

การพัฒนากระบวนการผลิตเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว เพื่อธุรกิจบริการอาหาร

PROCESS DEVELOPMENT OF EGGPLANT FRENCH FRIES FOR
FOOD SERVICE BUSINESS



T148012



มยุรา เกียรติสุระยานนท์

MAYURA KIATSURAYANON

เลขทะเบียน 148012
วันเดือนปี 9 ต.ค. 2560

เลขที่ 12865785
ชื่อ.....
นามสกุล.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2560

KMITL-2017-AI-M-055-279

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROCESS DEVELOPMENT OF EGGPLANT FRENCH FRIES

FOR FOOD SERVICE BUSINESS

MAYURA KIATSURAYANON

**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**

2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2017

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนากระบวนการผลิตเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว เพื่อธุรกิจบริการอาหาร
PROCESS DEVELOPMENT OF EGGPLANT FRENCH FRIES FOR FOOD
SERVICE BUSINESS

ชื่อนักศึกษา

นางสาวมยุรา เกียรติสุระยานนท์

รหัสประจำตัว

57608032

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

เทคโนโลยีการจัดการและบริการอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิริโรดม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิริโรดม	
ผศ.ดร.ยุพร พิษกมฺุทร	
ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ	
รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธุ์พิสิษฐ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ 14 กรกฎาคม 2560 เวลา 09.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 303 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิริโรดม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน 24 ก.ค. 2560.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนากระบวนการผลิตเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว เพื่อธุรกิจบริการอาหาร
นักศึกษา	นางสาวมยุรา เกียรติสุระยานนท์
รหัสประจำตัว	57608032
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัด และบริการอาหาร
พ.ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิริโรดม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาดำเนินการมาตรฐานสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว และศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลของมะเขือยาวสดตัดแต่ง รวมถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะเขือยาวสดตัดแต่งสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว ในระหว่างการเก็บรักษา โดยศึกษาชนิดและอัตราส่วนของแป้งผสม รวมถึงปริมาณน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมแป้งชุบทอด ซึ่งจากการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale 9 ระดับคะแนน พบว่าแป้งข้าวโพดผสมกับแป้งสาลี ในอัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก และปริมาณน้ำที่ 135 กรัมต่อแป้งทั้งหมด 132 กรัม เป็นสูตรแป้งชุบทอดที่เหมาะสมสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว จากนั้นประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของซอสสไตลิ่งจีนสำหรับเคลือบเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว พบว่ามีคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก จากนั้นสำรวจความชอบของซอสชนิดต่างๆ 5 ชนิด ได้แก่ ซอสมะขาม ซอสพริกสามรส ซอสซอชอยการ์ลิก ซอสเผ็ดสไตลิ่งเกาหลี และซอสเทอริยากิ ด้วยวิธีจัดลำดับความชอบ เพื่อใช้สำหรับเคลือบเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว โดยซอสที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุด 2 อันดับแรก คือ ซอสเผ็ดสไตลิ่งเกาหลี และซอสซอชอยการ์ลิก แล้วนำมาประเมินความชอบร่วมกับการวัดความพองตัว พบว่าซอสเผ็ดสไตลิ่งเกาหลีมีความเต็มที่มาเกินไปร้อยละ 33.33 จึงปรับลดปริมาณซอสลง 3 ระดับ ได้แก่ ลดลงร้อยละ 10, 30 และ 50 ซึ่งซอสเผ็ดสไตลิ่งเกาหลีที่ลดซอสลงร้อยละ 30 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกปัจจัยคุณภาพ ส่วนซอสซอชอยการ์ลิกมีคะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกด้านอยู่ในระดับชอบปานกลาง และมีความพองตัวแล้ว จึงไม่ต้องทำการปรับปรุง การเปรียบเทียบความชอบต่อผลิตภัณฑ์เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่เคลือบซอสสไตลิ่งจีน(รสดั้งเดิม) และซอสอื่นๆ ได้แก่ ซอสเผ็ดสไตลิ่งเกาหลี และซอสซอชอยการ์ลิก ด้วยวิธีจัดลำดับความชอบ พบว่าตัวอย่างที่เคลือบซอสสไตลิ่งจีนได้รับการจัดอันดับความชอบเป็นลำดับที่ 1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการยับยั้งปฏิกิริยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีน้ำตาลของมะเขือยาวสดตัดแต่ง โดยจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ สารละลายกรดซิตริกและสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบตที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่าตัวอย่างมะเขือยาวที่จุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 มีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) ต่ำที่สุด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของตัวอย่างมะเขือยาวสดตัดแต่งที่ผ่านการจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 และเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเก็บรักษามะเขือยาวสดตัดแต่งได้นาน 4 วัน โดยที่ยังมีคุณภาพด้านกายภาพ ด้านจุลชีววิทยา และคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับ



Thesis	Process development of eggplant French fries for food service business
Student	Miss Mayura Kiatsurayanon
Student ID.	57608032
Degree	Master of science
Program	Food Service and Catering Technology
Year	2017
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Praphan Pinsirodom

ABSTRACT

This study aimed to develop standard recipe of the coating batter for the “eggplant French fry” preparation and to investigate the suitable condition for browning inhibition in fresh-cut eggplant sticks and their quality change during storage. The suitable type and ratio of starch and flour combination and the amount of water were studied for batter preparation. According to the 9– point hedonic scale sensory evaluation, the combination of corn starch and all purpose wheat flour at the ratio of 1 : 1 by weight with the amount of water at 135 grams per 132 grams total flour mixture were found to be the most appropriate recipe of coating batter for the “eggplant French fry”

The sensory test of the Chinese style coating sauce for “eggplant French fry” showed the preference score of like moderately to like very much. The consumer survey of different coating sauces including tamarind sauce, chili sauce, garlic soy sauce, spicy Korean sauce and teriyaki sauce were then performed by ranking test for preference. The results showed that both spicy Korean sauce and garlic soy sauce were ranked with highest preference score. The spicy Korean sauce and garlic soy sauce coated “eggplant French fries” were then subjected to the sensory evaluation using 9– point hedonic scale with just about right scale. The results indicated that spicy Korean sauce was 33.33 % too salty. Reduction of 30% soy sauce in the recipe of the spicy Korean sauce resulted in the highest score of preference for spicy Korean sauce coated “eggplant French fry” in all attributes.

Results from sensory evaluation of garlic soy sauce coated “eggplant French fry” showed the preference score of like moderately and was rated at just right. Therefore, no further adjustment was needed. Ranking preference test among the “eggplant French fry” samples coated with

Chinese style sauce, spicy Korean sauce and garlic soy sauce showed that Chinese style sauce coated sample received the highest ranking score.

