0.73 ± 0.03 a	0.71 ± 0.01 ab	0.66 ± 0.01 b	0.65 ± 0.04 ab

หมายเหตุ: a, b อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p \leq 0.05$)*

ns แสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p > 0.05$)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.15 พบว่าในพริกชี้ฟ้าแดง เมื่อทำการทดแทนน้ำส้มสายชูหมักด้วยน้ำส้มสายชูกลั่นไม่ส่งผลกระทบต่อความแน่นเนื้อ และค่าสี a^* แต่ทำให้ L^*, และ b^* มีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ลดลง หรือ มีสีแดงลดลงเข้าไปอยู่ในเฉดสีส้ม ค่าโครม่าลดลงและแตกต่างกันตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) และทำให้ค่า Hue angle มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

จากข้างต้นพบว่าเมื่อทำการทดแทนด้วยน้ำส้มสายชูหมักด้วยน้ำส้มสายชูกลั่นส่งผลให้ค่า b^* ค่าโครม่าและ hue-angle มีแนวโน้มลดลง จึงทำให้สีของตัวอย่างมีความอิ่มตัวน้อยลง เนื่องจากน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลมีสีเหลืองและขุ่นกว่าน้ำส้มสายชูกลั่น และมีเศษตะกอนซึ่งเป็นของแข็งที่ละลายจากแอปเปิ้ล เมื่อทำการดองจนเข้าสู่สภาวะสมดุลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการจัดเรียงตัวของสารในเซลล์ทำให้เกิดการกระจายแสงที่เปลี่ยนไป จากนั้นนำตัวอย่างไปทดสอบความแตกต่างโดยรวมด้วยวิธี Difference from control (เพ็ญขวัญ, 2556) ทางด้านกลิ่นของน้ำส้มสายชู รสเปรี้ยวและความแตกต่าง โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน แสดงผลดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างในแต่ละคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ยความแตกต่าง		
	อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมัก : น้ำส้มสายชูกลั่น		
	70 : 30	**60 : 40**	**50 : 50**
กลิ่นน้ำส้มสายชู^{ns}	-1.00	0	0.07
รสเปรี้ยว^{ns}	0.27	0.3	0.03
ความแตกต่างโดยรวม^{ns}	0.07	1	0.07

หมายเหตุ: ^{ns} แสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p>0.05$)*

จากตารางที่ 4.16 พบว่าการทดแทนน้ำส้มสายชูมักจากแอปเปิ้ลด้วยน้ำส้มสายชูกลั่นทำให้ส่งผลให้คุณลักษณะทางด้านกลิ่นน้ำส้มสายชู รสเปรี้ยว และความแตกต่างโดยรวมของตัวอย่าง ทั้ง 3 ระดับมีความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *($p>0.05$)* เนื่องจากมีการคัดเลือกชนิดของน้ำส้มสายชูกลั่นที่มีกลิ่นและรสเปรี้ยวใกล้เคียงกับน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลก่อน จึงทำให้ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกกลิ่นที่ทำการทดแทนได้และน้ำส้มสายชูทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณกรดอะซิติกเท่ากัน จึงทำให้ด้านรสเปรี้ยวไม่มีความแตกต่างจากตัวอย่างอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำตัวอย่างทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale ในคุณลักษณะทางด้านกลิ่นน้ำส้มสายชู กลิ่นเครื่องเทศ เนื้อสัมผัส รสเปรี้ยว รสเค็ม รสหวาน และความชอบโดยรวมเทียบกับตัวอย่างควบคุมโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน แสดงผลดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ เมื่อใช้น้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

คุณลักษณะ	อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมัก : น้ำส้มสายชูกลั่น			
	ตัวอย่างควบคุม	70 : 30	60 : 40	50 : 50
กลิ่นน้ำส้มสายชู^{ns}	6.70 $\pm$ 1.37	6.37 $\pm$ 1.40	6.34 $\pm$ 1.14	6.00 $\pm$ 1.25
กลิ่นเครื่องเทศ	6.87^{a} $\pm$ 1.20	6.43^{ab} $\pm$ 1.36	6.38^{ab} $\pm$ 1.15	5.79^{b} $\pm$ 1.32
เนื้อสัมผัส^{ns}	6.83 $\pm$ 1.18	7.10 $\pm$ 1.09	7.07 $\pm$ 0.88	6.76 $\pm$ 1.09
รสเปรี้ยว^{ns}	6.83 $\pm$ 1.12	6.80 $\pm$ 0.85	6.72 $\pm$ 0.80	6.34 $\pm$ 1.20
รสเค็ม^{ns}	6.60 $\pm$ 1.25	6.53 $\pm$ 1.20	6.45 $\pm$ 1.02	6.17 $\pm$ 1.23
รสหวาน	6.73^{a} $\pm$ 1.26	6.53^{ab} $\pm$ 1.07	6.52^{ab} $\pm$ 1.09	6.03^{b} $\pm$ 0.98
ความชอบโดยรวม	7.10^{a} $\pm$ 0.80	7.00^{a} $\pm$ 0.91	7.03^{a} $\pm$ 0.82	6.34^{b} $\pm$ 0.94

หมายเหตุ: $^{a, b}$ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p \leq 0.05$)*

^{ns} แสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 *($p > 0.05$)*

จากตารางที่ 4.17 พบว่าตัวอย่างที่ทำการทดแทนน้ำส้มสายชูหมักด้วยน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วน 70:30, 60:40 และ 50:50 ส่งผลต่อคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นน้ำส้มสายชู เนื้อสัมผัส รสเปรี้ยว และรสเค็มแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *($p > 0.05$)* โดยอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย-ชอบปานกลาง (6-7 คะแนน) แต่ในด้านกลิ่นเครื่องเทศ รสหวาน และความชอบโดยรวมพบว่าที่อัตราส่วนการทดแทน 50:50 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อด้าน กลิ่นของเครื่องเทศ รสหวาน และความชอบโดยรวม แตกต่างกับตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($p \leq 0.05$)*

เมื่อทำการลดปริมาณการใช้น้ำส้มสายชูหมักลงทำให้ความชอบต่อด้านกลิ่นของเครื่องเทศลดลงเนื่องจากกลิ่นของน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลช่วยส่งเสริมกลิ่นของเครื่องเทศ และพบว่าคะแนนความชอบต่อรสหวานมีค่าลดลงเช่นกัน เนื่องจากในน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล มีความหวานอยู่ (Yulianti และคณะ, 2005) การใช้อัตราส่วนที่น้อยลง ส่งผลให้ความชอบในด้านรสหวานน้อยลงด้วย จึงส่งผลคะแนนความชอบโดยรวมน้อยลงตามเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองจึงทำการเลือกอัตราส่วนการทดแทนน้ำส้มสายชูหมักต่อน้ำส้มสายชูกลั่นในอัตราส่วน 60:40 เนื่องจากไม่มีความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุมในด้านกลิ่น รสเปรี้ยวและความแตกต่างโดยรวมและได้รับระดับคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะแตกต่างกับตัวอย่างควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *($p>0.05$)* โดยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านต่างๆ อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย-ชอบปานกลาง และมีคุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม ที่อัตราส่วนดังกล่าวสามารถทำให้ลดต้นทุนผลิตน้ำดองลดลงจาก 13.26 บาท เหลือ 8.87 บาท ต่อสูตร (ภาคผนวก ก 3) จากนั้นทำการศึกษาคุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูภายหลังการฆ่าเชื้อ

4.5 ผลการศึกษาคุณภาพทางด้านเคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู

จากการศึกษาคุณภาพทางด้านเคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักเมื่อทำการฆ่าเชื้อแล้วแสดงดังตารางที่ 4.18 และ ตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.18 คุณภาพทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์ผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรส

คุณภาพของผลิตภัณฑ์	ปริมาณ
ค่า pH	3.51 $\pm$ 0.01
ปริมาณกรด (ร้อยละ)	1.10 $\pm$ 0.05
ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)	1.04 $\pm$ 0.04
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	93.81 $\pm$ 0.19
ปริมาณโปรตีนรวม (ร้อยละ)	0.57 $\pm$ 0.07
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	1.42 $\pm$ 0.27
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	2.49 $\pm$ 0.02
ปริมาณกากหยาบ (ร้อยละ)	1.55 $\pm$ 0.02
ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	0.16 $\pm$ 0.001

เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ผลิต ผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูมีทั้งผักที่ผ่านกระบวนการดอง (ก้านผักกาดดอง) และผักสด ดังนั้นจึงจัดผลิตภัณฑ์อยู่ในประเภท Fresh pack type (Codex, 1981) จากตารางที่ 4.18 พบว่า ค่า pH ของผลิตภัณฑ์อยู่ที่ 3.51ซึ่งอยู่ในช่วงที่กฎหมาย Codex กำหนดไว้ว่าผักดองในน้ำส้มสายชูต้องมีค่า pH ของผลิตภัณฑ์น้อยกว่า 4.6 จากการที่มีปริมาณกรดร้อยละ1.10 และปริมาณเกลือร้อยละ 1.04 ทำให้สามารถจัดประเภทผลิตภัณฑ์เป็นประเภท Sour Pickle เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีกลิ่นเปรี้ยวของน้ำส้มสายชูเด่นมากกว่ากลิ่นเครื่องเทศ และมีปริมาณกรดอยู่ระหว่างร้อยละ 0.7-3.5 และปริมาณเกลืออยู่ระหว่าง 1.0-4.5 Perez-Diaz และคณะ (2013) ได้รายงานถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องประกอบทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์แตงกวาดองในน้ำส้มสายชูชนิด Fresh pack ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ในท้องตลาดของสหรัฐอเมริกาในระหว่างปี 2001-2010 พบว่าผลิตภัณฑ์มี pH 3.26-4.05 มีปริมาณกรด 0.65-1.02 มีปริมาณเกลือร้อยละ 1.30-3.41 ซึ่งผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูที่ผลิตนี้ มีปริมาณเกลือต่ำกว่าค่าปริมาณเกลือที่ต่ำที่สุดของผลสำรวจ ร้อยละ 20 จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์พบว่ามีความชื้น ปริมาณโปรตีนรวม ปริมาณไขมัน ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ปริมาณกากหยาบ และปริมาณเถ้า ร้อยละ 93.81, 0.57, 1.42, 2.49, 1.55 และ 0.16 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.19 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู

คุณภาพของผลิตภัณฑ์	**ปริมาณ**
ปริมาณแลคติกแอซิดแบคทีเรีย (CFU/g)	ND
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ND
ปริมาณยีสต์ รา (CFU/g)	ND

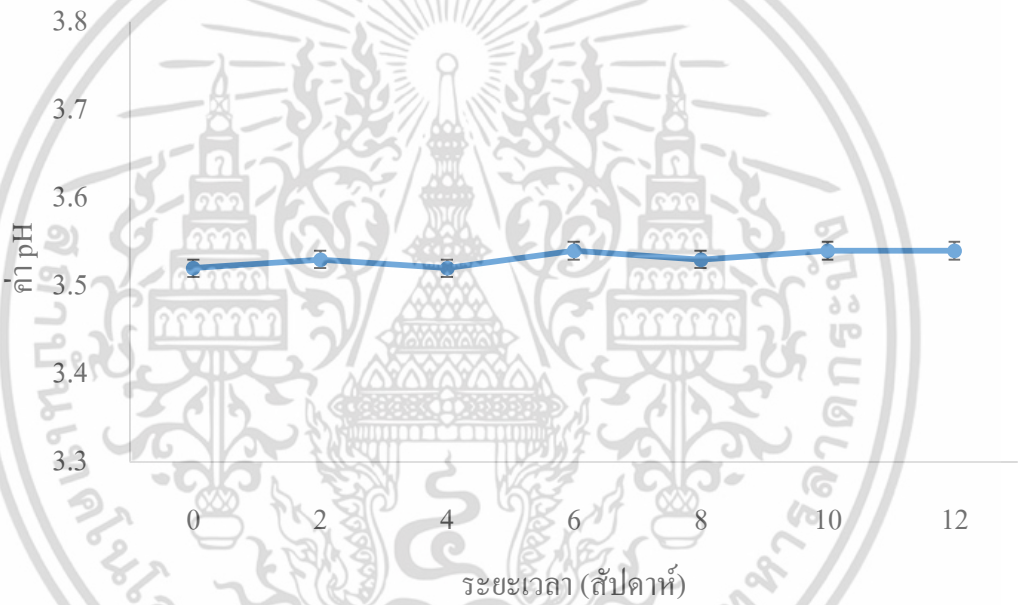
หมายเหตุ: ND หมายถึง Not Detectable หรือ ตรวจไม่พบ

จากตารางที่ 4.19 พบว่าผลิตภัณฑ์หลังการฆ่าเชื้อไม่พบจุลินทรีย์ประเภทแลคติคแอซิสแบคทีเรีย จุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ รา เนื่องจากผลิตภัณฑ์เป็นอาหารที่เป็นกรด ที่ผ่านฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ทำให้เชื้อจุลินทรีย์และสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์สามารถทนต่อความร้อนได้น้อย (ทิพาพร, 2015) สำหรับยีสต์ รา พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของยีสต์และราอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส ยีสต์สามารถทนความร้อนได้มากสุด 45-47 องศาเซลเซียส รา สามารถทนความร้อนได้มากสุด 35-37 องศาเซลเซียส (Sivasankar, 2007) แลคติกแอซิดแบคทีเรีย มีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตที่อุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส Perez-Diaz และคณะ (2013) ได้รายงานว่าไม่พบกรดแลคติค ในผลิตภัณฑ์แตงกวาดองในน้ำส้มสายชูชนิด Fresh pack ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษา

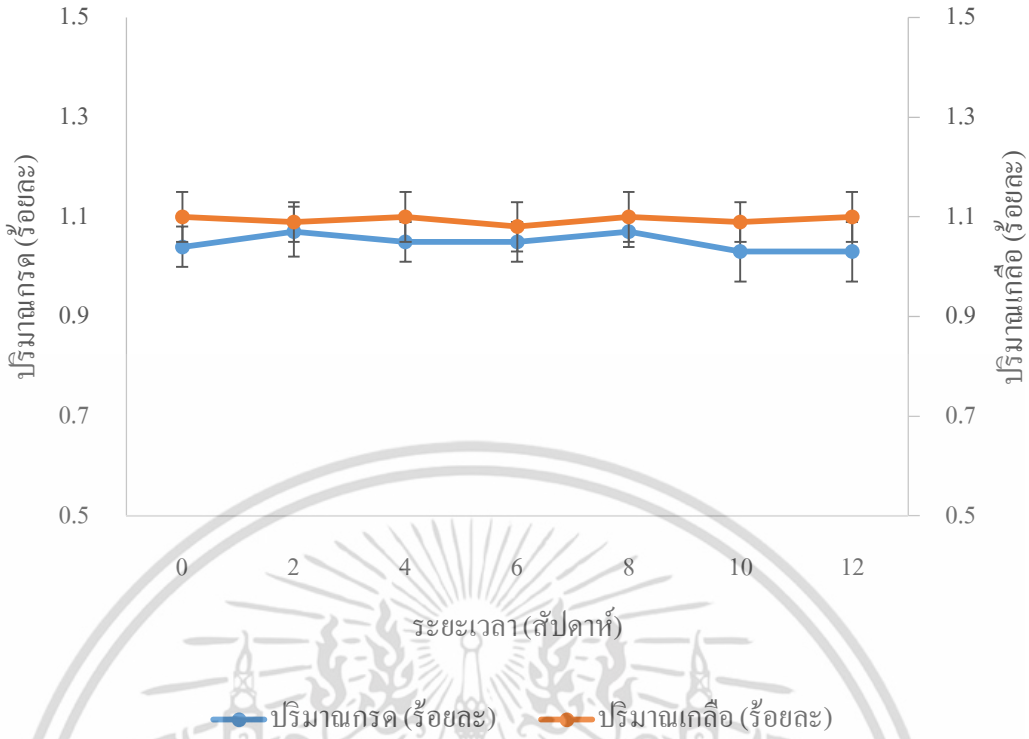
จากผลการทดลองข้างต้นพบว่า สูตรน้ำดองที่เหมาะสมคือ น้ำดองที่ผลิตจากน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล ที่ทำการทดแทนด้วยน้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ B ในอัตราส่วน 60:40 ผลิตภัณฑ์สุดท้ายผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 นาที ทำการเก็บผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ โดยทำการนำผลิตภัณฑ์มาทำการตรวจสอบคุณภาพทุก ๆ 2 สัปดาห์ ได้ผลดังภาพที่ 4.5–4.10 (ภาคผนวก ก 4)