The ready-to-cook, fresh-cut eggplant sticks for “eggplant French fry” preparation was investigated for the browning inhibition during storage. The fresh-cut eggplant sticks were treated with difference concentrations of sodium metabisulfite, citric acid or sodium ascorbate. Results showed that the sample dipped in 0.15% w/v sodium metabisulfite solution exhibited the lowest browning index (BI) value after stored at room temperature for 24 hours. The treated fresh-cut eggplant sticks were further investigated for their quality change during 7 day storage at 10°C. It was found that the fresh-cut eggplant sticks could be stored for 4 days with the qualities were still acceptable.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทของสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในคณะอุตสาหกรรมเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิริโรคม ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ ชี้แนะ และแนะนำแนวทาง รวมทั้งตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ถูกต้อง และเสร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณท่านกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ยุพร พิชฌมุทร ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ และรศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิสิษฐ์ ที่ได้กรุณาสละเวลา ชี้แนะแนวทาง ให้คำปรึกษา และข้อคิดเห็นต่างๆ รวมทั้งตรวจสอบแก้ไข ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค และเจ้าหน้าที่ของคณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนๆ พี่ๆทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จ

ประโยชน์ที่ได้อันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบประโยชน์นั้นแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน งานวิจัยฉบับนี้คงไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้ หากปราศจากความช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณทั้งหลาย และขอขอบคุณผู้เขียนและสำนักพิมพ์ของเอกสารที่ผู้จัดทำได้ใช้ในการอ้างอิงเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อนิสิต นักศึกษา และผู้ที่สนใจทั่วไป และหากมีข้อความใดหรือเนื้อหาตอนหนึ่งตอนใดผิดพลาดไป เนื่องจากการพิมพ์หรือด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้จัดทำยินดีรับการติชม

มยุรา เกียรติสุระยานนท์

ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	IX
สารบัญภาพ	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 มะเขือยาว	4
2.2 เฟิร์นชัฟราวด์มะเขือยาว	7
2.3 แป้ง	10
2.4 ผักและผลไม้สดแปรรูปน้อยที่สุด	13
2.5 ปัญหาในการเตรียมผัก และผลไม้สดแปรรูปพร้อมบริโภค หรือพร้อมปรุง	13
2.6 ปฏิบัติการเกิดสีน้ำตาล	14
2.7 การลดการเกิดสีน้ำตาล	17
2.8 สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล	17
2.9 การแช่เย็น	21
2.10 การยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สดแต่งพร้อมบริโภค	22
2.11 การวัดสี	24
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ	28
3.1 วัสดุดิบ	28
3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์	28
3.3 สารเคมี	29
3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย	29
3.4.1 การเตรียมตัวอย่างมะเขือยาว	29
3.4.2 การเตรียมเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว	30
3.4.3 ศึกษาการรับแข่งขันทอดสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว	30
3.4.4 ศึกษาการรับซอสสไตลิ่ง และซอสรสชาติอื่นๆ สำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว	32
3.4.5 ศึกษาการยับยั้งการเกิดกลิ่นน้ำตาลในมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปแท่ง สำหรับ	34
การเตรียมเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว	
3.4.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะเขือยาวสดตัดแต่งในระหว่างการเก็บรักษา	35
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	36
4.1 ผลการศึกษาการรับแข่งขันทอดสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว	36
4.1.1 ผลการศึกษาชนิดของแป้งที่เหมาะสมสำหรับแป้งชุบทอดเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว	36
4.1.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนของแป้งผสมที่เหมาะสมสำหรับแป้งชุบทอดเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว	38
4.1.3 ผลการศึกษาปริมาณน้ำที่เหมาะสมของแป้งชุบทอด	40
4.2 ผลการศึกษาการรับซอสสไตลิ่ง และซอสรสชาติอื่นๆสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว	43
4.2.1 ผลการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของซอสสไตลิ่งสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว	43
4.2.2 ผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามต่อซอสชนิดต่างๆที่เหมาะสมสำหรับเคลือบเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.2.3 ประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของขอสรสชาติอื่นๆ สำหรับ เมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว	45
4.2.4 เปรียบเทียบความชอบของผู้ทดสอบชิมต่อชนิดของขอสรสไตลิ่งจีน และ ขอสรสชาติอื่นๆ	48
4.3 ผลการศึกษาการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปแท่ง สำหรับ การเตรียมเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว	48
4.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะเขือยาวสดตัดแต่งในระหว่างการ เก็บรักษา	50
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	56
5.1 สรุปผลการทดลอง	56
5.2 ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	64
ก สูตรเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว	65
ข การวิเคราะห์ทางกายภาพ	70
ค การวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์	71
ง การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส	73
จ ภาพกระบวนการเตรียมเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว และการเปลี่ยนแปลงระหว่าง การเก็บรักษา	91
ฉ ผลการทดลอง	95
ประวัติผู้เขียน	96

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณค่าทางโภชนาการของมะเขือยาว 100 กรัม	5
2.2 ชนิดของสารเคมีลดการเกิดสีน้ำตาล	18
2.3 ปริมาณสารประกอบซัลไฟด์ที่มีการอนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84	19
2.4 สภาวะการเก็บรักษาที่เหมาะสมและอายุของผักและผลไม้บางชนิด	23
3.1 สิ่งทดลองของการศึกษาอัตราส่วนของแป้งผสมที่เหมาะสมสำหรับแป้งชุบทอด เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว	31
4.1 คะแนนความชอบด้านต่างๆของเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมจากแป้งชุบทอดต่าง ชนิดกัน โดยวิธี 9 - Point Hedonic Scale	37
4.2 คะแนนความชอบของเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมจากแป้งชุบทอดที่มีสัดส่วนของ แป้งข้าวโพดต่อแป้งสาลีแตกต่างกัน โดยวิธี 9 - Point Hedonic Scale	39
4.3 คะแนนความชอบของเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมจากแป้งชุบทอดที่มีปริมาณน้ำที่ แตกต่างกัน โดยวิธีแบบไม่เคลือบซอส ด้วยวิธี 9 - Point Hedonic Scale	42
4.4 คะแนนความชอบของเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมจากแป้งชุบทอดที่มีปริมาณน้ำที่ แตกต่างกัน โดยวิธีแบบเคลือบซอส ด้วยวิธี 9 - Point Hedonic Scale	42
4.5 ผลการทดสอบความพอดี (Just About Right Scale) ของซอสสไตล์จีนสำหรับเมนู เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว	44
4.6 ผลการทดสอบการเรียงลำดับความชอบต่อซอสชนิดต่างๆ เพื่อใช้สำหรับเคลือบ เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว	44
4.7 คะแนนความชอบของซอสเผ็ดสไตล์เกาหลีสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว ทดสอบโดยวิธี 9 - Point Hedonic Scale	45
4.8 ผลทดสอบความพอดีของซอสเผ็ดสไตล์เกาหลีสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว	46
4.9 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างมากไปกับน้อยไป โดยใช้ binomial test จากผลการ ทดลอง ได้แก่ ความเค็ม ที่มีค่า JAR < 70 %	46
4.10 คะแนนความชอบต่อซอสเผ็ดสไตล์เกาหลีสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว ที่ปรับลดความเค็มลงที่ระดับต่างๆ ด้วยวิธี 9 - Point Hedonic Scale	46

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.11 คะแนนความชอบของซอสชอยการ์ลิก สำหรับเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว	47
4.12 ผลการทดสอบความพอดีของซอสชอยการ์ลิก สำหรับเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว	47
4.13 ผลการทดสอบการเรียงลำดับความชอบต่อชนิดของซอสสไตลิ่งจีน ซอสชอยการ์ลิก และซอสเผ็ดสไตลิ่งเกาหลี	48
4.14 ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีเฉดเขียว-แดง (a^*) และค่าสีเฉดเหลือง-น้ำเงิน (b^*) ของมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปแท่ง สำหรับการเตรียมเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาวซึ่งผ่านการจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	51
4.15 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่างมะเขือยาวตัดแต่งที่ผ่านการจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	53
4.16 ค่า t-test จากการคำนวณ และจากตาราง เปรียบเทียบกับความแตกต่างโดยรวมของตัวอย่างเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาวที่จุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 และตัวอย่างควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ด้วยวิธี Overall different from control test	54
ก 1.1 ส่วนผสมแป้งชุบทอดสูตรพื้นฐาน	65
ก 1.2 ส่วนผสมแป้งชุบทอดสูตรดัดแปลง	66
ก 1.3 ส่วนผสมซอสสไตลิ่งจีน	67
ก 1.4 ส่วนผสมซอสเผ็ดสไตลิ่งเกาหลี	68
ก 1.4 ส่วนผสมของซอสชอยการ์ลิก	69
ง 1.11 รูปแบบการสุ่มแบบ BIB (Balanced Incomplete Block Design)	84
ง 2.1 ค่าผลรวมของลำดับตามจำนวนผลิตภัณฑ์และจำนวนผู้ประเมินทั้งหมด ที่ $\alpha=0.05$	86
ง 2.2 Minimum number of correct responses for different and preference tests using forced choice method	88
ง 2.3 ค่า t ที่ความเชื่อมั่นระดับต่างๆ	90
ฉ 1.1 ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) ของมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปแท่งที่จุ่มในสารละลายยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่แตกต่างกัน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 มะเขือยาวพันธุ์สีเขียว	4
2.2 เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว จากร้านเกี้ยวจิ้น สาขา 2	8
2.3 เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว จากร้านออกัส มูน	8
2.4 Panda Sweet Sour Fries ของร้านแพนด้ามัสเตอร์ ส่องกง ชาบู	9
2.5 เมนูเฟรนช์ฟรายด์สองเต้ ของร้านแพนด้า คิง	9
2.6 ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ PPO	15
2.7 โครงสร้างทางเคมีของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์	19
2.8 โครงสร้างทางเคมีของกรดซิตริก	20
2.9 โครงสร้างทางเคมีของโซเดียมแอสคอร์เบต	21
2.10 ระบบสี CIELAB	25
4.1 ลักษณะปรากฏทั่วไปของเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมจากแป้งชุบทอดที่มีอัตราส่วนของแป้งข้าวโพดและแป้งสาลีที่แตกต่างกันเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก ดังนี้ (ก) ร้อยละ 50 : 50 (ข) ร้อยละ 55 : 45 (ค) ร้อยละ 63 : 37 (ง) ร้อยละ 75 : 25 (จ) ร้อยละ 81 : 19 (ฉ) ร้อยละ 87 : 13 และ (ช) ร้อยละ 94 : 6	38
4.2 ลักษณะปรากฏของเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมจากแป้งข้าวโพดผสมกับแป้งสาลีในอัตราส่วนร้อยละ 50 : 50 โดยน้ำหนัก (ก) เสิร์ฟแบบไม่เคลือบซอส (ข) เสิร์ฟแบบเคลือบซอส	41
4.3 คะแนนความชอบของซอสสไตล์จีนสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว ทดสอบโดยวิธี Point Hedonic Scale	43
4.4 กราฟแสดงค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) ของมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปแท่งที่จุ่มในสารละลายยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่แตกต่างกัน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง	49
4.5 (ก) ค่าความสว่าง (L^*) (ข) ค่าสีเหลือง-แดง (a^*) (ค) ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) ของเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่ผ่านการจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	52

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.6 การยอมรับตัวอย่างเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมได้จากมะเขือยาวสดตัดแต่งที่ผ่าน การจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 ในระหว่างการ เก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	55
ข 1 เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น ColorQuest XE	70
จ 1.1 ภาพกระบวนการเตรียมมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปแท่ง	91
จ 1.2 ภาพกระบวนการเตรียมเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว	92
จ 1.3 ภาพเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาวที่เคลือบซอสสโตนี่	93
จ 1.4 ภาพการเปลี่ยนแปลงของมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปแท่ง ที่ผ่านการจุ่มในสารละลาย โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน	94



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

มะเขือยาว เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยเกษตรกรนิยมปลูกเพื่อจำหน่ายกันอย่างแพร่หลาย สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทยและสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี (อารียา, 2557) มะเขือยาวมีหลายสี ได้แก่ สีขาว สีเขียว สีม่วง และสีม่วงปนขาว มีคุณค่าทางโภชนาการ ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต เส้นใย โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก โพแทสเซียม วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินซี และสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น โพลีฟีนอล (ดวงจันทร์, 2546) มีถิ่นกำเนิดในแถบอเมริกากลาง และอเมริกาใต้ ประเทศพม่าและอินเดีย

คนไทยนิยมรับประทานมะเขือยาว โดยนำมาผัดเป็นชิ้นบางชุบกับไข่ทอด หรือเผาไฟจิ้มกับน้ำพริก นำมาผัดกับน้ำมัน ทำยำ รวมถึงนำมาใส่ในแกงต่างๆ (นิตา และคณะ, 2548) มะเขือยาวเป็นผักที่มักเกิดปัญหาเกี่ยวกับการเกิดสีน้ำตาลเมื่อปอกเปลือกหรือหั่นชิ้น และปล่อยทิ้งไว้จะสังเกตเห็นการเกิดสีน้ำตาลได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นเป็นผลจากสารประกอบฟีนอล (อุษาวดี และนิธิยา, 2549) เมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ และมีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชันได้เป็นออร์โท-ไดฟีนอล (o-diphenol) โดยสารนี้จะถูกออกซิไดส์ต่อให้เป็นออร์โท-ควิโนน (o-quinone) ควิโนนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์ PPO จะรวมตัวกัน และเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดกับสารประกอบฟีนอลอื่นๆ หรือกับกรดอะมิโนได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำตาล (นิธิยา, 2553) ซึ่งระดับของสารประกอบฟีนอลที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของมะเขือยาว (Hatem et al., 2011)