ภาพที่ 4.5 ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

จากการเก็บผลิตภัณฑ์เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พบว่า อายุการเก็บรักษาไม่ส่งผลต่อค่า pH เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ค่า pH ของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยค่า pH อยู่ในช่วง 3.51-3.54 แสดงดังภาพที่ 4.5 ซึ่งมี pH ในช่วงนี้จึงจัดว่าผลิตภัณฑ์เป็นอาหารที่มีความเป็นกรด (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355, 2556)

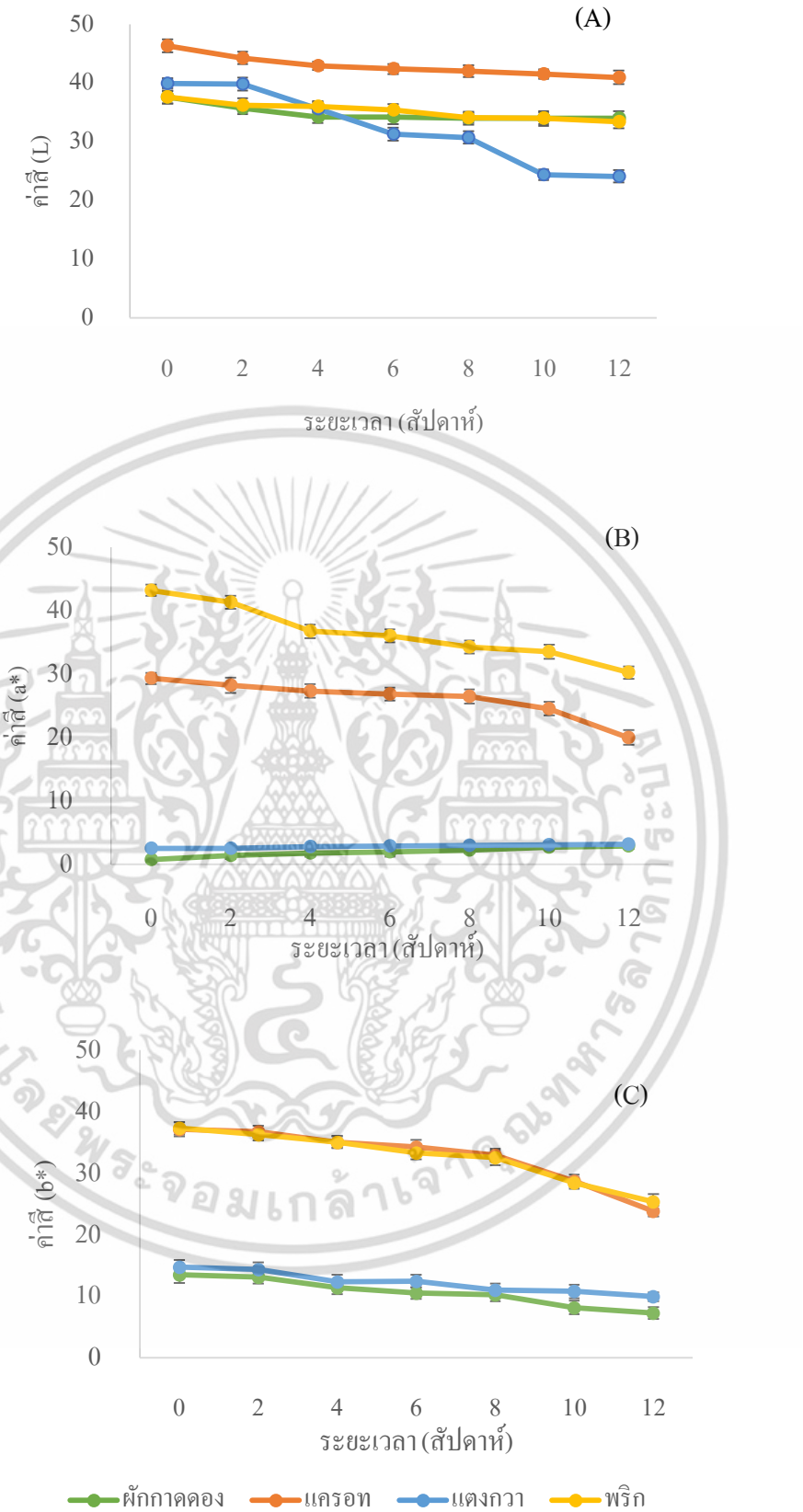
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 ค่าปริมาณกรด (ร้อยละ) และ ปริมาณเกลือ (ร้อยละ) ของผลิตภัณฑ์ผักกาดดองในน้ำส้มสายชู ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

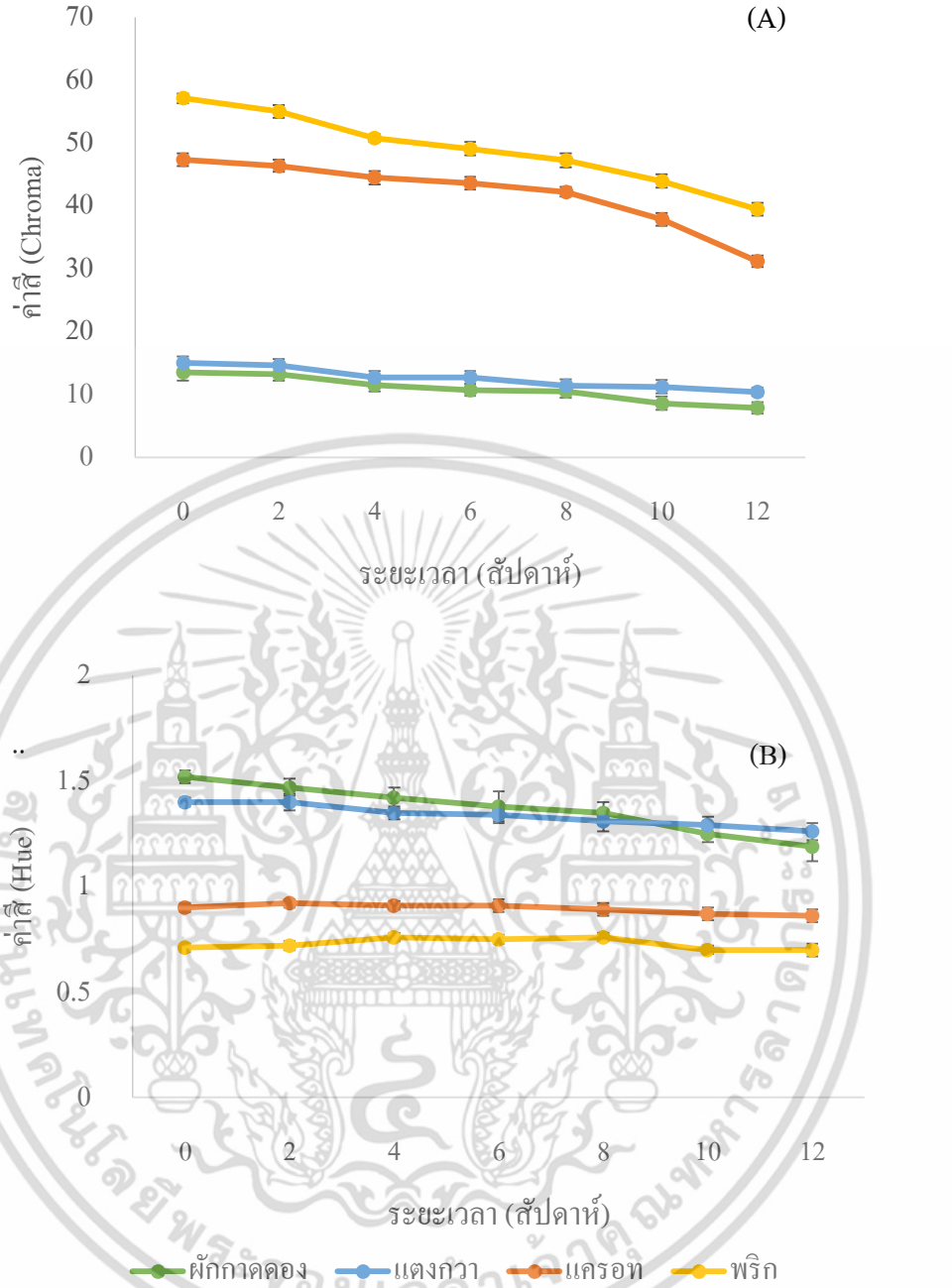
อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ส่งผลให้ ปริมาณกรด และปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แสดงดังภาพที่ 4.6 โดยกรดมีปริมาณอยู่ในช่วงร้อยละ 1.03-1.07 เนื่องจากกระบวนการผลิตเป็นกระบวนการที่ผ่านความร้อนสูงและผลิตภัณฑ์เป็นอาหารที่มีความเป็นกรดสูงทำให้ไม่เกิดกระบวนการหมัก เมื่อเก็บไว้เป็นเวลานานเนื่องจากในกระบวนการหมักต้องอาศัยจุลินทรีย์ประเภทแลคติกแอซิดแบคทีเรียเปลี่ยนน้ำตาลแลกโทสให้เป็นกรดแลคติก เมื่อสร้างกรดจะทำให้ pH ลดลง (กิตติพงษ์, 2536) ปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นตาม แต่เนื่องจากแลคติกแอซิดแบคทีเรียมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตที่อุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส (ขึ้นกับประเภทของเชื้อจุลินทรีย์) ความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์จึงส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ส่งผลให้ค่า pH และปริมาณกรดไม่เปลี่ยนแปลง สำหรับปริมาณเกลือนั้นมีปริมาณอยู่ในช่วงร้อยละ 1.08–1.10 เนื่องจากในผลิตภัณฑ์เกิดภาวะสมดุลของเกลือในน้ำดองและในผักแล้วจึงทำให้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 ค่าความสว่าง (L^*) (A) ค่าสีเฉดเขียว-แดง (a^*) (B) ค่าสีเฉดเหลือง-น้ำเงิน (b^*) (C) ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

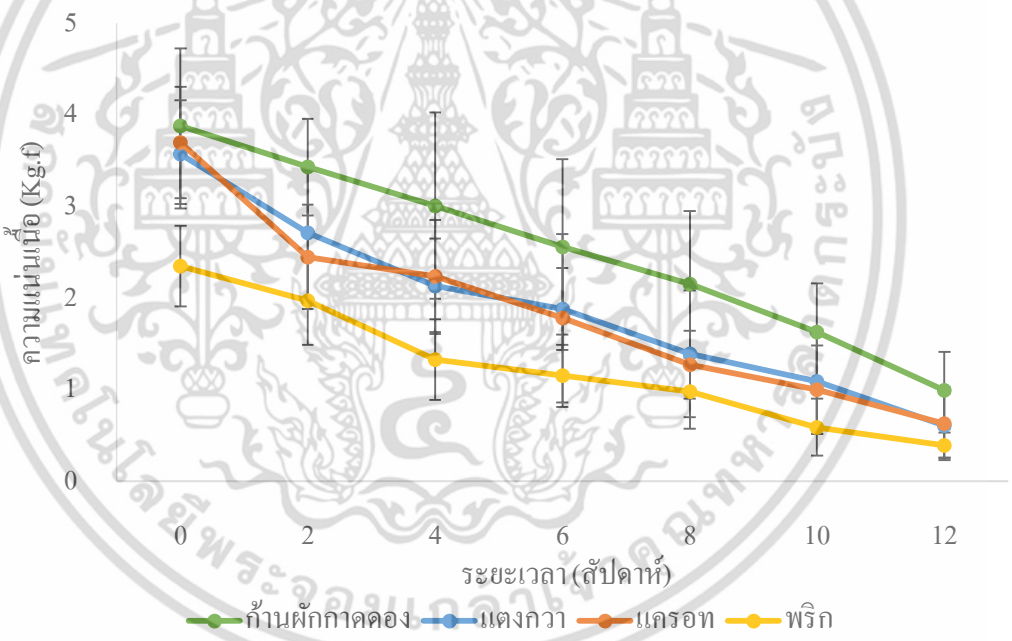
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 Chroma (A) และค่า Hue-angle (B) ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.7-4.8 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์โดยพบว่า อายุการเก็บรักษาส่งผลต่อค่าสี เมื่อทำการเก็บผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ค่าความสว่างของผักกาดดองแตงกวา แครอทและพริกชี้ฟ้าแดงมีแนวโน้มลดลงจากเริ่มต้นส่งผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์คล้ำขึ้น ค่าสีเขียว-แดง (a^*) พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในก้านผักกาดดองและแตงกวา แต่ในแครอทและพริกชี้ฟ้าแดงพบว่าค่า a^* มีแนวโน้มลดลงส่งผลให้ออกห่างจากความเป็นสีแดงมาก ค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b^*) พบว่า มีแนวโน้มลดลงจากค่าเริ่มต้นส่งผลให้สีในเฉดสีเหลืองลดลง ค่าโครม่าและค่า Hue-angle มีแนวโน้มลดลง ซึ่งแสดงถึงค่าความอิ่มตัว และมุมของสีที่ลดลงจากเริ่มต้น ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ไปในทิศทางที่สีคล้ำขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์ผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรสเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำการฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิสูงทำให้เกิดการแยกตัวออกของแมกนีเซียมในโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ เกิดเป็นฟีโอไฟติน ซึ่งมีสีเขียวอมเหลืองไปจนถึงน้ำตาล (กิตติพงษ์, 2536)



ภาพที่ 4.9 ค่าความแน่นเนื้อ (Kg.f) ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

.

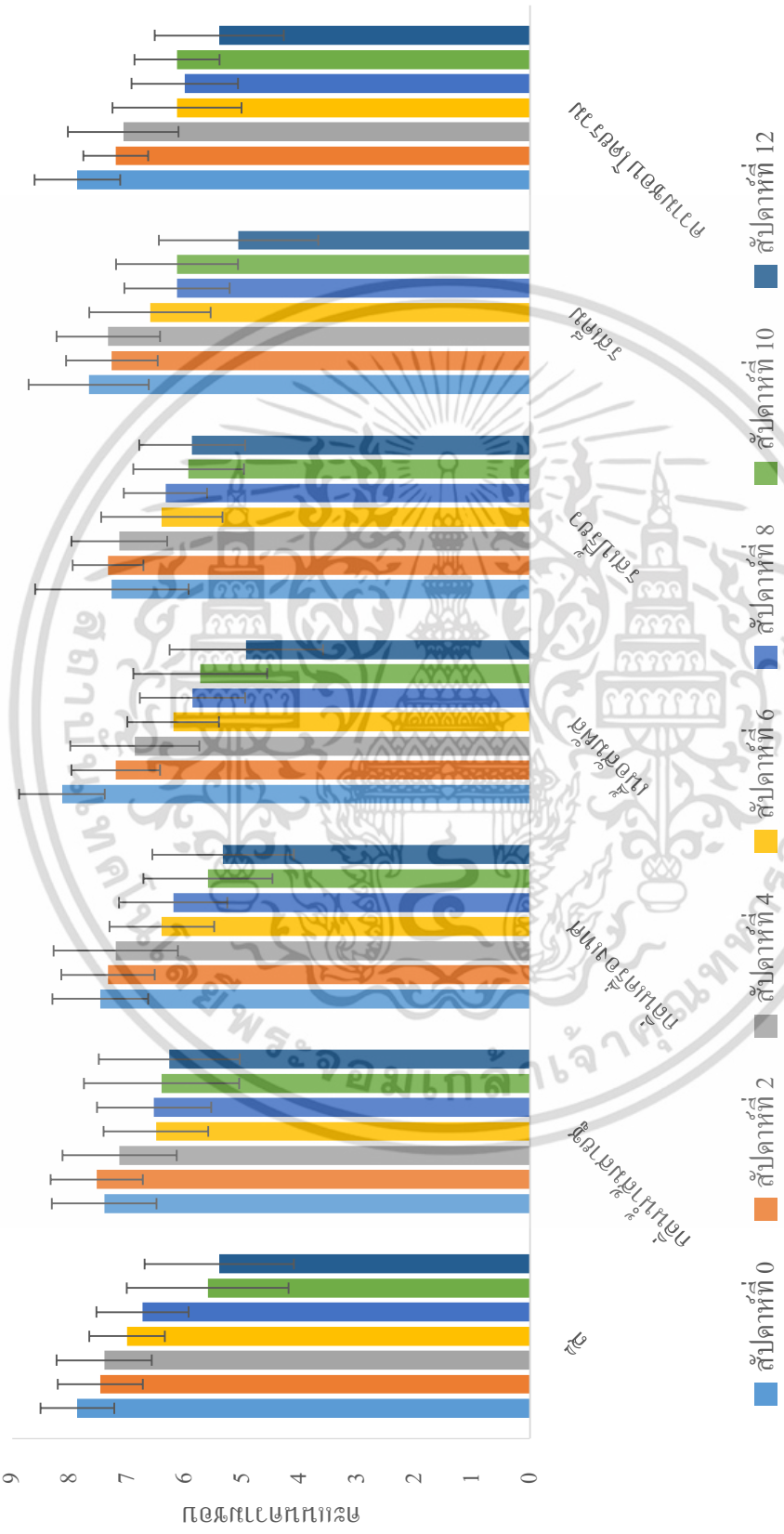
จากภาพที่ 4.9 พบว่าอายุการเก็บรักษาส่งผลต่อค่าความแน่นเนื้อของผักดองในน้ำส้มสายชู เมื่อระยะเวลาผ่านไปผลิตภัณฑ์มีความแน่นเนื้อลดลงตามลำดับ โดยก้านผักกาดดอง แตงกวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แครอท และพริกชี้ฟ้าแดง มีความแน่นเนื้อเริ่มต้นอยู่ที่ 3.88, 3.57, 3.70 และ 2.35 Kg.f ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาผ่านไป 12 สัปดาห์พบว่าก้านผักกาดดอง แตงกวา แครอท และพริกชี้ฟ้าแดง มีความแน่นเนื้ออยู่ที่ 0.99, 0.61, 0.63 และ 0.39 Kg.f ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.9 เนื่องจากผนังเซลล์ของพืชส่วนมากประกอบไปด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพคติน ซึ่งเกิดจากสตาร์ชมาต่อกันเป็นสายพอลิเซคคาร์ไรด์ ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้ด้วยกรด (Hubbell และ Ragauskas, 2010) จึงทำให้เนื้อเยื่อของผักมีความอ่อนนุ่มลง ไม่เพียงเท่านั้นความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อยังส่งผลต่อความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ด้วย Voldrich และคณะ (2009) ได้ทำการศึกษาถึงการใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อแตงกวาในน้ำส้มสายชูพบว่า ผลิตภัณฑ์สุดท้ายไม่มีจุลินทรีย์ปนเปื้อน แต่เก็บได้เพียงแค่ระยะ 1 เดือน ก็เกิดการเสื่อมเสียของเนื้อสัมผัส

ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์นั้นไม่ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์และยีสต์ รา ในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์จัดอยู่ในประเภทอาหารที่มีความเป็นกรดสูง (Acid food) ในกระบวนการผลิตได้ทำการฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จึงทำให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ตลอดอายุการเก็บรักษา

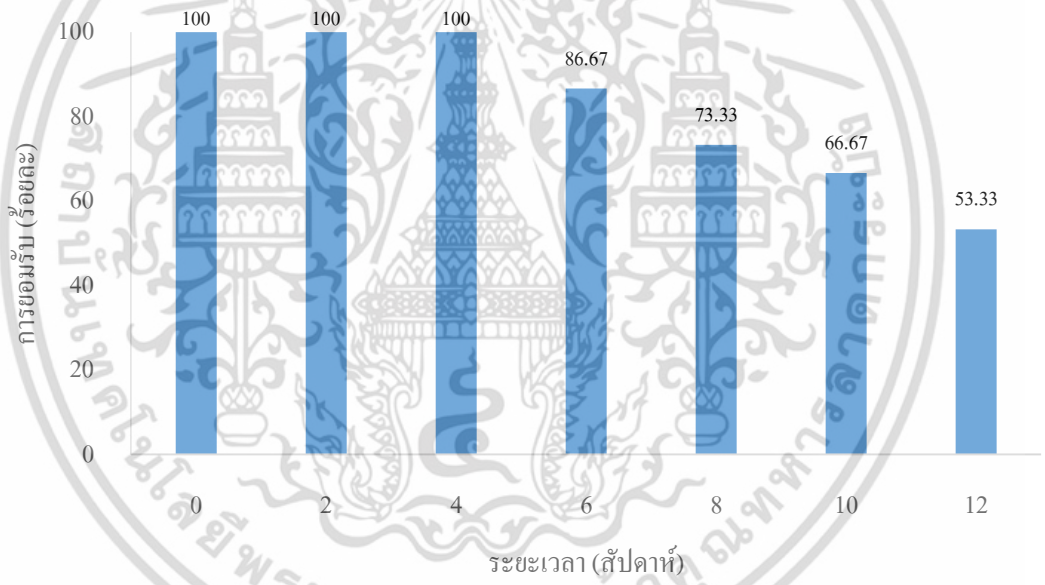
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะผลิตภัณฑ์หักคองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.10 พบว่าเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นส่งผลต่อคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะต่างๆลดลง เนื่องจากเมื่อระยะเวลาผ่านไปทำให้สีของผลิตภัณฑ์คล้ำลงและความแน่นเนื้อลดลง ส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสของผู้ทดสอบที่ลดลง ด้านของกลิ่นน้ำส้มสายชูพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบอยู่ที่ระดับชอบปานกลาง – ชอบเล็กน้อย เนื่องจากคุณลักษณะด้านนี้พบการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ด้านกลิ่นของเครื่องเทศพบว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไป 6 สัปดาห์ ส่งผลให้คะแนนความความชอบลดลงอยู่ในระดับเฉยๆ (5 คะแนน) เนื่องจากว่าเมื่อระยะผ่านไปพบว่ากลิ่นเครื่องเทศมีกลิ่นที่รุนแรงขึ้นจึงส่งผลต่อความชอบของผู้ทดสอบที่ลดลง ด้านรสเปรี้ยว พบว่า ได้รับคะแนนความชอบลดลงจนเหลือระดับเฉยๆ เมื่อผ่านไป 10 สัปดาห์ ด้านรสเค็มและด้านความชอบโดยรวมพบว่า เมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้นส่งผลต่อคะแนนความชอบไปในทิศทางที่ลดลง โดยเมื่อผ่านไประยะเวลา 12 สัปดาห์ ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับเฉยๆ



ภาพที่ 4.11 การยอมรับผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษาเป็น ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.11พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษามากขึ้นส่งผลให้การยอมรับลดลงตามลำดับ โดยเมื่อระยะเวลาผ่านไป 10 สัปดาห์ผู้ทดสอบให้การยอมรับเหลือ ร้อยละ 66.67 เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้นและเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มลง

จากการศึกษาข้างต้นพบว่าอายุการเก็บที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์นี้คือที่ระยะเวลา 8 สัปดาห์ เนื่องจาก คุณภาพด้านเคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่พบว่าคุณภาพทางเนื้อสัมผัสและค่าสีของผลิตภัณฑ์มีการลดลงส่งผลต่อความชอบและการยอมรับของผู้ทดสอบ ซึ่งที่ระยะเวลาการเก็บ 8 สัปดาห์ในสภาวะเร่ง 35 องศาเซลเซียส หรือ ระยะเวลา 112 วัน ที่อุณหภูมิปกติ ทำให้ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นเครื่องเทศ เนื้อสัมผัส รสเปรี้ยว รสเค็ม ความชอบโดยรวม อยู่ในระดับเฉยๆ ถึง ชอบเล็กน้อย และได้รับการยอมรับร้อยละ 73.33 แต่การเปลี่ยนแปลงทางเนื้อสัมผัสนี้ทำให้เป็นทางเลือกของการขยายตลาดไปสู่ผลิตภัณฑ์อาหารของผู้สูงอายุ เนื่องจากผู้สูงอายุต้องการอาหารที่อ่อนนุ่มง่ายต่อการเคี้ยว และผลิตภัณฑ์ยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกลือต่ำซึ่งเหมาะสมกับผู้ที่ต้องการจำกัดโซเดียมหรือผู้ที่มีปัญหาทางด้านโรคความความดันโลหิตสูงอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. รูปแบบการตัดแต่งก้านผักกาดดองที่เหลือจากกระบวนการผลิตผักกาดดองที่ผู้ทดสอบมีความชอบมากที่สุดคือ การตัดแต่งเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเล็ก

2. อัตราส่วนน้ำต่อตัวอย่างก้านผักกาดดอง 3:1 ที่ระยะเวลาการแช่ 3 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการลดเกลือ

3. สูตรของน้ำดองที่เหมาะสมต่อการทำผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรสประกอบไปด้วย น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ลร้อยละ 24.00 น้ำส้มสายชูกลั่นชนิด B ร้อยละ 16.00 น้ำเปล่า ร้อยละ 52.40 เกลือร้อยละ 1.00 น้ำตาล ร้อยละ 3.00 กระเทียมร้อยละ 1.50 ลูกผักชีร้อยละ 1.10 และพริกไทยดำร้อยละ 1.00

3. ยี่ห้อของน้ำส้มสายชูกลั่นที่เหมาะสมสำหรับทดแทน คือ น้ำส้มสายชูกลั่นยี่ห้อ B โดยใช้อัตราส่วนน้ำส้มสายชูหมักต่อน้ำส้มสายชูกลั่น ในอัตราส่วน 60 ต่อ 40

4. ผลิตภัณฑ์สุดท้ายหลังผ่านการฆ่าเชื้อ มีค่า pH 3.51 มีความปริมาณกรดร้อยละ1.1 มีปริมาณเกลือร้อยละ 1.04 มีความชื้นร้อยละ 93.81 มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 0.57 ปริมาณไขมันร้อยละ 1.42 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 2.49 ปริมาณกากหยาบร้อยละ 1.55 และปริมาณเถ้าร้อยละ 0.16 สำหรับเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และเชื้อแลคติกไม่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ ซึ่งจัดผลิตภัณฑ์อยู่ในประเภท Fresh pack Sour Pickle

5. ผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู สามารถเก็บรักษาได้นาน 8 สัปดาห์ .ในสภาวะเร่ง หรือจำนวน 112 วันในสภาวะปกติ

ข้อเสนอแนะ

1. การลดเกลือควรมีการเติมสารเคมีชนิดอื่นเพื่อปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางกายภาพเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายในลักษณะที่ดีขึ้น และมีอายุการเก็บที่นานขึ้น

2. เพิ่มความหลากหลายของรูปแบบผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้ชนิดของผักให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

3. ศึกษาถึงชนิดและระดับของเครื่องเทศที่ส่งผลต่อการลดเกลือในผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอาหารลดเกลือมากยิ่งขึ้น เนื่องจากปัจจุบันได้มีการรณรงค์ให้บริโภคเกลือในปริมาณที่กำหนด เพื่อลดโอกาสในการเกิดโรคต่างๆ

4. ศึกษาปริมาณการใช้ $CaCl_2$ ที่ส่งผลต่อการรักษาความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระยาทิพย์ เรือนใจ. 2550. การถนอมอาหารด้วยการดอง. หอสมุดกลาง กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ต้นธรรม.

กระทรวงสาธารณสุข. 2541. ประกาศกระทรวงสาธรณสุข ฉบับที่ 182 เรื่องฉลากโภชนาการ.

กระทรวงสาธารณสุข. 2543. ประกาศกระทรวงสาธรณสุข ฉบับที่ 204 เรื่องน้ำส้มสายชู.

กระทรวงสาธารณสุข. 2556. ประกาศกระทรวงสาธรณสุข ฉบับที่ 355 เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2536. กระบวนการแปรรูปอาหาร (Food Processing). เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

กุลบัณฑิต แสงดี 2554. การศึกษาและวิเคราะห์โลจิสติกส์ขาเข้ากรณีศึกษาอุตสาหกรรมผักกาดดองกระป๋อง. ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ชมภู่ ยิ้มโต. 2550. การถนอมอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ชมพูนุช สีห์โสภณ. 2558. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส. เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ธีระพล ชัยสงคราม. 2552. ผลของโปรแกรมส่งเสริมการบริโภคอาหารเกลือต่ำ ต่อพฤติกรรมการบริโภคเกลือของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง. ปริญญาพยาบาลศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบสลผู้ใหญ่ คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญนีต์ สิมะโรจน์. 2542. ผักโภชนาการสูงจากธรรมชาติ. หอสมุดกลาง กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์09.

นงนุช โพธิ์นาค. 2558. รสชาติดีขึ้น ลดเกลือน้อยลง เราทำได้จริง More Taste, Less Salt We Make it Happen. Food focus Thailand. 10(116): 42-43.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2551. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

นิพัทธา ชาติสุวรรณ และ วริพัสย์ อารีกุล. 2553. ความสัมพันธ์ของปริมาณแอนโทไซยานินต่อปริมาณโพลีฟีนอล และความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในข้าวสีและไม่มีสีสายพันธุ์ต่างๆ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 28(1) :77-86

นิดดา หงส์วิวัฒน์. 2546. การถนอมอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แสงแดด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิตยา แจ่มใส่ และ นิตยา ชาโรจน์. 2544. การผลิตน้ำส้มสายชูจากตาลโตนด. ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.

บัญชา สถิระพจน์ 2550. Hyperkalemia Clinical Spectrum and Current Management. เวชสารแพทย์ทหารบก. 60(3-4): 119-128.

ประชาชาติธุรกิจออนไลน์. 2557. นกพิราบ'บินไกลมองตลาดใหญ่ ผักกาดดอง'สุขภาพ'. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1405069556

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2547. หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยานันท์ ประสารราชกิจ. 2535. ทฤษฎีสีและการออกแบบตกแต่งภายใน. โครงการตำราคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ: พริกหวาน.

ปัทมา วงค์กาจ. 2554. การลดความแปรปรวนความเค็มของกระบวนการแช่จืดในการผลิตผักกาดดองกระป๋อง โดยเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า. ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (วิศวอุตสา-หการ) สาขา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2556. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้ทดสอบ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์.

มณีฉัตร นิกรณ์พันธุ์, พิชัย คงพิทักษ์, ตระกูล ต้นสุวรรณ, โชคชัย ไชยมงคลและนรินทร์ เสนาป่า. 2545. การปรับปรุงพันธุ์ผักกาดเขียวปลีลูกผสมโดยอาศัยยีนตัวผู้เป็นหมันในไซโตพลาสซึม. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี. เดือนตุลาคม-เดือนธันวาคม : 283-288.

ละออ ชมพักตร์. 2554. Fluid, electrolyte and acid- base disorders. เอกสารประกอบการสอนภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.med.nu.ac.th/pathology/408501/book54/Word-hemodynamic-electrolyte.pdf

วิจิตรา บำรุงนอก. 2550. การปรับปรุงกระบวนการผลิตและการยืดอายุการเก็บผักกาดดอง. ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาประยุกต์ บัณฑิตวิทยาลัยวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วิชมณี ยืนยงพุทธกาล. 2556. ปัจจัยที่มีผลต่อการดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิสของผักและผลไม้. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. เดือนมกราคม-เดือนเมษายน : 226-233.

วัฒนาพร เขื่อนสุวรรณ. 2542. เอกสารคำสอนทัศนศิลป์. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยพายัพ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://dusithost.dusit.ac.th/~chawalin_nia/site1/comgraphic/42theory.pdf

วันทนีย์ เกรียงสินยศ. 2555 ลดโซเดียม ยืดชีวิต. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์.

ศราวุธ ชะชิกุล. 2559. เคล็ดลับสู่รสชาติที่ดีและการลดโซเดียมในผลิตภัณฑ์ The Secret to Better Tasting and Reduced Sodium Products . Food focus Thailand. 11(122): 66-67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศรันยา ฉิมสุนทร. 2558. น้ำส้มสายชูหมักจากผลแอปเปิ้ล สารพัดประโยชน์จากห้องครัว. นิตยสารอาหาร สุขภาพ. 27(171): 8-13.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2525. ทฤษฎีอาหารเล่ม 2 หลักการถนอมอาหารและการควบคุมคุณภาพอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : บี เอฟ ไอ.

ศรีสมร คงพันธุ์. 2543. อาหารเชื่อมดองและการถนอมอาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แสงแดด.

สมัชชาสุขภาพแห่งชาติ. 2558. นโยบายลดเกลือ ระเบียบวาระที่ 2.4. กรุงเทพฯ.

สืบตระกูล วิเศษสมบัติ. 2557. Helicobacter pylori. เอกสารประกอบการสอน คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.medtech.psu.ac.th/Files_Ariticle/20140721YQ6LmHeTPjvg.pdf

ทิพาพร อยู่วิทยา. 2015. การใช้ความร้อเพื่อฆ่าเชื้ออาหาร. ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สุธิดา เงินหมื่น. 2558. สินค้าผักผลไม้กระป๋องและแปรรูป. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: www.ditp.go.th/contents_attach/92379/92379.pdf

โสมศิริ สมถวิล และสุจินดา ศรีวัฒนา. 2555. การใช้สเกลความพอดีในการปรับปรุงไส้อั่ว. หน้า 453. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรรถพล แก้วสัมฤทธิ์. 2556. บทบาทไทยในการส่งเสริมสุขภาพด้านอาหารและโภชนาการ เพื่อลดการบริโภคเกลือเพื่อเข้าสู้ประชาคมอาเซียน. หลักสูตรนักบริหารการทูต สาบันการต่างประเทศเทวะวงศ์วโรปการ กระทรวงการต่างประเทศ.