นอกจากนี้มีคนจำนวนไม่น้อยที่ไม่ชอบรับประทานมะเขือยาว เนื่องจากไม่ชอบกลิ่น รส หรือเนื้อสัมผัส การนำมะเขือยาวมาปรุงอาหารให้เป็นเมนูที่ถูกต้องคนทุกเพศทุกวัยยังมีน้อย ซึ่งเมนูจากมะเขือยาวส่วนใหญ่ล้วนเป็นกับข้าว รวมถึงการปรุงเมนูมะเขือยาวในธุรกิจบริการอาหารก็ยังไม่หลากหลาย ในสื่อสังคมออนไลน์ (social network) ได้มีการพูดถึงร้านอาหารที่นำมะเขือยาวมาทำเป็นเมนูเรียกน้ำย่อย โดยทำเป็นเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือของภัตตาคารอาหารจีน“ซันมูน” หรือที่คนไทยเรียกว่า “ร้านเกี้ยวจิน” ซึ่งกำลังได้รับความนิยม มีผู้นำมาวิจารณ์ และมีการพูดถึงกันอย่างมากกว่ามีรสชาติที่อร่อย ไม่รู้สีกว่ากำลังทานผักอยู่ เป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่ไม่ทานผัก เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวมีลักษณะเป็นแท่งคล้ายเฟรนช์ฟรายด์มันฝรั่ง นำมาชุบแป้งบางๆแล้วทอด มีลักษณะกรอบนอกนุ่มใน คลุกเคล้าด้วยน้ำซอสสีน้ำตาล รสชาติออกเปรี้ยว เค็ม หวาน และได้ความหอมจากกลิ่นจิง ซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของซอสสไตล์จีน เมื่อนำมาคลุกเคล้ากับมะเขือยาวทอดก็เข้า

กันได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันผักและผลไม้สดตัดแต่ง หรือผักและผลไม้ที่ผ่านการแปรรูปขั้นต่ำ(minimally processed fruit and vegetables) บรรจุในบรรจุภัณฑ์ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ได้รับความสนใจจากผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพไปจากผักและผลไม้เดิม แต่ยังคงความสดอยู่ มีประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการสูง สามารถตอบสนองต่อกลุ่มผู้บริโภคที่ต้องการความรวดเร็ว และความสะดวกสบายในสังคมที่เร่งรีบ (พนิตา, 2560) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะพัฒนาตำรับเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวให้เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิมและเพื่อเป็นเมนูทางเลือกของผู้บริโภค รวมทั้งศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตมะเขือยาวสดตัดแต่งพร้อมปรุงสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว เพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับธุรกิจบริการอาหาร และผู้บริโภคทั่วไปที่ปรุงอาหารรับประทานในครัวเรือน

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาดำเนินมาตรฐานสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว
- 1.2.2 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลของมะเขือยาวสดตัดแต่ง
- 1.2.3 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะเขือยาวสดตัดแต่งพร้อมปรุง สำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว ในระหว่างการเก็บรักษาโดยวิธีแช่เย็น

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1.3.1 เป็นการพัฒนาตำรับมาตรฐานสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว เพื่อเป็นเมนูทางเลือกของผู้บริโภค
- 1.3.2 ทราบชนิด อัตราส่วนของแป้งผสม และปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่ใช้ในการเตรียมแป้งชุบทอดสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว
- 1.3.3 ทราบการยอมรับตำรับซอส ไคล์จิ้น และซอสรสชาติอื่นๆสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว
- 1.3.4 ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลของมะเขือยาวสดตัดแต่ง
- 1.3.5 ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะเขือยาวสดตัดแต่งในระหว่างการเก็บรักษาด้วยวิธีแช่เย็น

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาดำเนินมาตรฐานสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว โดยศึกษาชนิดของแป้งที่เหมาะสมสำหรับแป้งชุบทอดเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว จากนั้นศึกษาอัตราส่วนของแป้งผสมที่เหมาะสมสำหรับแป้งชุบทอด ออกแบบการทดลองแบบ Mixture Design รวมทั้งศึกษาปริมาณน้ำที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสมของแป้งชูบทอด พร้อมกับศึกษาดำรับขอสส'ไค้จัน และขอสรสชาติอื่นๆสำหรับเมนู เฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว วิเคราะห์ผลโดยการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส จากนั้นศึกษา การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือยาวสดตัดแต่ง โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้าน กายภาพโดยวัดค่าสี เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมแล้วศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะเขือยาวสด ตัดแต่งในระหว่างการเก็บรักษา โดยนำมะเขือยาวสดตัดแต่งที่ผ่านการจุ่มในสารละลายยับยั้งการ เกิดสีน้ำตาลที่เหมาะสมแล้วบรรจุในถุงพลาสติกซิปล็อค นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์ โดยเก็บตัวอย่างทุกวัน วิเคราะห์ค่าสี ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และ คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุม และการยอมรับของผู้ ทดสอบ



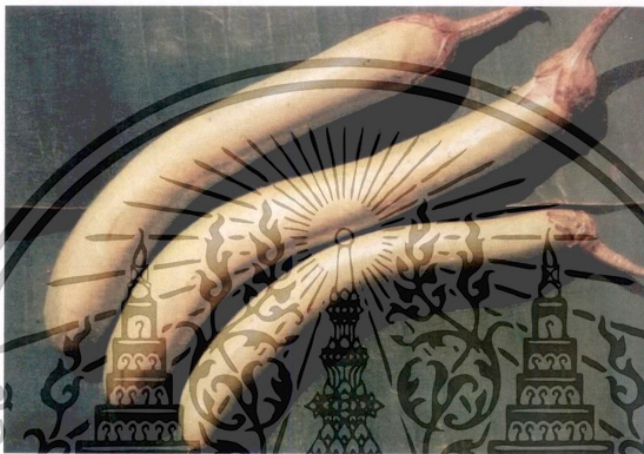
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะเขือยาว

มะเขือยาว มีชื่อสามัญ คือ Eggplant, Long Eggplant มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Solanum melongena* Linn.var.serpentinum อยู่ในวงศ์ Solanaceae (ศรีไพร, 2548)



ภาพที่ 2.1 มะเขือยาวพันธุ์ดีเขียว

ที่มา : มุลนิธิโตโยต้าประเทศไทย, 2540

มะเขือยาวเป็นพืชล้มลุกอายุหลายปี ให้ผลผลิตตลอดทั้งปี ปลูกได้ทุกภาคทั่วประเทศ ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด เจริญเติบโตได้ดีในดินทุกชนิด ระยะเวลาตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 60-90 วัน มะเขือยาวเป็นผักที่คนไทยนิยมนำมาประกอบอาหาร โดยนำมาผัดเป็นชิ้นบางชุบไข่ทอด หรือเผาไฟจิ้มกับน้ำพริก นำมาผัดกับน้ำมัน ทำยำ รวมถึงนำมาใส่ในแกงต่างๆ (นิดา, 2548) เมื่อสุกจะมีรสหวานกว่ามะเขือชนิดอื่นๆ และเมื่อถูกความร้อนจะนุ่มและอ่อนตัว (ระพีพรรณ, 2545)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก ลำต้นมีความสูงประมาณ 0.5-1 เมตร ลำต้นแข็งแรง มีขนนุ่มและสั้น ปกคลุมทั่วลำต้นหรืออาจมีหนามเล็กๆ มีสีเขียวหรือสีม่วง ส่วนบนจะแตกกิ่งก้านสาขาหนาทึบ ใบเป็นใบเดี่ยวขนาดใหญ่ออกสลับกัน ลักษณะของใบเป็นรูปค่อนข้างกลม โคนใบเบี้ยว ส่วนปลายใบแหลม ริมขอบใบหยัก หรือเป็นคลื่น หลังใบและใต้ท้องใบจะมีขนนุ่มปกคลุม ขนาดของใบยาวประมาณ 2.5-7 นิ้ว กว้างประมาณ 1.5-5 นิ้ว ก้านใบยาวประมาณ 1 นิ้ว ออกดอกเป็นช่อหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกเป็นดอกเดี่ยว ลักษณะของดอกมีสีม่วง กลีบดอกมี 5 กลีบ โคนกลีบเชื่อมติดกัน ส่วนปลายแยกจากกันเป็น 5 แฉก ปลายแหลม กลางดอกมีเกสรตัวผู้ 5 อัน และตัวเมีย 1 อัน อยู่ติดกับกลีบดอก ก้านเกสรและอับเกสรเป็นสีเหลือง ผลมีลักษณะกลมยาว สีเขียวอ่อน สีม่วงคล้ำ หรือสีขาว ผิวเปลือกจะเรียบเกลี้ยงเป็นมัน ตรงขั้วผลก็จะมีกลีบเลี้ยงสีเขียวติดอยู่ เมล็ดมีขนาดเล็กแบนสีเหลืองเป็นจำนวนมาก ขนาดของผลโดยประมาณเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-4 เซนติเมตร (ขวัญชนก, 2555)

2.1.2 พันธุ์ของมะเขือยาว

มะเขือยาว ลักษณะผลทรงยาวกลมมีทั้งสีเขียว สีม่วง และสีขา (บุญส่ง, 2558) มะเขือยาวเขียวเป็นพันธุ์ที่แพร่หลายที่สุดในเมืองไทย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2554) พันธุ์พื้นเมืองได้แก่ มะเขือยาวงาช้าง มะเขือยาวลำลี ส่วนพันธุ์ต่างประเทศซึ่งมักจะมีสีม่วง ได้แก่ มั่นนี้ เมคเกอร์ ปิงตุง และลอง (ขวัญชนก, 2555)

2.1.3 คุณค่าทางโภชนาการของมะเขือยาว

มะเขือยาวในส่วนที่สามารถบริโภคได้ มีคุณค่าทางโภชนาการตามตาราง ดังนี้

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของมะเขือยาว 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	26	แคลอรี
ไขมัน	0.3	กรัม (g.)
คาร์โบไฮเดรต	4.9	กรัม (g.)
โปรตีน	0.9	กรัม (g.)
เส้นใย	0.9	กรัม (g.)
แคลเซียม	19	มิลลิกรัม (mg.)
ฟอสฟอรัส	44	มิลลิกรัม (mg.)
เหล็ก	2.6	มิลลิกรัม (mg.)
วิตามินเอ	354	หน่วยสากล (I.U.)
วิตามินบี 1	0.09	มิลลิกรัม (mg.)
วิตามินบี 2	9.06	มิลลิกรัม (mg.)
วิตามินซี	3	มิลลิกรัม (mg.)

ที่มา : ศรีไพร (2548)

นอกจากนี้ในมะเขือยาว 100 กรัม ยังมีเบต้าแคโรทีน 6.0 ไมโครกรัม ลูทีน 63.2 ไมโครกรัม โคลเรียม 7.7 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 167.2 มิลลิกรัม แมกนีเซียม 13.6 มิลลิกรัม ทองแดง 0.08 มิลลิกรัม และมีสารต้านอนุมูลอิสระ คือ โพลีฟีนอล 55.3 มิลลิกรัม (ราชัน และวิญญ, 2554)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 เมนูจากมะเขือยาว

จากการสืบค้นข้อมูลการประกอบอาหารโดยใช้วัตถุดิบมะเขือยาวในอาหารไทย พบว่านิยมนำมะเขือยาวมาชุบไข่ทอด ทานกับน้ำพริกกะปิ ซึ่งช่วยลดความเผ็ดร้อนและจัดจ้านของน้ำพริกได้เป็นอย่างดี และยังมีการนำมะเขือยาวปรุงเป็นเมนูอื่นๆ อีกมากมาย เช่น มะเขือยาวผัดน้ำมันหอย มะเขือยาวผัดหมูสับ มะเขือยาวผัดกะปิ ยำมะเขือเผือกสด เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเมนูตำมะเขือ ซึ่งเป็นอาหารทางภาคเหนือ โดยนำมะเขือยาวมาโขลกไฟ แกะเปลือกออก โขกรวมกับเครื่องปรุง ได้แก่ หอมแดง กระเทียม พริกชี้ฟ้า ปลาร้า และกะปิ รับประทานกับไข่ต้ม และใบสาระแหน่ (ภณทิราม, 2550)

นอกจากอาหารไทยแล้ว ในประเทศอื่นๆ ก็ได้นำมะเขือยาวมาใช้ปรุงอาหารเช่นกัน อย่างเช่น ในอาหารกรีกกับเมนูมุซซาค้า (Moussaka) ซึ่งมีความคล้ายกับลาซานญาของอิตาลีแต่แตกต่างกันตรงที่จะใช้มะเขือยาวหรือมะเขือม่วงกับมันฝรั่งวางเรียงกันแทนแผ่นแป้งลาซานญา ทำให้ได้ความหวานของมะเขือ (มนุช, 2559) รวมถึงในอาหารจีน คนจีนนิยมนำมะเขือยาวมาผัด เช่น เมนูผัดเผ็ดมะเขือยาว ของร้าน BEIJING CHINESE CUISINE ตั้งอยู่ที่ The rest area ประชาชื่น เมนูนี้จะมีรสชาติเผ็ดจัดจ้าน ผัดมากำลังพอดีเนื้อมะเขือมีความนุ่ม และไม่ละ (คงพันธ์, 2558) เมนูอาหารจีนที่มีชื่อเสียงอีกเมนูหนึ่ง คือ เมนูมะเขือยาวปลาเค็มหม้อดินเป็นเมนูของร้านตี่งู ร้านอาหารจีนสไตล์ฮ่องกง ที่นำมะเขือยาวมาผัดกับหมูสับ และปลาเค็ม ได้รสชาติที่กลมกล่อม ไม่นูนกลืนปลาเค็ม (จอย แก๊งสเตอร์, 2558) นอกจากนี้ยังมีเมนูมะเขือ 2 สีสไตล์เสฉวน เป็นการนำมะเขือยาวสีม่วง และมะเขือยาวสีเขียว มาผัดกับซอสสไตล์เสฉวน รสชาติเผ็ดเล็กน้อย เป็นเมนูของภัตตาคารฮ่องกงฟิชเชอร์แมน ที่ปรุงด้วยเชฟอาหารจีนที่มีประสบการณ์มากกว่า 40 ปี เชฟ ซาน ยั่ว แลม และเชฟกระทะเหล็กอาหารจีน เชฟ ปีเตอร์ โล (กิตติคุณ, 2556) อาหารอิตาลีก็มีเมนูจากมะเขือยาว ที่มีชื่อว่า PARMIGIANA V โดยนำมะเขือยาวไปอบพร้อมกับซูกินี โรยด้วยมอสซาเรลล่าชีส และพามาซานชีส ทานกับซอสมะเขือเทศ ทำให้ได้รสชาติของมะเขือที่เข้ากัน ได้อย่างลงตัวกับชีส และตัดความเลี่ยนด้วยซอสมะเขือเทศสูตรพิเศษ ซึ่งเป็นเมนูของห้องอาหาร Favola โรงแรมเลอ เมอริเดียน จังหวัดเชียงใหม่ (กิตติคุณ, 2558) และอาหารญี่ปุ่นกับเมนูผัดมิโซะมะเขือยาว โดยอาหารญี่ปุ่นจะใช้เป็นมะเขือยาวสีม่วง นำมาผัดกับพริกหยวก เห็ดชิเมจิ และเห็ดหอมสด จากนั้นใส่มิโซะ ปรุงรสด้วยเหล้าสาเก น้ำตาล และซีอิ๊วญี่ปุ่น ได้รสชาติหวานและเค็ม นิยมรับประทานกับข้าวญี่ปุ่น (ศิริวรรณ, 2552) ซึ่งจะเห็นได้ว่าได้มีการนำวัตถุดิบมะเขือยาว มาทำเป็นเมนูต่างๆ มากมาย ทั้งอาหารไทย และอาหารนานาชาติ นำมาประกอบอาหารได้ทั้งต้ม ผัด แกง ทอด รวมทั้งยำ และอบ ซึ่งล้วนแต่เป็นเมนูที่น่าลิ้มลอง