อรรณพ ทัศนอุดม และวรรณภา สระพินครบุรี. 2550. การหมักผักกาดเขียวปลีโดยใช้หัวเชื้อแบคทีเรียแลกติก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาคเหนือ. 1(1): 256.

อรสา ดิสถาพร, ธงชัย สถาพรวรศักดิ์ และจิราภา จอมไธสง. 2540. ผักกาดเขียวปลี. [ออนไลน]. เข้าถึงได้ จาก:http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/herb_gar/pak_kad.pdf

Acosta, O.G., Vermeylen, F. M., Noel, C., I, O. and Zakour, P. 2015. Modeling the effects of process conditions on the accumulated lethality values of thermally processed pickled carrots. Food Control. 51: 390-396.

Alonso, A.M, Castro, R., Rodriguez, MC., Guillen, D.A. and Barroso, C.G. 2004. Study of the antioxidant power of brandies and vinegars derived from Sherry wines and correlation with their content in polyphenols. Food research international. 37: 715–21.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bautista-Gallego, J., Rantsiou, K., Garrido-Fernández, A., Cocolin, L., and Arroyo-López, F. N. 2013. Salt reduction in vegetable fermentation: reality or desire?.Journal of food science.78(8), R1095-R1100.

Beevers, D. G., Lip, G. Y., and Blann, A. D. 2004. Salt intake and Helicobacter pylori infection. Journal of hypertension. 22(8): 1475-1477.

Bielecki, S., Krystynowicz, A., Turkiewicz, M. and Kalinowska, H. (editor). 2000. Bacterial cellulose. In: Steinbuchel. Biopolymers: polysaccharides. Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH.

Blaasford-snell, V. 2008. The cooking book. 1st ed. United Kingdom: Dorling Kindersley limited.

Bobowski, N., Rendahl, A., and Vickers, Z. 2015. Preference for salt in a food may be alterable without a low sodium diet. Food Quality and Preference.39: 40-45.

Budak, N. H., Aykin, E., Seydim, A. C., Greene, A. K., and Guzel-Seydim, Z. B. 2014. Functional properties of vinegar Jour.nal of food science. 79(5): R757-R764.

Budak,H.B. and Guzel-Seydim, Z.B. 2010. Antioxidant activity and phenolic content of wine vinegars produced by two different techniques. Journal of Agric. 90(202) 1–6.

Budak, H.N. 2010. A research on compositional and functıonal properties of vinegars produced from apple and grape [PhD thesis]. Isparta, Turkey: Suleyman Demirel University.

Budak, H.N., Kumbul Doguc ,D., Savas, C.M., Seydim, A.C., Kok Tas T, Ciris IM and G uzel-Seydim, Z.B. 2011. Effects of apple cider vinegars produced with different techniques on blood lipids in high-cholesterol-fed rats. Journal of Agric Food Chem 59(66) 38–44.

Chang, J., and Fang, T.J. 2007. Survival of Escherichia coli O157:H7 and Salmonella enterica serovars typhimurium in iceberg lettuce and the antimicrobial effect of rice vinegar against E. coli O157:H7. Journal of Food Microbiol. 24(7): 745-751.

Chiralt, A., and Talens, P. (2005). Physical and chemical changes induced by osmotic dehydration in plant tissues. Journal of Food Engineering. 67 : 167-177.

Chou, C. S., Liu, C. W., Yang, D. J., Wu, Y. H. X. and Chen, Y. C. 2015. Amino acid, mineral, and polyphenolic profles of black vinegar and its lipid lowering and antioxidant effects in vivo. Food Chemistry. 168 : 63-69.

Codex Alimentarius Commission. 1981. Codex Standard for Pickled Cucumbers. CODEX STAN 115-1981.

Dohar,J.E. 2003. Evolution of management approaches for otitis externa Pediatr Infect. Journal of The Pediatric infectious disease. 22(4): 299-305.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Douglas, L.C. and Sanders, M.E. 2008. Probiotics and Prebiotics in Dietetics Practice. 108: 510-521.

Fang, Z., Hu, Y., Liu, D., Chen, J. and Ye, X. 2008. Changes of phenolic acids and antioxidant activities during potherb mustard (Brassica juncea, Coss.) pickling. Food Chemistry. 108 : 811-817.

Fukami, H., Tachimoto, H., Kishi, M., Kaga, T. and Tanaka, Y. 2010. Acetic acid bacterial lipids improve cognitive function in dementia model rats. Journal of food Chemistry 58(40): 84–9.

Fushimi, T., and Sato, Y. 2005. Effect of acetic acid feeding on the circadian changes in glycogen and metabolites of glucose and lipid in liver and skeletal muscle of rats. British journal of nutrition. 94(05): 714-719.

Fushimi, T., Suruga, K., Oshima, Y., Fukiharu, M., Tsukamoto, Y.and Goda, T. 2006. Dietary acetic acid reduces serum cholesterol and triacylglycerols in rats fed a cholesterol-rich diet. British Journal of Nutrition. 95(05): 916-924.

Ghawi, S. K., Rowland, I., and Methven, L. 2014. Enhancing consumer liking of low salt tomato soup over repeated exposure by herb and spice seasonings".Appetite(81): 20-29.

Gillingham, S.K. and Durand, F. 2014. How to make dill pickle. [online]. Available: http://www.thekitchn.com/how-to-make-dill-pickles-cooking-lessons-from-the- zkitchn-193350

Hu, F. B., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Rimm, E. B., Wolk, A., Colditz, G. A. and Willett, W. C. 1999. Dietary intake of α-linolenic acid and risk of fatal ischemic heart disease among women. The American Journal of Clinical Nutrition. 69(5): 890-897.

Hubbell, C. A., and Ragauskas, A. J. 2010. Effect of acid-chlorite delignification on cellulose degree of polymerization. Bioresource Technology. 101(19): 7410-7415.

He, F. J.and MacGregor, G. A. 2003. Reducing population salt intake worldwide: from evidence to implementation. Progress in cardiovascular diseases. *52*(5): 363-382.

He, F. J.and MacGregor, G. A. 2003. How far should salt intake be reduced?. Hypertension. 42(6): 1093–1099.

He, F. J.and MacGregor, G. A. 2011. Salt reduction lowers cardiovascular risk: meta-analysis of outcome trials. The Lancet. 378(9789): 380-382.

Joffres, M. R., Campbell, N. R., Manns, B., and Tu, K. 2007. Estimate of the benefits of a population-based reduction in dietary sodium additives on hypertension and its related health care costs in Canada. Journal of Cardiology. 23(6): 437-443.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Johnston,C. S., and Buller, A. J. 2005. Vinegar and peanut products as complementary foods to reduce postprandial glycemia. Journal of the American Dietetic Association. 105(12): 1939-1942.

Kang, N. E., Lee, K. W., and Cho, M. S. 2010. Salt substitute effect of flavorings and intensity rating of beef soup in different test settings. Food Science and Biotechnology. 19(6): 1421-1427.

Kilcast, D. and Angus, F. 2007. Reducing salt in food practical strategies. England : Woodhead Publishing Limited.

Kohn, J.,B. 2015. Is Vinegar an Effective Treatment for Glycemic Control or Weight Loss?. Nutrition and Dietetics. 115(7) : 1188.

Li, T., Lo, Y.M. and Moona, B. 2014. Feasibility of using Hericium erinaceus as the substrate for vinegar fermentation. Food Science and Technology. 55 : 323-328.

Lim, S., Yoon, J. W., Choi, S. H., Cho, B. J., Kim, J. T., Chang, H. S. and Jang, H. C. 2009. Effect of ginsam, a vinegar extract from Panax ginseng, on body weight and glucose homeostasis in an obese insulin-resistant rat model. Metabolism 58(1): 8-15.

Liu, S., Han, Y. and Zhou, Z.J. 2011. Lactic acid bacteria in traditional fermented Chinese foods. Food Research International. 44 : 643–651.

Lo, Eileen Yin-Fei (editor) . 1999. The Chinese kitchen : recipes, techniques, ingredients, history, and memories form America's leading authority on Chinese cooking. New York : Morrow.

Manfield, C. 2005. Spice: Recipes to Delight the Senses. 1st ed. Singapore: Berkeley book Publishing.

Masino, F., Chinnici, F., Bendini, A., Montevecchi, G., and Antonelli, A. 2008. A study on relationships among chemical, physical, and qualitative assessment in traditional balsamic vinegar. Food chemistry. 106(1): 90-95.

Martinez-Valencia, B.B., Abud-Archila, M., Ruiz-Cabrera, M.A., Grajales-Lagunes, A., Dendooven, L., Ovando-Chacon, S.L., and Gutierrez-Miceli, F.A. 2011. Pulsed vacuum osmotic dehydration kinetics of melon (Cucumis melo L.) var. cantaloupe. African. Journal of Agricultural Research. 6(15): 3588- 3596.

Matkovic, V., Ilich, J. Z., Andon, M. B., Hsieh, L. C., Tzagournis, M. A., Lagger, B. J., and Goel, P. K. 1995. Urinary calcium, sodium, and bone mass of young females.The American journal of clinical nutrition. 62(2): 417-425.

Mcclellan, M. 2011. Cucumber pickle. [online]. Available http://www.seriouseats.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Olsen, A., Ritz, C., Kramer, L., and Møller, P. 2012. Serving styles of raw snack vegetables. What do children want?. Appetite. 59(2); 556-562.

Ottinger, H., and Hofmann, T. 2003. Identification of the taste enhancer alapyridaine in beef broth and evaluation of its sensory impact by taste reconstitution experiments." Journal of agricultural and food chemistry. 51(23): 6791-6796.

Peres, C.M., Peres, C., Mendoza, A.H. and Malcat, F.X. 2012. Review on fermented plant materials as carriers and sources of potentially probiotic lactic acid bacteria With an emphasis on table olives. Trends in food science & Technology. 26 : 31-42.

P'erez-D' iaz, I.M. and Mcfeeters, R.F. 2010. Preservation of Acidified Cucumbers with a Natural Preservative Combination of Fumaric Acid and Allyl Isothiocyanate that Target Lactic Acid Bacteria and Yeasts. Journal of food Food Science. 75(4): 204-208.

P'erez-D' iaz, I.M., Breidt, F., Buescher, R.W., Arroyo-Lo´ pez,F.N., Jime´ nez-Dı´az, R. Garrido Ferna´ ndez, A., Bautista Gallego, J., Yoon, s.s. and Johanningsmeier, S.D. 2013. Fermented and Acidified Vegetables. Compendium of Method for the Microbiological. Examination of food.

Perr, I.J. and Beever, D.G. 1992. Salt intake and stoke : a possible direct effect. Journal of Hum Hyperterms. 6(1); 23-25

Plessi, M., Bertelli, D., and Miglietta, F. 2006. Extraction and identification by GC-MS of phenolic acids in traditional balsamic vinegar from Modena. Journal of Food Composition and Analysis. 19(1): 49-54.

Rahman, M. S. 2007. Handbook of Food Preservation. 2nd ed. U.S.A. : Taylor & Francis Group.

Rauha,J.P., Remes,S., Heinonen, M., Hopia ,A., Kahkonen, M., Kujala, T., Pihlaja, K., Vuorela, H and Vuorela, P. 2000. Antimicrobial effect of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. Journal of Food Microbial. 56(1) 3-12.

Rolls, B. J., Rowe, E. A., and Rolls, E. T. (1982). How sensory properties of foods affect human feeding behavior. Physiology & Behavior.29; 409–417.

Salminen, S., Wright, A.V. and Ouwehand, A. 2005. Lactic Acid Bacteria. New York : marcel dekker Inc.

Shimoji, Y., Kohno, H., Nanda, K., Nishikawa, Y., Ohigashi, H., Uenakai, K., and Tanaka, T. 2004. Extract of Kurosu, a vinegar from unpolished rice, inhibits azoxymethane-induced colon carcinogenesis in male F344 rats. Nutrition and cancer. 49(2): 170-173.

Sivasankar, B. 2007. Food Processing and Preservation. 4th ed. New Delhi. : Asoke K.Ghosh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tsugane, S., Sasazuki, S., Kobayashi, M., and Sasaki, S. 2004. Salt and salted food intake and subsequent risk of gastric cancer among middle-aged Japanese men and women. British Journal of Cancer. 90(1): 128-134.

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.

Voldřich, M., Horsáková, I., Čeřovský, M., Čížková, H. and Opatová, H. 2009. Factors Affecting the Softening of Pickled Pasteurised Cucumbers.Czech. Journalof. Food Sci. 27: S314-S318.

Wan,K. 2014. Low-density lipoprotein . [online]. Available : http://vitaminkakwan.blogspot.com/2014/05/turunkan-si-kolesterol-jahat.html

Wolkers-Rooijackers, J.C.M., Thomas, S.M. and Nout, M.J.R. 2013. Effects of sodium reduction scenarios on fermentation and quality of sauerkraut. Food Science and Technology. 54 : 383-388.

World Health Organization. 2012. Diabetes Programme. [online]. Available from: http://www.who.int/diabetes/action_online/basics/en/index1.html.

World Health Organization. 2014. Diabetes Programme. [online]. Available from: http://www.who.int/diabetes/action_online/basics/en/index1.html.

Yamashita, H., Fujisawa, K., Ito, E., Idei, S., Kawaguchi, N., Kimoto, M.and and Tsuji, H. 2007. Improvement of obesity and glucose tolerance by acetate in Type 2 diabetic Otsuka Long-Evans Tokushima Fatty (OLETF) rats. Bioscience, biotechnology, and biochemistry. 71(5): 1236-1243.

Yulianti, F., Reitmeier, C., Glatz, B. A., and Boylston, T. 2005. Sensory, flavor, and microbial analyses of raw, pasteurized, and irradiated apple ciders. Journal of food science. 70(2): 153-158.