2.2 เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

เฟรนช์ฟรายด์ (French fries) น. หมายถึง มันฝรั่งหั่นเป็นแท่งสี่เหลี่ยมขนาดประมาณแท่งดินสอยาวประมาณ 3-4 นิ้ว ทอดในน้ำมันท่วมให้กรอบนอกนุ่มใน เวลารับประทานอาจโรยเกลือหรือราดด้วยซอสมะเขือเทศ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2553)

เฟรนช์ฟรายด์เป็นอาหารที่ได้รับความนิยม และรับประทานกันอย่างแพร่หลาย โดยมีวัตถุดิบที่สำคัญ คือ มันฝรั่ง ซึ่งในปัจจุบันมีได้การนำวัตถุดิบอื่นๆ มาประยุกต์ เพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์เฟรนช์ฟรายด์ เช่น เฟรนช์ฟรายด์กล้วยไข่ (จิราวรรณ และสำเนียง, 2555) เฟรนช์ฟรายด์มันสำปะหลัง (ปิยนุสส์ และสุภาสินี, 2552) และเฟรนช์ฟรายด์ทุเรียน (พัชร และคณะ, 2549) เป็นต้น นอกจากนี้ในสื่อสังคมออนไลน์ (social network) ได้มีการพูดถึงเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว ว่ามีรสชาติที่อร่อย ซึ่งกำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวมีลักษณะเป็นแท่งคล้ายเฟรนช์ฟรายด์มันฝรั่ง นำมาชุบแป้งบางๆ แล้วทอด แล้วนำมาคลุกเคล้าด้วยน้ำซอสสีน้ำตาล มีลักษณะกรอบนอกนุ่มใน รสชาติออกเปรี้ยว เค็ม หวาน และได้ความหอมจากกลิ่นจิง ซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

2.2.1 ร้านอาหารที่เสิร์ฟเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

2.2.1.1 ร้านเกี้ยวจิ้น หรือภัตตาคารซันมูน (Sun Moon Restaurant)

ร้านเกี้ยวจิ้นเป็นร้านอาหารจีนที่รวมอาหารจีนหลากหลายสไตล์ ไม่ว่าจะเป็นเสฉวน ยูนาน และกวางตุ้ง มีเมนูยอดนิยม ได้แก่ “เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว” ซึ่งทำจากมะเขือยาว โดยหั่นมะเขือเป็นแท่งเหมือนเฟรนช์ฟรายด์มันฝรั่ง คลุกด้วยแป้ง แล้วนำไปทอดในน้ำมัน คลุกเคล้าด้วยซอสเปรี้ยวหวานสไตล์จีน หอมกลิ่นจิง และเหล้าจีน มีความกรอบนอกนุ่มใน และถึงแม้ว่าจะทำมาจากมะเขือยาว แต่เมื่อได้ลองรับประทาน กลับไม่รู้สึกรสชาติเหมือนเนื้อของผัก ร้านเกี้ยวจิ้น มี 2 สาขา คือ

สาขาที่ 1 ตั้งอยู่ที่ ซอยงามดูพลี แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร โดยเข้าซอยงามดูพลีมาประมาณ 20 เมตร ร้านอยู่ซ้ายมือ

สาขาที่ 2 ตั้งอยู่ที่ ซอยมโนรม แขวงคลองตัน เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร (ซอยข้างเทศโก๊โลดัส สาขาพระราม 4) เข้ามาในซอยมโนรมประมาณ 100 เมตร ร้านอยู่ขวามือ ซึ่งร้านเกี้ยวจิ้น กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยทั้ง 2 สาขา มีผู้เข้าไปใช้บริการอย่างหนาแน่น จึงต้องโทรจองคิวก่อน เนื่องจากเป็นร้านขนาดเล็ก และมีโต๊ะไว้สำหรับบริการเพียง 10-12 โต๊ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 เฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว จากร้านเกี้ยวจิ้น สาขา 2

2.2.1.2 ร้านออกัส มูน (August Moon)

ร้านอาหารจีนออกัส มูน เป็นอีกสาขาหนึ่งของภัตตาคารอาหารจีนชั้นมูนหรือร้านเกี้ยวจิ้น ตั้งอยู่ในซอยพัฒพงศ์ 2 (ซอยข้างอาคาร Wall Street) ถนนสุรวงศ์ แขวงบางรัก เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร มีเมนู“เฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว” เช่นเดียวกับร้านเกี้ยวจิ้นทั้ง 2 สาขา

จากการสำรวจข้อมูลของผู้ใช้บริการจากร้านออกัส มูน ตามสื่อสังคมออนไลน์ต่างๆ พบว่า ผู้รับบริการส่วนใหญ่ได้แสดงความคิดเห็นว่ารสชาติอาหารมีความแตกต่างจากสาขาค้นฉบับ ในด้านความเข้มข้น และความจัดจ้าน



ภาพที่ 2.3 เฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว จากร้านออกัส มูน

ที่มา : <https://s3-ap-southeast1.amazonaws.com/photo.wongnai.com/photos/2015/01/30/d54c061bb6ca4f53b5f9615fd797b7ad.jpg>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.3 ร้านแพนด้ามัสเตอร์ ฮ่องกง ชาบู (Panda Master HongKong Shabu)