.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ผลการทดลอง

ภาคผนวก ก 1

สูตรของน้ำดองและชนิดของน้ำส้มสายชูหมักที่เหมาะสมต่อการทำน้ำดองผักในส้มสายชู

ตารางที่ ก 1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบด้วยต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผักดองในน้ำส้มสายชูทั้ง 9 สูตร

คุณลักษณะ	น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ			น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล			น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ลักษณะปรากฏ	$6.88^{aA} \pm 0.99$	$6.88^{aA} \pm 0.83$	$7.00^{aA} \pm 1.07$	$5.75^{aB} \pm 0.70$	$6.63^{aB} \pm 1.06$	$6.25^{aB} \pm 1.03$	$6.38^{aAB} \pm 0.91$	$6.75^{aAB} \pm 1.03$	$6.00^{aAB} \pm 0.93$
กลิ่นน้ำส้มสายชู	$5.88^{abA} \pm 0.99$	$6.13^{aA} \pm 1.12$	$7.00^{bA} \pm 1.00$	$5.88^{abB} \pm 0.83$	$6.25^{aB} \pm 1.04$	$4.63^{bB} \pm 1.18$	$5.88^{abB} \pm 1.13$	$6.13^{aB} \pm 1.36$	$4.88^{bB} \pm 1.12$
กลิ่นเครื่องเทศ	$6.13^{aA} \pm 1.12$	$5.00^{abA} \pm 1.19$	$5.38^{bA} \pm 0.92$	$5.88^{aA} \pm 0.83$	$6.25^{abA} \pm 1.65$	$5.75^{bA} \pm 1.03$	$6.00^{aA} \pm 1.07$	$6.13^{abA} \pm 1.12$	$4.50^{bA} \pm 1.19$
เนื้อสัมผัส	$6.38^{aB} \pm 1.06$	$6.25^{abB} \pm 0.89$	$5.75^{bB} \pm 0.71$	$6.88^{aA} \pm 1.26$	$7.25^{aA} \pm 0.70$	$7.00^{aA} \pm 1.06$	$6.25^{aB} \pm 1.04$	$6.38^{aB} \pm 1.06$	$6.50^{aB} \pm 1.30$
รสเปรี้ยว	$5.88^{aA} \pm 1.13$	$4.63^{aA} \pm 1.06$	$5.50^{bA} \pm 0.92$	$5.63^{aA} \pm 0.92$	$6.38^{aA} \pm 1.06$	$3.75^{aA} \pm 1.28$	$5.38^{aA} \pm 1.25$	$5.88^{aA} \pm 1.24$	$4.75^{aA} \pm 1.03$
รสเค็ม^{ns}	6.75 ± 0.89	5.38 ± 1.30	6.38 ± 0.74	6.25 ± 1.03	6.50 ± 1.30	5.50 ± 1.31	5.75 ± 1.16	6.13 ± 1.12	5.13 ± 1.45
ความชอบโดยรวม	$6.13^{aA} \pm 1.13$	$5.38^{aA} \pm 1.07$	$5.88^{bA} \pm 0.83$	$6.88^{aA} \pm 0.83$	$7.00^{aA} \pm 0.76$	$5.13^{bA} \pm 1.45$	$6.38^{aA} \pm 1.18$	$6.50^{aA} \pm 0.93$	$5.13^{bA} \pm 1.46$

หมายเหตุ: $^{a, b, c}$ อักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เนื่องจากสูตรมีอิทธิพล

$^{A, B, C}$ อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เนื่องจากชนิดของน้ำส้มสายชูมีอิทธิพล

^{ns}แสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

ภาคผนวก ก 2

คะแนนความชอบและการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูจากเชฟผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ ก 2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบและการยอมรับจากเชฟผู้เชี่ยวชาญ

คุณลักษณะ	น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวหอมมะลิ		น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล		น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด	
	ก่อนการนำไปรับประทานร่วมกับอาหาร	หลังรับประทานร่วมกับอาหาร	ก่อนการนำไปรับประทานร่วมกับอาหาร	หลังรับประทานร่วมกับอาหาร	ก่อนการนำไปรับประทานร่วมกับอาหาร	หลังรับประทานร่วมกับอาหาร
ลักษณะปรากฏ^{ns}	5.7±1.11	6.43±1.33	6.86±0.70	6.86±0.69	5.57±1.30	6.00±0.92
กลิ่นน้ำส้มสายชู^{ns}	6.00±1.00	6.14±1.07	6.71±0.95	6.14±0.70	5.29±1.03	5.14±1.24
กลิ่นเครื่องเทศ^{ns}	5.71±0.95	5.86±0.90	6.57±1.13	6.29±0.75	4.43±0.50	4.57±1.17
เนื้อสัมผัส^{ns}	6.43±1.27	6.57±1.27	7.29±0.75	7.43±1.13	6.71±0.45	7.14±0.98
รสเปรี้ยว^{ns}	5.86±1.06	6.14±1.34	6.57±0.53	7.00±1.01	4.57±0.90	5.71±1.03
รสเค็ม^{ns}	4.57±0.97	4.86±1.06	5.00±1.41	6.29±0.75	4.57±0.73	5.00±0.76
ความชอบโดยรวม^{ns}	4.57±0.91	5.14±1.07	6.14±1.21	6.86±0.89	4.71±1.03	5.43±1.17
การยอมรับ (ร้อยละ)	28.57	42.86	42.86	71.43	14.29	14.29

หมายเหตุ : ^{ns}แสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยความชอบก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์ร่วมกับอาหารอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$)

ภาคผนวก ก 3
ต้นทุนของน้ำดอง

ตารางที่ ก 3 ต้นทุนของน้ำดองเมื่อทำการทดแทนน้ำส้มสายชูหมักด้วยน้ำส้มสายชูกลั่น

	น้ำดองจากน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล		น้ำดองที่ทำการทดแทน	
ส่วนประกอบ	**ร้อยละ**	**ราคา**	**ร้อยละ**	**ราคา**
น้ำส้มสายชูหมัก	40.00	12.00	24.00	7.20
น้ำส้มสายชูกลั่น	-	0	16.00	0.41
น้ำเปล่า	52.40	0	52.40	0
เกลือ	1.00	0.03	1.00	0.03
น้ำตาล	3.00	0.07	3.0	0.07
กระเทียม	1.50	0.14	1.50	0.14
ลูกผักชี	1.10	0.23	1.10	0.23
พริกไทยดำ	1.00	0.79	1.00	0.79
ราคาต่อหน่วย		13.26		8.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก 4

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ ก 4.1 คุณภาพทางด้านเคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา	คุณภาพทางด้านเคมี			คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์	
	pH	ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)	ปริมาณกรด (ร้อยละ)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ปริมาณยีสต์ รา (CFU/g)
สัปดาห์ที่ 0	3.51 ± 0.01	1.10 ± 0.05	1.04 ± 0.04	ND	ND
สัปดาห์ที่ 2	3.53 ± 0.01	1.09 ± 0.04	1.07 ± 0.05	ND	ND
สัปดาห์ที่ 4	3.52 ± 0.01	1.10 ± 0.05	1.05 ± 0.04	ND	ND
สัปดาห์ที่ 6	3.54 ± 0.01	1.08 ± 0.05	1.05 ± 0.04	ND	ND
สัปดาห์ที่ 8	3.53 ± 0.01	1.10 ± 0.05	1.07 ± 0.03	ND	ND
สัปดาห์ที่ 10	3.54 ± 0.01	1.09 ± 0.04	1.03 ± 0.06	ND	ND
สัปดาห์ที่ 12	3.54 ± 0.01	1.10 ± 0.05	1.03 ± 0.06	ND	ND

ND = Not Detectable หมายถึง ตรวจไม่พบ

ตารางที่ ก 4.2 คุณภาพทางด้านกายภาพ (เนื้อสัมผัส) ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา	เนื้อสัมผัส (Kg.f.)			
	ผักกาดดอง	แตงกวา	แครอท	พริกชี้ฟ้าแดง
สัปดาห์ที่ 0	3.88 ± 0.85	3.57 ± 0.59	3.70 ± 0.61	2.35 ± 0.44
สัปดาห์ที่ 2	3.43 ± 0.53	2.71 ± 0.76	2.45 ± 0.57	1.97 ± 0.48
สัปดาห์ที่ 4	3.01 ± 1.02	2.13 ± 0.52	2.24 ± 0.61	1.33 ± 0.44
สัปดาห์ที่ 6	2.56 ± 0.96	1.88 ± 0.45	1.78 ± 0.92	1.15 ± 0.34
สัปดาห์ที่ 8	2.15 ± 0.80	1.39 ± 0.69	1.27 ± 0.37	0.98 ± 0.41
สัปดาห์ที่ 10	1.63 ± 0.53	1.09 ± 0.57	1.00 ± 0.48	0.59 ± 0.31
สัปดาห์ที่ 12	0.99 ± 0.42	0.61 ± 0.35	0.63 ± 0.40	0.39 ± 0.14

ตารางที่ ก 4.3 คุณภาพทางด้านกายภาพ (สี) ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา	ก้านผักกาดดอง					แตงกวา				
	L*	***a****	***b****	**Chroma**	**Hue**	***L****	***a****	***b****	**Chroma**	**Hue**
สัปดาห์ที่ 0	37.56 ± 1.10	0.72 ± 0.37	13.44 ± 1.29	13.46 ± 1.28	1.52 ± 0.03	39.94 ± 0.90	2.50 ± 0.22	14.76 ± 1.11	14.97 ± 1.09	1.40 ± 0.02
สัปดาห์ที่ 2	35.64 ± 0.92	1.37 ± 0.47	13.12 ± 1.07	13.20 ± 1.06	1.47 ± 0.04	39.77 ± 1.09	2.51 ± 0.44	14.37 ± 1.12	14.59 ± 1.07	1.40 ±0.04
สัปดาห์ที่ 4	34.18 ± 1.02	1.78 ± 0.56	11.35 ± 1.04	11.50 ± 1.05	1.42 ± 0.05	35.58 ± 1.07	2.79 ± 0.34	12.36 ± 1.06	12.68 ± 1.04	1.35 ± 0.03
สัปดาห์ที่ 6	34.21 ± 1.27	1.98 ± 0.72	10.51 ± 0.94	10.72 ± 0.91	1.38 ± 0.07	31.37 ± 1.10	2.90 ± 0.34	12.39 ± 1.06	12.73 ± 1.00	1.34 ± 0.04
สัปดาห์ที่ 8	33.98 ± 1.07	2.23 ± 0.47	10.22 ± 1.10	10.48 ± 1.06	1.35 ± 0.05	30.70 ± 1.08	2.97 ± 0.48	10.97 ± 1.08	11.38 ± 1.05	1.31 ± 0.05
สัปดาห์ที่ 10	33.93 ± 1.27	2.69 ± 0.14	8.14 ± 1.12	8.58 ± 1.08	1.25 ± 0.04	24.38 ± 0.92	3.10 ± 0.35	10.77 ± 1.09	11.22 ± 1.04	1.29 ± 0.04
สัปดาห์ที่ 12	34.01 ± 1.16	2.88 ± 0.42	7.26 ± 0.97	7.83 ± 0.89	1.19 ± 0.07	24.09 ± 1.02	3.16 ± 0.29	9.89 ± 0.71	10.39 ± 0.65	1.26 ± 0.04

ตารางที่ ก 4.3 (ต่อ)

ระยะเวลา	แครอท					พริกชี้ฟ้าแดง				
	L*	***a****	***b****	**Chroma**	**Hue**	***L****	***a****	***b****	**Chroma**	**Hue**
สัปดาห์ที่ 0	46.31 ± 1.10	29.30 ± 0.91	37.14 ± 1.14	47.32 ± 1.02	0.90 ± 0.02	37.56 ± 1.05	43.19 ± 0.85	37.30 ± 1.01	57.07 ± 0.74	0.71 ± 0.02
สัปดาห์ที่ 2	44.24 ± 1.03	28.25 ± 1.20	36.73 ± 0.94	46.35 ± 0.98	0.92 ± 0.02	36.20 ± 1.16	41.30 ± 1.01	36.27 ± 0.94	54.97 ± 1.01	0.72 ± 0.02
สัปดาห์ที่ 4	42.89 ± 0.72	27.33 ± 1.09	35.07 ± 0.98	44.47 ± 1.04	0.91 ± 0.02	35.96 ± 0.96	36.73 ± 1.05	35.05 ± 0.90	50.79 ± 0.60	0.76 ± 0.02
สัปดาห์ที่ 6	42.36 ± 0.82	26.82 ± 1.04	34.31 ± 1.13	43.57 ± 0.98	0.91 ± 0.03	35.39 ± 0.96	36.03 ± 1.04	33.29 ± 0.99	49.07 ± 1.09	0.75 ± 0.02
สัปดาห์ที่ 8	41.98 ± 1.00	26.43 ± 1.11	32.90 ± 1.07	42.22 ± 0.80	0.89 ± 0.03	34.08 ± 0.87	34.28 ± 1.03	32.49 ± 1.17	47.24 ± 1.10	0.76 ± 0.02
สัปดาห์ที่ 10	41.50 ± 0.84	24.34 ± 1.08	28.75 ± 1.03	37.81 ± 0.99	0.87 ± 0.03	33.97 ± 1.04	33.50 ± 1.12	28.40 ± 0.97	43.93 ± 1.05	0.70 ± 0.02
สัปดาห์ที่ 12	40.93 ± 1.17	20.01 ± 1.16	23.81 ± 0.87	31.16 ± 0.92	0.88 ± 0.03	33.33 ± 1.10	30.22 ± 0.97	25.36 ± 1.20	39.47 ± 1.03	0.70 ± 0.03

ตารางที่ ก 4.4 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ผักดองในน้ำส้มสายชู ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นน้ำส้มสายชู	กลิ่นเครื่องเทศ	เนื้อสัมผัส	รสเปรี้ยว	รสเค็ม	ความชอบโดยรวม	การยอมรับ (ร้อยละ)
สัปดาห์ที่ 0	7.87 ± 0.64	7.40 ± 0.91	7.47 ± 0.83	8.13 ± 0.74	7.27 ± 1.33	7.67 ± 1.05	7.87 ± 0.74	100.00
สัปดาห์ที่ 2	7.47 ± 0.74	7.53 ± 0.80	7.33 ± 0.82	7.20 ± 0.77	7.33 ± 0.62	7.27 ± 0.80	7.20 ± 0.56	100.00
สัปดาห์ที่ 4	7.40 ± 0.83	7.13 ± 0.99	7.20 ± 1.08	6.87 ± 1.13	7.13 ± 0.83	7.33 ± 0.90	7.07 ± 0.96	100.00
สัปดาห์ที่ 6	7.00 ± 0.65	6.50 ± 0.91	6.40 ± 0.91	6.20 ± 0.80	6.40 ± 1.06	6.60 ± 1.06	6.13 ± 1.13	86.67
สัปดาห์ที่ 8	6.73 ± 0.80	6.53 ± 0.99	6.20 ± 0.94	5.87 ± 0.92	6.33 ± 0.72	6.13 ± 0.92	6.00 ± 0.88	73.33
สัปดาห์ที่ 10	5.60 ± 1.40	6.40 ± 1.35	5.60 ± 1.12	5.73 ± 1.16	5.93 ± 0.96	6.13 ± 1.06	6.13 ± 0.74	66.67
สัปดาห์ที่ 12	5.40 ± 1.30	6.27 ± 1.22	5.33 ± 1.23	4.93 ± 1.33	5.87 ± 0.92	5.07 ± 1.39	5.40 ± 1.12	53.33

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ข 1. การวิเคราะห์ค่าสี (Color)

การวัดสีในระบบฮันเตอร์ (Hunter Lab) ทำการวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี Minolta colorimeter (CR-400) (Minolta co.,Ltd, Osaka, Japan) วัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ โดย

L^* คือค่าความสว่าง (lightness): ค่า L อยู่ในช่วง 0 ถึง 100 (ค่า L^* มาก แสดงความสว่างมาก, ค่า L^* น้อยแสดง ความสว่างน้อยหรือมีสีคล้ำ)

a^* คือค่าสีเขียวและแดง(greenness/redness): ค่า a^* เป็น – แสดงสีในโทนสีเขียว ค่า a^* เป็น + แสดงสีในโทนสีแดง

b^* คือค่าสีน้ำเงินและเหลือง(blueness/yellowness): ค่า b^* เป็น – แสดงสีในโทนสีน้ำเงิน ค่า b^* เป็น + แสดงสีในโทนสีเหลือง

วิธีการวิเคราะห์

1. ก่อนทำการวัดค่าสีทุกครั้งต้องทำการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย Standard Calibration Plate ตั้งค่า illuminant เท่ากับ C
2. ทำการวัดสี โดยนำตัวอย่างผักกาดดองวางบนภาชนะสีขาวแล้ววางหัววัดสีวางทาบลงบนตัวอย่าง อ่านค่า แสดงผลการวัดในระบบ CIELAB (L^*, a^*, b^*) ทำการวัด 20 ซ้ำ
3. นำค่า a* และ b* มาคำนวณค่า Chroma และ ค่า Hue ดังนี้

$$\text{Chroma} = (a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$$

$$\text{Hue-angle} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

4. นำไปหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข 2. การวิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อ (Force) (วิจิตรา, 2550**)**

การวัดค่าความแน่นเนื้อของผักกาดดองด้วยเครื่อง Texture analyzer TA-xt plus โดยใช้หัวตัดแบบ HDP/BSK blade set with knife probe

วิธีการวิเคราะห์

1. เตรียมก้านผักกาดดองขนาด 1.7×3.5 ซ.ม. ความสูง 0.8-1 ซ.ม.
2. ตั้งค่าเครื่อง Texture Analyzer ดังนี้

Test mode and option		Return to start
Pre-test speed	2	mm./s
Test speed	3	mm./s
Post-test speed	10.0	mm./s
Distance	30.0	mm./s
Tigger	10	g

ทำการวัด 10 ซ้ำ จากนั้นนำไปวิเคราะห์เพื่อหาค่า Max Force นำไปหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ทางเคมี

ค1. การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง ตามวิธีของ AOAC (2000)

1. สุ่มผลิตภัณฑ์ผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรสมา 1 ขวด (200 กรัม) มาบดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เครื่องบดผสม

2. ชั่งตัวอย่างจำนวน 25 กรัม เติมน้ำกลั่นลงไป 5 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ที่ได้มีการปรับค่ามาตรฐานด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่าความเป็นกรดด่าง 4.00 และ 7.00 ตามลำดับ อ่านค่าความเป็นกรด-ด่าง

3. วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ แล้วนำไปหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค2. การวิเคราะห์ปริมาณกรดอะซิติก ตามวิธี AOAC (2000)

การเตรียมสารเคมี

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide; NaOH เข้มข้น 0.1 โมลาร์)

ชั่ง NaOH 4 กรัม ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าขนาดทศนิยม 2 ตำแหน่ง ละลายด้วยน้ำกลั่นต้มที่ทิ้งไว้ให้เย็นแล้ว ปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตรนำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนด้วยโพแทสเซียมไฮโดรเจนแทลเลต เข้มข้น 0.1 โมลาร์

2. สารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนแทลเลต (Potassium Hydrogen Phthalate; $KHC_8H_4O_4$ เข้มข้น 0.1 โมลาร์)

2.1 นำ $KHC_8H_4O_4$ ประมาณ 5 กรัม อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน Desecrator

2.2 ชั่ง $KHC_8H_4O_4$ ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1.6338 กรัม ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ใส่ในบีกเกอร์ 200 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 50 มิลลิลิตร คนให้ละลายเทใส่ขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

<u>การคำนวณหาความเข้มข้นของ $KHC_8H_4O_4$</u>

มวลโมเลกุลของ $KHC_8H_4O_4$ = 204.22

น้ำหนักของ $KHC_8H_4O_4$ ที่ชั่งได้ = 1.6338 กรัม

ละลายในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

ความเข้มข้นของ $KHC_8H_4O_4 = \frac{1.6338 \times 1000}{204.22 \times 100}$

= 0.0800 โมลาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ฟีนอฟทาลีน (Phenolpthaline; $C_{20}H_{14}O_4$) เข้มข้นร้อยละ 1

3.1 ชั่ง Phenolpthaline 1 กรัม ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ใส่ในบีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร เติม ethalnol ร้อยละ 95 จำนวน 60 มิลลิลิตร

3.2 คนให้สารละลาย ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

<u>การหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์</u>

ใช้สารละลายโปตัสเซียมไฮโดรเจนแทลเลต (Potassium hydrogen Phthalate) ทำการไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้การหาจุดยุติของการไตเตรชันใช้สารละลายฟีนอฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้สูตร

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1. สุ่มตัวอย่างผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมัก1 ขวด (200 กรัม) นำไปปั่นละเอียด
2. ชั่งตัวอย่างมา 20 กรัม กรัม ใส่ในบิกเกอร์ เติมน้ำกลั่นลงไป คนให้เข้ากันเทใส่ขวดปริมาตรขนาด 100 – 200 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบด้วยน้ำกลั่น
3. นำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 ปิเปตส่วนที่กรองได้ 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่
4. หยดสารละลายฟีนอฟทาลีนจำนวน 2-3 หยด ลงในขวดรูปชมพู่
4. นำไปไตเตรทด้วย 0.1 โมลาร์ NaOH หาจุดยุติของการไตเตรทเมื่อสารละลายเป็นสีชมพูอ่อน ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ แล้วนำไปหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

<u>การคำนวณ</u>

$$\text{ร้อยละกรดอะซิติก (โดยน้ำหนัก)} = \frac{a \times b \times c \times d \times 100}{e \times f}$$

a = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ที่ใช้ไตเตรท (มิลลิลิตร)

b = ปริมาตรของการปรับปริมาตร (มิลลิลิตร)

c = ค่ามิลลิอิควิวาเลนซ์ กรดอะซิติก 0.0605

d = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โมลาร์)

e = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

f = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค 3. การวิเคราะห์หาปริมาณเกลือ ตามวิธี AOAC (2000)

1. โปรตัสเซียมโครเมต (Potassium Chromate; K_2CrO_4)

ชั่ง K_2CrO_4 4.9 กรัม ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง ใส่ในบีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 80 มิลลิลิตร คนให้ละลาย เทใส่ขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับให้ครบด้วยน้ำกลั่น

2. ซิลเวอร์ไนเตรท (Silver nitrate; $AgNO_3$) เข้มข้น 0.1 โมลาร์

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

3. โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride; NaCl) เข้มข้น 0.1 โมลาร์

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

<u>การคำนวณหาความเข้มข้นของ NaCl</u>

มวลโมเลกุลของ NaCl = 58.44

น้ำหนักของ NaCl ที่ชั่งได้ = 0.5844 กรัม

ละลายในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

ความเข้มข้นของ NaCl = 0.5844×100

$58.44 \times 100 = 0.1$ โมลาร์

การหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท

ใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ทำการไตเตรทกับสารละลายซิลเวอร์ไนเตรท เติมโปตัสเซียมโครเมตอินดิเคเตอร์ จำนวน 1 มิลลิลิตร เพื่อใช้เป็นอินดิเคเตอร์ ไตเตรทจนกระทั่งได้จุดยุติเป็นตะกอนสีส้มแดง คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายซิลเวอร์ไตเตรทโดยใช้สูตร $N_1V_1 = N_2V_2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีวิเคราะห์

1. สุ่มตัวอย่างผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมัก1 ขวด (200 กรัม) นำไปปั่นละเอียด
2. ชั่งตัวอย่าง 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 จุดยุติของสารละลายจะมีสีแดงอิฐ บันทึกผล (หากใช้ 0.1 โมลาร์ ซิลเวอร์ไนเตรทในการไตเตรทน้อยกว่า 0.5 มิลลิลิตรให้เพิ่มปริมาณตัวอย่าง หรือถ้าใช้มากกว่า 25 มิลลิลิตร ให้ลดตัวอย่างลง) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ3 ซ้ำ แล้วนำไปหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การคำนวณ

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

$$\text{ร้อยละปริมาณเกลือ (โดยน้ำหนัก)} = \frac{a \times b \times c \times 0.005844 \times 1000}{d \times e}$$

a = ปริมาตรของ 0.1 โมลาร์ซิลเวอร์ไนเตรทที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลิตร)
b = ปริมาตรที่ปรับปริมาตร (มิลลิลิตร)
c = ความเข้มข้นของซิลเวอร์ไตเตรท (โมลาร์)
d = น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)
e = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลิตร)

ค 4. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1 กระป๋องอะลูมิเนียม
2 ตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven)
3 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4 โถดูดความชื้น
5 คีมคีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีวิเคราะห์

1. อบกระป๋องอะลูมิเนียมหาความชื้นพร้อมฝาในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105±2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมงทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาทีชั่งน้ำหนัก (W_1) โดยชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่ความละเอียด 4 ตำแหน่ง

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัมใส่กระป๋องหาความชื้นที่อบและชั่งน้ำหนักไว้เรียบร้อยแล้ว (W_2)

3. นำกระป๋องหาความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาออกขณะอบไปอบที่ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105±2 องศาเซลเซียสนาน 3 ชั่วโมง

4.นำกระป๋องหาความชื้นออกจากตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าโดยปิดฝาทันทีและทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาทีชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

5. นำไปอบต่อและนำมาชั่งน้ำหนักทุกชั่วโมงจนได้น้ำหนักคงที่ (W_3)

การคำนวณ

$$\text{ร้อยละความชื้น} = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_2 - W_1)} \times 100$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้นและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_3 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้นและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

ค 5. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ตามวิธี AOAC (2000)

อุปกรณ์

1 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (crucible)

2 เตาต้มร้อน (hot plate)

3 เตาเผา (muffle furnace)

4 โถดูดความชื้น

5 ตู้ดูดควันพิษ (hood)

6 คีมคีบ

7 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีวิเคราะห์

1.เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้ว นำมาใส่โถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักบันทึกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ชั่งตัวอย่างประมาณ 3.0000-5.0000 กรัม ใส่ถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว นำไป เผาในตู้ดูดควันจนหมดควัน

3 นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง จนเถ้าเป็นสีขาว

4 นำเข้าโถดูดความชื้นเมื่อตัวอย่างอาหารเย็นแล้ว นำออกมาชั่ง บันทึกผล

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{(b-a)}{w} \times 100$$

a = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบ

b = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบกับน้ำหนักของเถ้าภายหลังการเผา

w = น้ำหนักของอาหารก่อนเผา

ค 6. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธี AOAC (2000)

อุปกรณ์

1 อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) รุ่น S 306 AK ประกอบด้วย บีกเกอร์สกัดไขมันพร้อมทิมเบิลเครื่องควบคุมความร้อน เครื่องปั๊มลม และ เครื่องทำความเย็น (Cooling tower)

2 ตู้อบไฟฟ้า (Hot Air Oven)

3 โถดูดความชื้น (Descicator)

4 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

5. ที่คีบ

6.ลูกแก้วกันเดือด

สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์จุดเดือด 40-60 องศาเซลเซียส

วิธีวิเคราะห์

1 อบบีกเกอร์สำหรับหาไขมันพร้อมลูกแก้วกันเดือด ในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2 นำตัวอย่างไปอบไล่ความชื้นที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

3. ชั่งตัวอย่างบน 5.00 กรัม บนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ห่อให้มิดชิด แล้วใส่ในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง (Thimble)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 เติมตัวทำละลาย ปิโตรเลียมอีเทอร์ ปริมาณ 140 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์

5 ประกอบชุดสกัดไขมัน พร้อมทั้งเปิดน้ำเย็นหล่ออุปกรณ์ควบแน่น เปิดเครื่องปั๊มลม และเปิดเครื่องควบคุมความร้อน โดยตั้งโปรแกรมการทำงานดังนี้

Boiling time	30	min
Solvent reduction A	5×15	ml.
Extraction time	80	min.
Solvent reduction B	8	min.
Solvent reduction C	5	min.
Solvent reduction interval	4	min.
Solvent reduction phase	3	min.

6. เมื่อทำการสกัดเสร็จสมบูรณ์เครื่องจะยกบีกเกอร์ขึ้นอย่างอัตโนมัติ

7. นำบีกเกอร์ที่มีคราบไขมันมาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาทีทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

8 ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์ แล้วอบซ้ำนาน 30 นาทีจนกระทั่งผลต่างของน้ำหนัก 2 ครั้งติดกัน ไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักบีกเกอร์ไขมันหลังอบ} - \text{น้ำหนักบีกเกอร์เริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักสารตัวอย่าง}} \times 100$$

ค 7. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตามวิธี AOAC (2000)

อุปกรณ์

1 หลอดย่อยโปรตีน (Kjedahl flaskฉ

2. เครื่องย่อยและเครื่องกลั่นไนโตรเจน

3. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

4 ขาตั้ง (stand) และบิวเรท (burette) สำหรับไตเตรต

5 ขวดรูปชมพู่ 500 มิลลิลิตร

6 กระบอกตวง (cylinder)

7. ลูกแก้วกันเดือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สารเคมี</u>

1 กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เข้มข้นร้อยละ 93 – 98

2 สารเร่ง (catalyst) (ใช้ Copper sulfate กับ Potassium sulfate ผสมในอัตราส่วน 1 ต่อ 10)

3 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ร้อยละ 40 (โดยละลาย 400 กรัม ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ชนิดเกล็ด ในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร)

4 กรดไฮโดรคลอริก 0.1 นอร์มอล (0.1 N HCl)

5 กรดบอริค (H_3BO_3) ร้อยละ 2 (ต้มน้ำกลั่น 50 มล. ให้ร้อน แล้งใส่ผงกรดบอริคลง ไป 2 กรัม ต้มจนละลายหมด ทิ้งไว้จนสารละลายเย็นลงแล้วจึงเติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มล.)

6 อินดิเคเตอร์ (เมทธิลเรด และเมทธิลีนบลู)

<u>วิธีการ</u>

1 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักประมาณ 5 กรัม ลงในหลอดย่อยโปรตีน เติมตัวเร่ง 10 กรัม เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร และใส่ลูกแก้วกันเดือด 3 ลูก

2. นำหลอดย่อยโปรีตีนประกอบเข้ากับเครื่องย่อย ย่อยจนได้สารละลายสีใสหรือสีฟ้า ปล่อยให้เครื่องดูดควันจนหมด ทิ้งให้เย็น

3.นำหลอดตัวอย่างที่ย่อยแล้วมาต่อเข้ากับเครื่องกลั่นโปรตีน เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 และน้ำกลั่นในปริมาณที่เครื่องกำหนด ใช้บอริกเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นตัวจับแอมโมเนียโดยตวงบอริก 60 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร หยด mixed indicator 2-3 หยด รอจนกลั่นเสร็จ

4. นำขวดรูปชมพู่ที่มีสารละลายกรดบอริกกับแอมโมเนียสีฟ้าใสมาทำการไตเตรตกับกรดไฮโดรคลอลิค เข้มข้น 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาณไฮโดรคลอลิคที่ใช้แล้วนำไปคำนวณ

<u>การคำนวณ</u>

$$\text{ร้อยละไนโตรเจน} = \frac{(A-B) \times N\ HCl \times 14}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 1000} \times 100$$

ร้อยละโปรตีน = ร้อยละไนโตรเจน × 6.25

A = ปริมาณของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตรเตรตกับตัวอย่าง

B = ปริมาณของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตรเตรตกับ Blank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค 8. การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย ตามวิธี AOAC (2000)

<u>อุปกรณ์</u>

1. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. คิวซิเบิลแก้ว (glass crucible)
3. เครื่องวิเคราะห์ใยอาหาร Fibertech 1020
4 เตาเผา
5 โถดูดความชื้น
6 ที่คีบ
7. กาแก้วสำหรับต้มกรด ด่าง

<u>สารเคมี</u>

1. กรดซัลฟูริก เข้มข้น 0.255 N (เตรียมโดยปิเปตกรดซัลฟูริกร้อยละ 98.1 6.93 มิลลิลิตร ปรับปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น)
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.313 N (เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร)
3.ซีไลท์
4. อะซิโตน

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1.เผาคิวซิเบิลแก้วในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้ว ทิ้งไว้ในโถดูดความชื้น ให้เย็น ชั่งน้ำหนักบันทึกไว้
2. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันออกแล้วน้ำหนัก 1.0000 กรัม ใส่คิวซิเบิลแก้ว ใส่ซีไลท์ 0.5 กรัม
3. นำคิวซิเบิลแก้วที่มีตัวอย่างเข้าเครื่องสกัดไฟเบอร์ โดยเติมกรดซัลฟูริกอุ่นลงไป 150 มิลลิลิตร เปิดเครื่อง เป็นเวลา 30 นาที
4. เปิดกรดที่สกัดตัวอย่างแล้วทิ้ง ล้างด้วยน้ำกลั่นต้ม 3 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตร
5. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์อุ่น 150 มิลลิลิตร เปิดเครื่องเป็นเวลา 30 นาที
6. เปิดด่างที่สกัดตัวอย่างแล้วทิ้ง ล้างด้วยน้ำกลั่นต้ม 3 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตร
7.ล้างกากด้วยอะซิโตน 25 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น บันทึกน้ำหนัก
8. นำตัวอย่างไปเผาในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น บันทึกน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีคำนวณ

$$\text{ร้อยละเยื่อใย} = \frac{W_1 - W_2}{W} \times 100$$

W = น้ำหนักตัวอย่าง

W_1 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องและกากหลังอบแห้ง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องและกากหลังจากการเผา(กรัม)

ค 9. การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ตามวิธี AOAC (2000)

คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) = 100 – (ร้อยละของความชื้น+ร้อยละของไขมัน + ร้อยละของโปรตีน+ ร้อยละของเถ้า + ร้อยละของเยื่อใย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์

ง 1. การหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธีของ AOAC (2000) ด้วยวิธี pour plate

<u>อุปกรณ์</u>

1. จานเพาะเชื้อ
2. ตู้บ่มเชื้อ
3. ออโต้ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
4. เครื่องฆ่าเชื้อ (autoclave)
5. หลอดทดลอง
6. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

<u>อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง</u>

1. สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ใช้กรรไกรและปากคีบที่ปราศจากเชื้อ ตัดตัวอย่างผักกาดดอง แครอท แตงกวา และพริกชี้ฟ้าแดง รวมแล้ว 25 กรัม (12.5, 5, 5, 2.5 กรัม) ใส่ในถุงตีบด (Stomacher bag) ที่มีสารละลายบัฟเฟอร์ เปปโตน 225 มิลลิลิตร นำไปตีบดด้วยเครื่องตีบดอาหาร (Stomacher) เป็นเวลา 2 นาที

1.2 เขย่าให้อาหารเป็นเนื้อเดียวกันใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 1: 10 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมแบบหมุนวน (Vortex)

1.3 เตรียมตัวอย่างที่มีความเจือจาง 10^{-1}-10^{-3}

2. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อในปริมาณ 23.5 กรัม ลงในน้ำกรองที่ใช้สำหรับการเตรียมอาหาร 1 ลิตร
2. ให้ความร้อนอาหารเลี้ยงเชื้อจนใส บรรจุใส่ขวด ขวดละ 200 มิลลิลิตร แล้วนำไปฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

1 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจางต่าง ๆ (10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูดจากระดับความเข้มข้นที่เจือจาง

2 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar ที่หลอมเหลวลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่าง โดยใส่อาหารจานละประมาณ 15 มิลลิลิตร