ร้านแพนด้ามัสเตอร์ ฮ่องกง ชาบู ร้านชาบูสไตล์ฮ่องกง ตั้งอยู่ในโครงการ Coco Walk ใกล้กับสถานีรถไฟฟ้าราชเทวี มีเมนูอาหารทานเล่นที่ไม่รวมอยู่ในไลน์บุฟเฟต์ เป็นเมนูแนะนำ มีชื่อเมนูว่า “Panda Sweet & Sour Fries” หรือที่เรียกกันว่า แพนด้าทอด หรือ Panda Fries โดยนำมะเขือยาวหั่นเป็นแท่งๆ ชุบแป้งทอด มีลักษณะกรอบนอก นุ่มใน คลุกเคล้าด้วยซอสรสชาติ หวาน เค็ม เปรี้ยว มีความคล้ายคลึงกับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวของร้านเกียวจิน และออกัส มูน



ภาพที่ 2.4 Panda Sweet Sour Fries ของร้านแพนด้ามัสเตอร์ ฮ่องกง ชาบู

ที่มา : http://don-jai.com/wp-content/gallery/pandamaster/PandaMaster_029.JPG

2.2.1.4 ร้านแพนด้า คิง (Panda King)

ร้านแพนด้า คิง เป็นร้านอาหารจีนเสฉวน ตั้งอยู่ที่ซอยจุฬา 11 ร้านแพนด้า คิง ขึ้นชื่อในเรื่องอาหารจีนเสฉวนหนึ่งแบบดั้งเดิม เมนูที่เป็นเอกลักษณ์ได้แก่เมนู “เฟรนช์ฟรายด์ฮ่องเต้” ที่มีลักษณะภายนอกเหมือนเฟรนช์ฟรายด์มันฝรั่ง แต่ทำมาจากมะเขือยาว ที่นำมาชุบแป้งทอด แล้วพัดคลุกเคล้ากับซอสเปรี้ยวหวาน ซึ่งมีความคล้ายกับร้านเกียวจิน



ภาพที่ 2.5 เมนูเฟรนช์ฟรายด์ฮ่องเต้ ของร้านแพนด้า คิง

ที่มา : <http://www.glurr.com/images/topic/0295494001448126277.jpg>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แป้ง

2.3.1 แป้งชุบทอดกรอบ (นันทิยา และสุกัญญา, 2547)

แป้งชุบทอด หมายถึง แป้งที่ผสมกับส่วนประกอบอื่น และใช้ชุบอาหาร ก่อนนำไปทอดเพื่อทำให้กรอบ ส่วนประกอบหลักของแป้งชุบทอด ได้แก่ แป้ง เช่น แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง ส่วนประกอบอื่นที่อาจมี ได้แก่ เกลือ ผงฟู เป็นต้น

คุณลักษณะที่ต้องการของแป้งชุบทอด คือ แห้ง ไม่จับตัวเป็นก้อน สีขาวนวล ปราศจากสิ่งแปลกปลอม เช่น แมลง ผสม ขนสัตว์ มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 และมีเถ้าที่ไม่ละลายน้ำในกรดไม่เกินร้อยละ 0.07

2.3.2 ชนิดของแป้งชุบทอด

ชนิดและส่วนประกอบของแป้ง มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการพองตัวของผลิตภัณฑ์ชุบทอดที่แตกต่างกันไป เช่น เบานุ่ม (light) เปราะง่าย (fragiles) พองมาก (highly puffed) ความแข็ง (dense) และความกรอบ (crispy) ซึ่งผู้บริโภคจะชอบมากกว่าลักษณะอื่นๆ และเป็นผลทางอ้อมของการดูดซับน้ำมันของอาหารระหว่างทอด (ศิริลักษณ์, 2519) ชนิดของแป้งชุบทอดมีดังต่อไปนี้

2.3.2.1 แป้งข้าวโพด (corn starch) เป็นแป้งที่ได้จากเมล็ดข้าวโพดผ่านกรรมวิธีบดเปียก (wet milling) แยกโปรตีนและไขมันออกและบดแห้ง แป้งข้าวโพดประกอบด้วยอะไมโลสร้อยละ 17 อะไมโลเพคตินร้อยละ 83 มีอุณหภูมิการเกิดเจลที่ 61-72 องศาเซลเซียส (สุริรา และคณะ, 2551) เมื่อทำให้สุกโดยการทอด แป้งจะกรอบฟู เกาะติดกับตัวอาหารได้ดี มีคุณสมบัติคล้ายแป้งมันสำปะหลัง และไม่คืนตัว นิยมนำมาผสมกับแป้งสาลีเพื่อให้แป้งกรอบและคงรูป (กานต์, 2555)

2.3.2.2 แป้งมันสำปะหลัง (tapioca starch) มีคุณสมบัติในการละลายน้ำและยึดเกาะกับตัวอาหารได้ดี เหมาะสำหรับการนำไปชุบอาหารที่มีปริมาณความชื้นสูง หรืออาหารที่มีผิวสัมผัสลื่น เช่น ปลาหมึก ปลาสด และข้าวโพด เป็นต้น เมื่อนำมาใช้คลุกอาหารที่มีความชื้นสูงแล้วนำไปทอดด้วยไฟแรง จะทำให้อาหารกรอบ สามารถคงรูปร่างอยู่ได้ และแป้งจะกรอบมากขึ้นหากทอดซ้ำ 2 ครั้ง (กานต์, 2555)

2.3.2.3 แป้งตั้งหมื่น (wheat starch) ได้จากแป้งข้าวสาลี (wheat flour) มาละลายเอาโปรตีนหรือที่เรียกว่า กลูเตน (gluten) ออก ใช้ในการทำติ่มซำ เช่น สะเก๋ หรือผสมในแป้งทอด เช่น กล้วยทอด ไก่ทอด แป้งจะกรอบเบา และไม่แข็งกระด้าง

2.3.2.4 แป้งสาลี (wheat flour) ชนิดของแป้งสาลีในไทย แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ (นภัสรพี, 2559)

2.3.2.4.1 แป้งขนมปัง (bread flour) ทำจากข้าวสาลีชนิดแข็ง มีโปรตีนสูงตั้งแต่ร้อยละ 12.5 -14 มีความเหนียว ดูดซึมน้ำได้มาก ทนต่อการหมัก จึงนิยมใช้ทำขนมปังต่างๆ ลักษณะของแป้งชนิดนี้ จะมีสีค่อนข้างคล้ำไม่ขาว ไม่เกาะตัวกัน หยาบและร่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.4.2 แป้งสาลีอเนกประสงค์ (All purpose wheat flour) ทำจากข้าวสาลีชนิดแข็งและอ่อนรวมกัน มีโปรตีนร้อยละ 10-12 มีสีขาวกว่าแป้งขนมปัง เนื้อแป้งจะหยาบเล็กน้อย