3 ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากัน วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัวจึงคว่ำจานเพาะเชื้อลง

4 บ่มจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน

4. การตรวจนับจำนวนโคโลนีและการรายงานผล

หลังการบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีจากทั้งสองจานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับในรูปโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม

ง 2. การหาปริมาณยีสต์และรา ตามวิธีของ AOAC (2000) ด้วยวิธี pour plate

<u>อุปกรณ์</u>

1. จานเพาะเชื้อ
2. ตู้บ่มเชื้อ
3. ออโต้ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
4. เครื่องฆ่าเชื้อ (autoclave)
5. หลอดทดลอง
6. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

<u>อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง</u>

1. สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA)
3. สารละลายกรดทาร์ทาริก ความเข้มข้นร้อยละ 10

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ใช้กรรไกรและปากคีบที่ปราศจากเชื้อ ตัดตัวอย่างผักกาดดอง แครอท แตงกวา และพริกชี้ฟ้าแดง รวมแล้ว 25 กรัม (12.5, 5 ,5, 2.5 กรัม) ใส่ในถุงตีบด (Stomacher bag) ที่มีสารละลายบัฟเฟอร์ เปปโตน 225 มิลลิลิตร นำไปตีบดด้วยเครื่องตีบดอาหาร (Stomacher) เป็นเวลา 2 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 เขย่าให้อาหารเป็นเนื้อเดียวกันใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 1: 10 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมแบบหมุนวน (Vortex)

1.3 เตรียมตัวอย่างที่มีความเจือจาง 10^{-1}-10^{-3}

2. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อในปริมาณ 39 กรัม ลงในน้ำกรองที่ใช้สำหรับการเตรียมอาหาร 1 ลิตร

2. ให้ความร้อนอาหารเลี้ยงเชื้อจนใส บรรจุใส่ขวด ขวดละ 200 มิลลิลิตร เติมกรดทาทาริกปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปฆ่าเชื้อ

3. การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

1 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจางต่าง ๆ (10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูดจากระดับความเข้มข้นที่เจือจาง

2 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar ที่หลอมเหลวลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่าง โดยใส่อาหารจานละประมาณ 15 มิลลิลิตร

3 ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากัน วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัวจึงคว่ำจานเพาะเชื้อลง

4 บ่มจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 30 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

4. การตรวจนับจำนวนโคโลนีและการรายงานผล

หลังการบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25 – 250 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีจากทั้งสองจานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับในรูปโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม

ง 3 การหาปริมาณแบคทีเรียแลคติค ตามวิธีของ AOAC (2000) ด้วยวิธี Spread plate

<u>อุปกรณ์</u>

1. จานเพาะเชื้อ
2. ตู้บ่มเชื้อ
3. ออโต้ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
4. เครื่องฆ่าเชื้อ (autoclave)
5. หลอดทดลอง
6. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
7. แท่งแก้วสำหรับ Spread plate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง</u>

1. สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1

2. อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS broth + Agar ร้อยละ 15

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ใช้กรรไกรและปากคีบที่ปราศจากเชื้อ ตัดตัวอย่างผักกาดดอง แครอท แตงกวา และพริกชี้ฟ้าแดง รวมแล้ว 25 กรัม (12.5, 5, 5, 2.5 กรัม) ใส่ในถุงตีบด (Stomacher bag) ที่มีสารละลายบัฟเฟอร์ เปปโตน 225 มิลลิลิตร นำไปตีบดด้วยเครื่องตีบดอาหาร (Stomacher) เป็นเวลา 2 นาที

1.2 เขย่าให้อาหารเป็นเนื้อเดียวกันใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 1: 10 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมแบบหมุนวน (Vortex)

1.3 เตรียมตัวอย่างที่มีความเจือจาง 10^{-1}-10^{-3}

2. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS broth + Agar ร้อยละ 15

2. ให้ความร้อนอาหารเลี้ยงเชื้อจนใส บรรจุใส่ขวด แล้วนำไปฆ่าเชื้อ แล้วเทลงในเพลทปริมาตร 15 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้แข็ง เพื่อเก็บไว้ในการลงเชื้อ

3. การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

1 ทำการเจือจางตัวอย่างที่ระดับ 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}

2. ดูดตัวอย่างจากข้อ 1 ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร (ทำ 2 ซ้ำ) ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร

3. ใช้แท่งแก้วที่ปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วบริเวณผิวหน้าอาหาร

4. บ่มจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 1 ชั่วโมง ในสภาวะไร้อากาศ

4. การตรวจนับจำนวนโคโลนีและการรายงานผล

หลังการบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25 – 250 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีจากทั้งสองจานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับในรูปโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก จ 1

แบบสอบถามเพื่อประเมินผลทางประสาทสัมผัส

จ 1.1. แบบสอบถามวิธีเรียงลำดับความชอบ (Ranking scale)

แบบสอบถามด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบต่อรูปร่างการตัดแต่งผักกาดดอง (Ranking scale)

ผลิตภัณฑ์ ก้านผักกาดดอง วันที่.....

ผู้ทดสอบ……..

คำแนะนำ : กรุณาดูตัวอย่างแล้วเรียงลำดับความชอบต่อรูปทรงของก้านผักกาดดอง เพื่อที่จะนำไปทำผลิตภัณฑ์ ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรสพร้อมทาน โดย 1 = ชอบน้อยที่สุด และ 8 = ชอบมากที่สุด

****หมายเหตุ** ผักกาดดองในน้ำส้มสายชู มีส่วนประกอบของแครอท แตงกวา และพริกชี้ฟ้าแดง บรรจุขวดโหลแก้ว ขนาด 7 ออนซ์

รหัสตัวอย่าง	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ลำดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์								

ข้อเสนอแนะ

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ 1.2 แบบสอบถามด้วยวิธีให้คะแนนความชอบร่วมกับวิธีการวัดความพอดี (9-point Hedonic scale และ Just About Right Scale (JAR))

แบบสอบถามด้วยวิธีให้คะแนนความชอบร่วมกับวิธีการวัดความพอดี

ผลิตภัณฑ์ ผักดองในน้ำส้มสายชูพร้อมทาน วันที่ .....

ผู้ทดสอบ……..

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึก ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง (กรุณาบ้วนปากก่อนทำการทดสอบตัวอย่าง) โดยสเกลความชอบมีดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

และขีดเครื่องหมาย / ให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์ในเรื่องความพอดีของผลิตภัณฑ์

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	**คะแนนความชอบ**	**ระดับความพอดี**		
	(คะแนน 1-9)	**น้อยไป**	**พอดี**	**มากไป**
สี				
กลิ่นน้ำส้มสายชู				
กลิ่นเครื่องเทศ				
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)				
รสเปรี้ยว				
รสเค็ม				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ……

……

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ 1.3 แบบสอบถามเชฟ โดยวิธีการ Home use test

แบบสอบถามการทดสอบความชอบของผู้ทดสอบแบบ Home use test

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบความชอบของผู้ทดสอบผักกาดดองเกลือต่ำในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรส

คำชี้แจง แบบทดสอบชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยการผลิตผักกาดดองเกลือต่ำในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรส เพื่อประกอบวิทยานิพนธ์ของ นางสาววรรณกานต์ เภทพ่อค้า นักศึกษาปริญญาโท สาขาการจัดและบริการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยนี้ และไม่มีผลกระทบใดๆต่อท่านทั้งสิ้นขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

สิ่งที่ส่งมาด้วย

1. ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักทั้งหมด 3 สูตร สูตรละ 7 oz. (200 กรัม) (Pickled in Pineapple vinegar, Pickled in Apple cider และ Pickled in Jasmine Rice vinegar)
2. แบบสอบถามจำนวน 2 ชุด
   2.1 แบบสอบถามที่ 1 ; แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ **<u>ก่อนการนำไปรับประทานร่วมกับอาหาร</u>**
   2.2 แบบสอบถามที่ 2 ; แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ **<u>หลังการนำไปรับประทานร่วมกับอาหาร</u>**

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์ผักดองเกลือต่ำในน้ำส้มสายชูหมัก เป็นผลิตภัณฑ์ที่มุ่งเน้นการพัฒนารูปแบบผักกาดดองที่มีอยู่ให้หลากหลายมากขึ้น โดยเน้นเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร ตกแต่งจานอาหารและเป็นเครื่องเคียงสำหรับอาหารยุโรป และมีปริมาณโซเดียมต่ำ เหมาะกับผู้ที่ต้องการควบคุมปริมาณโซเดียม

<u>คำแนะนำการทำแบบทดสอบ</u> ในการทดสอบผลิตภัณฑ์ผักดองเกลือต่ำในน้ำส้มสายชูหมัก ผู้ทดสอบกรุณาทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ก่อนนำไปรับประทานร่วมกับอาหาร โดยตอบคำถามในแบบสอบถามที่ 1 หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์ผักดองเกลือต่ำในน้ำส้มสายชูหมัก ไปประกอบอาหารต่างๆ ตามที่ผู้ทดสอบเคยใช้ผักดองประเภทอื่นมาก่อน แล้วตอบค่าถามในแบบสอบถามที่ 2 (ขอความกรุณาผู้ทำการทดสอบถ่ายภาพอาหารที่ท่านใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิจัยต่อไป

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือ

ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำแนะนำ กรุณาใส่เครื่องหมาย / ลงใน ( ) หน้าค่าตอบที่เห็นว่าเหมาะสม และตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) ต่ำกว่า 20 ปี ( ) 21 – 30 ปี ( ) 31 – 40 ปี

( ) 41 – 50 ปี ( ) มากกว่า 50 ปี

3. ระดับการศึกษา

( ) มัธยมศึกษา ( ) อนุปริญญาตรี ( ) ปริญญาตรี

( ) ปริญญาโท ( ) สูงกว่าปริญญาโท

4. ท่านใช้ผักดองในน้ำส้มสายชูกับเมนูใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ใส่ในเบอร์เกอร์/ แซนวิช

( ) เป็นเครื่องเคียง

( ) น้ำสลัด

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

5. ความถี่ในการใช้ผักดองในน้ำส้มสายชู

( ) ทุกวัน ( ) 2-3 วันครั้ง

( ) สัปดาห์ละครั้ง ( ) 2-3 สัปดาห์ครั้ง

( ) เดือนละครั้ง ( ) อื่นๆ (ระบุ).....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามที่ 1

แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ก่อนนำไปรับประทานร่วมกับอาหาร

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบให้ตรงตามความรู้สึกของท่านรู้สึก โดยกำหนดเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

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

Pickled in Jasmine Rice vinegar

ปัจจัยคุณภาพ	**คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์**								
	9	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นน้ำส้มสายชู									
กลิ่นเครื่องเทศ									
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)									
รสเปรี้ยว									
รสเค็ม									
ความชอบโดยรวม									

การยอมรับผลิตภัณฑ์ ( ) ยอมรับ ( ) ไม่ยอมรับ

ข้อเสนอแนะ……

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pickled in Apple cider

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นน้ำส้มสายชู									
กลิ่นเครื่องเทศ									
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)									
รสเปรี้ยว									
รสเค็ม									
ความชอบโดยรวม									

การยอมรับผลิตภัณฑ์ ( ) ยอมรับ ( ) ไม่ยอมรับ

ข้อเสนอแนะ……

Pickled in Pineapple vinegar

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นน้ำส้มสายชู									
กลิ่นเครื่องเทศ									
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)									
รสเปรี้ยว									
รสเค็ม									
ความชอบโดยรวม									

การยอมรับผลิตภัณฑ์ ( ) ยอมรับ ( ) ไม่ยอมรับ

ข้อเสนอแนะ……

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามที่ 2

แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ หลังนำไปรับประทานร่วมกับอาหาร

คำแนะนำ: หลังจากการใช้ผลิตภัณฑ์ผักกาดดองเกลือต่ำในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรสทำอาหารแล้ว กรุณาให้คะแนนความชอบให้ตรงตามความรู้สึกของท่านรู้สึก โดยกำหนดเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

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

Pickled in Jasmine Rice vinegar

ปัจจัยคุณภาพ	**คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์**								
	9	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นน้ำส้มสายชู									
กลิ่นเครื่องเทศ									
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)									
รสเปรี้ยว									
รสเค็ม									
ความชอบโดยรวม									

การยอมรับผลิตภัณฑ์ ( ) ยอมรับ ( ) ไม่ยอมรับ

ข้อเสนอแนะ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pickled in Apple cider

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นน้ำส้มสายชู									
กลิ่นเครื่องเทศ									
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)									
รสเปรี้ยว									
รสเค็ม									
ความชอบโดยรวม									

การยอมรับผลิตภัณฑ์ ( ) ยอมรับ ( ) ไม่ยอมรับ

ข้อเสนอแนะ……

Pickled in Pineapple vinegar

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นน้ำส้มสายชู									
กลิ่นเครื่องเทศ									
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)									
รสเปรี้ยว									
รสเค็ม									
ความชอบโดยรวม									

การยอมรับผลิตภัณฑ์ ( ) ยอมรับ ( ) ไม่ยอมรับ

ข้อเสนอแนะ……

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวความคิดของผู้ใช้ต่อผลิตภัณฑ์ผักกาดดองเกลือต่ำในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรสภายหลังการใช้

1. เมนูที่ท่านทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ผักกาดดองเกลือต่ำในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรส

    1.1 Pickled in Pineapple vinegar

    ……

    1.2 Pickled in Apple cider

    ……..……

    1.3 Pickled in Jasmine Rice vinegar

    ……..……

2. ปริมาณที่ท่านต้องการให้บรรจุผักดองต่อ 1 หน่วยบรรจุภัณฑ์ (เพื่อใช้ในสถานที่ประกอบการบริการอาหาร)

    ( ) 8 oz. ( ) 12 oz. ( ) 16 oz. ( ) 24 oz.

3. ราคาผลิตภัณฑ์ผักกาดดองเกลือต่ำในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรสที่เหมาะสมและสนใจซื้อต่อ 1 หน่วยบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการทดลองใช้ (200 กรัม)

    ( ) ต่ำกว่า 50 บาท ( ) 51-100 บาท ( ) 101 บาท ขึ้นไป

4. ข้อเสนอแนะ……

    ……

-----ขอขอบพระคุณในความร่วมมือ----

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ 1.4 แบบสอบถามเพื่อวัดความแตกต่างด้วยวิธีการ Difference from control (ปราณี, 2547)

แบบสอบถามเพื่อวัดความแตกต่างด้วยวิธีการ Difference from control

ผู้ทดสอบ..... วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ .....น้ำส้มสายชูปรุงรส..... ลักษณะเฉพาะ .....กลิ่นน้ำส้มสายชู.....

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่างทั้ง 5 ตัวอย่าง กับตัวอย่าง R แล้วใส่เครื่องหมาย / แสดงระดับความแตกต่าง

ด้านกลิ่นน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิ้ล

ระดับความแตกต่าง	**รหัส.....**	**รหัส.....**	**รหัส.....**	**รหัส.....**	**รหัส.....**
9 = กลิ่นน้ำส้มสายชู**มากกว่า** R มากที่สุด					
8 = กลิ่นน้ำส้มสายชู**มากกว่า** R มาก					
7 = กลิ่นน้ำส้มสายชู**มากกว่า** R					
6 = กลิ่นน้ำส้มสายชู**มากกว่า** R เล็กน้อย					
5 = กลิ่นน้ำส้มสายชู**ไม่แตกต่าง** จาก R					
4 = กลิ่นน้ำส้มสายชู**น้อยกว่า** R เล็กน้อย					
3 = กลิ่นน้ำส้มสายชู**น้อยกว่า** R					
2 = กลิ่นน้ำส้มสายชู**น้อยกว่า** R มาก					
1 = กลิ่นน้ำส้มสายชู**น้อยกว่า** R มากที่สุด					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ 1.5 แบบสอบถามเพื่อวัดความแตกต่างด้วยวิธีการ Difference from Control

แบบสอบถามเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างโดยรวมกับตัวอย่างควบคุม

ผู้ทดสอบ..... วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ .....ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักปรุงรส.....

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่าง C ก่อนเพื่อทำความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ซึ่งกำหนดให้คุณลักษณะต่างๆเท่ากับ “0” บนสเกล (ให้ตัวอย่าง C เป็น 0) แล้วทดสอบตัวอย่างที่มีรหัส ทั้ง 3 ตัวอย่าง จากนั้นบอกความแตกต่างว่า มากกว่า (+) หรือน้อยกว่า (-) ตัวอย่าง “Control” โดยทำเครื่องหมาย / แสดงระดับความแตกต่างตรงช่องสเกล

ระดับความแตกต่างด้านกลิ่นน้ำส้มสายชู

รหัสตัวอย่าง	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
.....											
.....											
.....											
.....											

ระดับความแตกต่างด้านรสเปรี้ยว

รหัสตัวอย่าง	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
.....											
.....											
.....											
.....											

ระดับความแตกต่างโดยรวม

รหัสตัวอย่าง	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
.....											
.....											
.....											
.....											

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ 1.6 รูปแบบการเสิร์ฟตัวอย่างแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล BIB (Balanced incomplete block design)

BIB ประเภท II T=9, k=4, r=8, λ=3									
บล็อค	ซ้ำ 1, 2,3, 4				บล็อค	ซ้ำ 5, 6, 7, 8			
1	1	4	6	7	10	1	2	5	7
2	2	6	8	9	11	2	3	5	6
3	1	3	8	9	12	3	4	7	9
4	1	2	3	4	13	1	2	4	9
5	1	5	7	8	14	1	5	6	9
6	4	5	6	9	15	1	3	6	8
7	2	3	6	7	16	4	6	7	8
8	2	4	5	8	17	3	4	5	8
9	3	5	7	9	18	2	7	8	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ 2
วิธีการวิเคราะห์แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จ 2.1 การวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยวิธีของ Friedman

วิเคราะห์ความแตกต่างด้วยวิธีของ Friedman โดยรวมผลรวมอันดับแล้วเรียงลำดับจากชอบมากไปชอบน้อย คำนวณค่า T ดังสูตร

$$T = \frac{12}{bt(t+1)}\left(R^2_1 + R^2_2 + R^2_3 + \cdots\right)] - 3b(t+1)$$

เมื่อ b = จำนวนผู้ทดสอบ

T = จำนวนตัวอย่าง

Ri = ผลรวมอันดับ

ถ้าค่าที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับ χ^2 ที่ df = I $\alpha = 0.05$ แล้วมากกว่าแสดงว่าตัวอย่างนั้นแตกต่างกัน แต่ถ้าตัวอย่างนั้นมีความชอบไม่แตกต่างกันให้คำนวณค่า LSD_{rank} จากสูตร

$$LSD\ rank = t_{(\alpha_{/2,\text{infinity}})}\sqrt{\frac{bt(t+1)}{6}}$$

เมื่อ $t_{(a/2,\ \text{infinity})} = 1.96$

ถ้าค่าผลต่างของผลรวมอันดับที่คำนวณได้ของคู่ใดๆเปรียบเทียบกับค่า LSD_{rank} แสดงว่าคู่นั้นมีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง จ 2.1 ค่าผลรวมของลำดับตามจำนวนผลิตภัณฑ์ และจำนวนผู้ประเมิน ที่ $\alpha = 0.05$

จำนวนผู้ประเมิน	จำนวนผลิตภัณฑ์								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	8.8	14.8	21.0	27.3	33.7	40.3	47.0	53.7	60.6
21	9.0	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	9.2	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	9.4	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.3	57.6	65.0
24	9.6	16.2	23.0	29.9	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	9.8	16.6	23.5	30.5	37.7	45.0	52.5-	60.1	67.7
26	10.0	16.9	23.9	31.1	38.4	45.9	53.5	61.3	69.1
27	10.2	17.2	24.4	31.7	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	10.4	17.5	24.8	32.3	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	10.6	17.8	25.3	32.8	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	10.7	18.2	25.7	33.4	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2
31	10.9	18.5	26.1	34.0	42.0	50.2	58.5	66.9	75.4
32	11.1	18.7	26.5	34.5	42.6	51.0	59.4	68.0	76.6
33	11.3	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	60.3	69.0	77.8
34	11.4	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	61.2	70.1	79.0
35	11.6	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	62.1	71.1	80.1
36	11.8	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.0	72.1	81.3
37	11.9	20.2	28.5	37.0	45.9	54.8	63.9	73.1	82.4
38	12.1	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	64.7	74.1	83.5
39	12.2	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	12.4	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	12.6	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7
42	12.7	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68.0	77.9	87.8
43	12.9	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	13.0	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.7	89.9
45	13.1	22.2	31.5	40.9	50.6	60.4	70.4	80.6	90.9
46	13.3	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	13.4	22.7	32.2	41.8	51.7	61.8	72.0	82.4	92.9
48	13.6	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	13.7	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	13.9	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	14.5	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	15.2	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.3	93.1	104.9
65	15.8	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	16.4	27.7	39.2	51.0	63.1	75.4	87.8	100.5	113.3
80	17.5	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	18.6	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	19.6	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105.0	120.1	135.5
110	20.6	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	21.5	36.3	51.4	66.8	82.6	98.7	115.0	131.6	148.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ 2.2 การวิเคราะห์ความพอดีด้วยวิธี Just about right scale (JAR) (โสมศิริ และสุจินดา, 2555)

การทดสอบความพอดีโดยกำหนดให้มี ระดับความพอดีที่ร้อยละ 70

ถ้าหากระดับความพอดีมีค่ามากกว่าร้อยละ 70 ถือว่าคุณลักษณะนั้นผ่านเกณฑ์การตัดสิน (ไม่ต้องปรับ)

ถ้าหากระดับความพอดีมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 70 ถือว่าคุณลักษณะนั้นจำเป็นต้องปรับปรุง โดยต้องทำการคำนวณค่า net effect เพื่อหาแนวทางปรับปรุงคุณลักษณะนั้น

ค่า net effect สามารถหาได้โดยทำการคำนวณจากร้อยละของค่าที่มากไปลบกับ ร้อยละของค่าที่น้อยไป

หากค่า net effect มีความแตกต่างกันน้อยกว่า 20 ไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะนั้น

ถ้าหากค่า net effect มีความแตกต่างกันมากกว่าว่า 20 ให้พิจารณาปรับตามเครื่องหมาย

โดย ถ้าเครื่องหมายเป็น – แสดงว่า คุณลักษณะนั้นน้อยไป ให้ปรับเพิ่มขึ้น

ถ้าเครื่องหมายเป็น + แสดงว่า คุณลักษณะนั้นมากไป ให้ปรับลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รายชื่อเชฟผู้เชี่ยวชาญและอาหารที่ทำจากผักดองในน้ำส้มสายชูหมัก

ภาคผนวก ฉ 1
รายชื่อเชฟผู้เชี่ยวชาญและอาหารที่ทำจากผักดองในน้ำส้มสายชูหมัก

ตาราง ฉ 1 รายชื่อเชฟผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อเชฟผู้เชี่ยวชาญ	สถานที่ทำงาน
คุณจุฑามาศ สว่างดี	โรงแรม วี กรุงเทพฯ เอ็มแกลลอรี่ บาย โซฟิเทล
คุณทวีศักดิ์ สิงห์ชู	โรงแรม วี กรุงเทพฯ เอ็มแกลลอรี่ บาย โซฟิเทล
คุณบุณยนุช อินถา	โรงแรม วี กรุงเทพฯ เอ็มแกลลอรี่ บาย โซฟิเทล
คุณสุพัฒก์ ชินแสงทิพย์	โรงแรม วี กรุงเทพฯ เอ็มแกลลอรี่ บาย โซฟิเทล
คุณทิพาพร ประสบชัยถาวร	โรงแรมดุสิต ปริ๊นเซส ศรีนครินทร์
คุณรุ่งโรจน์ ริ้วทอง	โรงแรมดุสิต ปริ๊นเซส ศรีนครินทร์
คุณศุภชัย ดวงแก้ว	โรงแรมดุสิต ปริ๊นเซส ศรีนครินทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ฉ 2 แบบสำรวจเบื้องต้นสำหรับเชฟผู้เชี่ยวชาญ

ข้อสอบถาม	ผลสำรวจ	ร้อยละ
เพศ	หญิง	42.86
	ชาย	57.14
อายุ	น้อยกว่า 20 ปี	-
	21-30 ปี	28.57
	31-40 ปี	42.86
	41-50 ปี	28.57
	มากกว่า 50 ปี	-
การศึกษา	มัธยมศึกษา	42.86
	อนุปริญญา	14.29
	ปริญญาตรี	42.86
	มากกว่าปริญญาตรี	-
เมนูที่ใช้ผักดองในน้ำส้มสายชู	เบอเกอร์ แซนวิช	22.22
	เครื่องเคียง	44.44
	น้ำสลัด	11.11
	อื่นๆ (ยำ ต้มจืด)	22.22
ความถี่ในการใช้	ทุกวัน	28.57
	2-3 วัน/สัปดาห์	-
	สัปดาห์ละครั้ง	28.57
	2-3 สัปดาห์ / ครั้ง	28.57
	เดือนละครั้ง	14.29
ปริมาณที่บรรจุผักกาดดอง	8 ออนซ์	14.29
/1หน่วยผลิตภัณฑ์	12 ออนซ์	28.57
	16 ออนซ์	42.86
	24 ออนซ์	14.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ 2

ภาพอาหารที่ทำจากผักดองในน้ำส้มสายชูหมัก

การใช้ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักมาเป็นส่วนประกอบของแซนวิชและเครื่องเคียงในเมนูต่างๆ

การใช้ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักมาเป็นเครื่องเคียงในเบอเกอร์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักมาเป็นส่วนประกอบในสลัด
และ Grilled Chicken with Jasmine Rice Cream Sauce

การใช้ผักดองในน้ำส้มสายชูหมักมาเป็นส่วนประกอบในซอสราดสปาเก็ตตี้
และการนำน้ำดองมาทำเป็นส่วนประกอบในเมนูผัดเปรี้ยวหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

ภาคผนวก ช 1

คุณภาพของน้ำส้มสายชูตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 204) พ.ศ. 2543

น้ำส้มสายชูหมักหรือน้ำส้มสายชูกลั่น ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1. มีกรดน้ำส้มไม่น้อยกว่า 4 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ที่ 27 องศาเซลเซียส
2. ตรวจพบสารปนเปื้อนได้ไม่เกินปริมาณที่กำหนด ดังต่อไปนี้
   - 2.1 สารหนู ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม ต่อน้ำ85ส้มสายชู 1 กิโลกรัม
   - 2.2 ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
   - 2.3 ทองแดงและสังกะสี ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
   - 2.4 เหล็ก ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
3. ไม่มีกรดน้ำส้มที่มิได้มาจากการผลิตน้ำส้มสายชูหมักหรือน้ำส้มสายชูกลั่น
4. ไม่มีกรดกำมะถัน (Sulfuric acid) หรือกรดแร่อิสระอย่างอื่น
5. ใสไม่มีตะกอน เว้นแต่น้ำส้มสายชูหมักตามธรรมชาติ
6. ไม่มีหนอนน้ำส้ม (Vinegar eel)
7. ใช้น้ำสะอาดเป็นส่วนผสม
8. ให้ใช้วัตถุเจือปนอาหาร (Food Additives) ได้ ดังต่อไปนี้
   - 8.1 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
   - 8.2 กรดแอล-แอสคอร์บิก ไม่เกิน 400 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม

9 มีแอลกอฮอล์ตกค้าง (Residual alcohol) ไม่เกินร้อยละ 0.5

10 การแต่งสี ให้ใช้น้ำตาลเคี่ยวไหม้หรือสีคาราเมล

น้ำส้มสายชูเทียม ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1 มีกรดน้ำส้มไม่น้อยกว่า 4 กรัม และไม่เกิน 7 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ที่ 27 องศาเซลเซียส

2 ตรวจพบสารปนเปื้อนได้ไม่เกินปริมาณที่กำหนด ดังต่อไปนี้

   - 2.1 สารหนู ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
   - 2.2 ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
   - 2.3 ทองแดง และสังกะสี ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
   - 2.4 เหล็ก ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม

3 ใสไม่มีตะกอน

4 ไม่มีกรดกำมะถันหรือกรดแร่อิสระอย่างอื่น

5 ไม่ใช้สี

6 ไม่มีการแต่งกลิ่นหรือรส

7 ใช้น้ำสะอาดเป็นส่วนผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช 2

เงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการ ต่อปริมาณโซเดียมที่สามารถระบุในฉลากโภชนาการตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 128) พ.ศ. 2541

ตารางที่ ช 1 เงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการ ต่อปริมาณโซเดียมที่สามารถระบุในฉลากโภชนาการ

สารอาหาร	ข้อกล่าวอ้าง	เงื่อนไข	
		ต่ออาหาร 100 กรัม (ของแข็ง)	ต่ออาหาร 100 กรัม (ของเหลว)
โซเดียม	ปราศจาก, ไม่มี (free, without, free of, no)	1.ไม่เกิน 5 มก. และ 2.ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขในข้อ 1.1 ของบัญชีนี้ด้วย*	1.ไม่เกิน 5 มก. และ 2.ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขในข้อ 1.1 ของบัญชีนี้ด้วย*
	ต่ำมาก (very low)	1.ไม่เกิน 40 มก. และ 2.ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขในข้อ 1.1 ของบัญชีนี้ด้วย*	1.ไม่เกิน 20 มก. และ 2.ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขในข้อ 1.1ของบัญชีนี้ด้วย*
	ต่ำ (low)	1.ไม่เกิน 120 มก. และ 2.ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขในข้อ 1.1 ของบัญชีนี้ด้วย*	1.ไม่เกิน 60 มก. และ 2.ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขในข้อ 1.1 ของบัญชีนี้ด้วย*
	ลดปริมาณลง, น้อยกว่า (reduced, reduced in, less, less than, lower, lower in)	1.ลดโซเดียมลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่นที่เป็นอาหารชนิดเดียวกันหรือคล้ายคลึงกัน โดยลดลงตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปและ 2.ปริมาณโซเดียมที่ลดลงจะต้องไม่น้อยกว่า 120 มก.	1.ลดโซเดียมลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่นที่เป็นอาหารชนิดเดียวกันหรือคล้ายคลึงกัน โดยลดลงตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปและ 2.ปริมาณโซเดียมที่ลดลงจะต้องไม่น้อยกว่า 60 มก.

ที่มา : ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 เรื่องฉลากโภชนาการ (2541)

หมายเหตุ * เงื่อนไขข้อ 1.1 ของบัญชีนี้ คือ การกล่าวอ้างปริมาณสารอาหาร (Nutrient content claim) คือ การกล่าวอ้างถึงระดับ (level) ของสารอาหารหรือพลังงานในอาหารนั้น เช่น “เป็นแหล่งของแคลเซียม (source of calcium)” “มีปริมาณใยอาหารสูงและไขมันต่ำ (high in fiber and low in fat)” เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่อนุญาต การกล่าวอ้าง “ปราศจาก” หรือ “ต่ำ” หากอาหารนั้นหรืออาหารชนิดนั้นโดยธรรมชาติทั่วไปเป็นไปตามเงื่อนไขอยู่แล้วโดยมิได้มีการใช้กระบวนการผลิตพิเศษ มีกระบวนการปรับโดยเฉพาะหรือมีการปรับสูตรเพื่อให้อาหารนั้นมีปริมาณสารอาหารที่จะกล่าวอ้างลดลงจนเป็นไปตามเงื่อนไข เนื่องจากจะทำให้ผู้ทดสอบเข้าใจผิดว่าอาหารจากผู้ผลิตนั้นแต่เพียงผู้เดียวที่มีคุณสมบัตินี้ ตัวอย่างเช่น ไม่อนุญาตให้น้ำบริโภคแสดงข้อความ “ปราศจากพลังงาน” หรือ “ไขมันต่ำ” เนื่องจากน้ำบริโภคทั่วไปจากผู้ผลิตทุกรายก็มีคุณสมบัตินี้ด้วย ในทางกลับกัน หากอาหารจากผู้ผลิตรายหนึ่งมีการปรับสูตรหรือใช้วัตถุดิบที่แตกต่างไปจากปกติทั่วไปจนสารอาหารที่จะกล่าวอ้างมีปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไขแล้ว อาหารนั้นก็สามารถกล่าวอ้างว่า “ปราศจาก” หรือ “ต่ำ” ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาววรรณกานต์ เภทพ่อค้า
วัน เดือน ปีเกิด	14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2533 ที่พระนครศรีอยุธยา
ที่อยู่	48/2 หมู่ 2 ต.กบเจา อ.บางบาล จ.พระนครศรีอยุธยา 13250
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2555	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2557	ศึกษาต่อปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2559
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2556	เจ้าหน้าที่แผนกค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ และBy product บริษัท เบียร์ทิพย์ บริวเวอรี่ (1991) จำกัด
การนำเสนอผลงาน	การผลิตผักกาดดองในน้ำส้มสายชูหมักจากก้านผักกาดดอง การประชุมทางวิชาการบัณฑิตศึกษาศิลปากรระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6 เรื่อง “สหวิทยาการสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน” 11-12 กรกฎาคม 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้