2.3.2.4.3 แป้งเค้ก (cake flour) เป็นแป้งที่ได้จากข้าวสาลีชนิดอ่อน มีโปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7-8 อนุภาคละเอียดมาก และมีขนาดสม่ำเสมอ มีความเหนียวน้อย มีสีขาวกว่าแป้งขนมปังและแป้งสาลีอเนกประสงค์ มีอยู่ 2 ชนิด คือแป้งเค้กที่มีการเติมคลอรีน เป็นแป้งที่มีความขาวมากที่สุด เพราะการเติมคลอรีนจะช่วยให้แป้งขาวและกลูเตนแข็งแรงมากขึ้น จึงเหมาะสำหรับทำเค้กที่มีองค์ประกอบของไขมันและน้ำตาลสูงอย่างเค้กเนย เพราะแป้งจะพองตัวเร็ว อบแล้วคงตัวง่าย ส่วนแป้งอีกชนิด คือ ชนิดที่ไม่เติมคลอรีน ขนมที่ได้จะมีความนุ่มและขาว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแป้งสาลีมีส่วนประกอบของโปรตีนซึ่งสามารถรวมตัวกันเป็นกลูเตน ซึ่งเมื่อผสมรวมกับน้ำจะทำให้แป้งมีลักษณะเหนียวเป็นยางยืดหยุ่น ได้ และเมื่อทำให้สุกโดยการทอดแป้งที่ได้จะคงรูปร่างและกรอบ แป้งสาลีที่นิยมใช้ในการทำแป้งชุบทอดจะใช้แป้งสาลีอเนกประสงค์ ซึ่งเป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกัน ควรร่อนแป้งก่อนนำมาใช้เพื่อให้แป้งฟู และกรอบได้ดีขึ้น เหมาะสำหรับใช้ทอดอาหารแบบฝรั่ง เช่น ฟิชแอนด์ชิป (กานต์, 2555)

2.3.2.5 แป้งข้าวเจ้า หมายถึง แป้งที่ได้จากข้าวเต็มเมล็ด ข้าวหักหรือปลายข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือก แป้งข้าวเจ้าประกอบด้วยอะไมโลสร้อยละ 17 และอะไมโลเพกตินร้อยละ 83 มีอุณหภูมิการเกิดเจล 68-78 องศาเซลเซียส (นันทิยา และสุกัญญา, 2547) นิยมใช้ในการทำขนมและอาหารชุบแป้งทอดในแบบไทยๆ ซึ่งจะมีความกรอบ ไม่เหนียว เหมาะกับการทำอาหารชุบแป้งทอดที่ต้องการความกรอบและอยู่ตัว เช่น กุ้งแพ (กานต์, 2555)

2.3.3 สมบัติของแป้งชุบทอด (นันทิยา และสุกัญญา, 2547)

การผลิตแป้งชุบทอดให้มีคุณภาพดี แป้งชุบทอดต้องมียสมบัติด้านความกรอบ การพองตัว ความสามารถในการเกาะติดผิวอาหาร การอมน้ำมัน และสีที่เหมาะสม

2.3.3.1 ความกรอบ (crispness) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญของแป้งชุบทอด เกิดเนื่องจากเมื่อให้ความร้อนโดยการทอด เจลแป้งจะเกิดการพองตัว น้ำที่แทรกอยู่ในอาหารเกิดการขยายตัวดันให้เนื้อเยื่อของอาหารเป็นโพรงหรือรูพรุน เพื่อให้ไอน้ำเคลื่อนที่ออกจากเนื้อเยื่อ แต่ในขณะเดียวกันเนื้อเยื่ออาหารจะมีแรงที่ยึดโมเลกุลของน้ำไม่ให้หลุดออก และถ้าเนื้อเยื่ออาหารได้รับพลังงานความร้อนพอเหมาะ ความดันที่เกิดขึ้นจะเท่ากับแรงต้านเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรูพรุนสม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้นและมีความชื้นเหลืออยู่พอเหมาะที่จะทำให้มีความกรอบพอดี

ปัจจัยที่มีผลต่อความกรอบ ได้แก่ อัตราส่วนอะไมโลสต่ออะไมโลเพกตินที่เป็นส่วนผสมหลัก แป้งที่มีอะไมโลสสูงจะมีความกรอบสูง เนื่องจากอะไมโลสมีอุณหภูมิในการเกิด เจลสูง ทำให้เจลเกิดได้ช้ากว่า เมื่อนำมาทอดจะปล่อยน้ำออกไปได้น้อยก่อนที่จะเกิดเจล ส่งผลให้ความกรอบเพิ่มขึ้น ปริมาณโปรตีนในแป้งก็มีผลต่อความกรอบเช่นกัน แป้งที่มีโปรตีนสูงทำให้ผลิตภัณฑ์มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความกรอบมากกว่า วิธีการให้ความร้อนหรืออุณหภูมิที่ใช้ทอดผลิตภัณฑ์ควรควบคุมให้อยู่ในช่วง 150 – 220 องศาเซลเซียส ถ้าต่ำหรือสูงกว่านี้จะมีผลทำให้ความกรอบลดลง

2.3.3.2 การพองตัว (puffing) เกิดเนื่องจากปัจจัยหลัก 2 ประการคือ การพองตัวโดยสมบัติของตัวแป้งเอง ซึ่งเกิดจากการพองตัวและดูดกลืนน้ำมันของเม็ดแป้งเมื่อได้รับความร้อน น้ำแปรสภาพเป็นไอน้ำทำให้แป้งขยายหรือพองตัวออก นอกจากนี้การพองตัวยังเกิดได้จากผงฟูที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ซึ่งเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็ทำให้เกิดการพองตัวได้เช่นกัน

2.3.3.3 ความสามารถในการเกาะติดผิวอาหาร (adhesion) เกิดจากการที่น้ำแป้งได้รับความร้อนที่อุณหภูมิที่เหมาะสมเกิดเจลที่เคลือบติดบนผิวของชิ้นอาหารได้

ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการเกาะติดผิวอาหาร ได้แก่ ความชื้นหนืด ชนิดของแป้งที่เป็นส่วนผสมหลัก แป้งที่มีอะไมโลเพกตินสูงมีสมบัติที่ข้นหนืดมากจึงติดผิวอาหารได้ดี การเติมสารช่วยให้เกิดความชื้นหนืด เช่น กัม โปรตีน ทำให้การเกาะติดเกิดขึ้น และปริมาณน้ำ ถ้าใช้น้ำน้อยแป้งจะมีความชื้นหนืดสูงเกาะติดได้ดี

2.3.3.4 การอมน้ำมัน (fat absorption) เกิดจากการดูดน้ำมันเข้าไปในชิ้นอาหารในปริมาณมาก การอมน้ำมันขึ้นกับหลายปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ทอด พื้นที่ผิวอาหาร ชนิดของน้ำมัน และองค์ประกอบของอาหาร การทอดที่อุณหภูมิสูงระยะเวลาสั้น ให้ผลิตภัณฑ์ที่อมน้ำมันน้อยกว่าอาหารที่มีพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับน้ำมันมากอมน้ำมันได้มากกว่า น้ำมันที่ใช้ทอดถ้าจุดเกิดควันต่ำ ให้ผลิตภัณฑ์ที่อมน้ำมันมากกว่าพวกที่มีจุดเกิดควันสูงและองค์ประกอบของอาหารก็มีผลเช่นกัน รวมทั้งอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลสูง จะอมน้ำมันได้มากกว่าอาหารประเภทอื่น

2.3.3.5 สี (color) ผลิตภัณฑ์แป้งชุบทอดที่ดีควรสุกและเป็นสีน้ำตาลทอง (golden brown) สีดังกล่าวเกิดจากปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชัน ซึ่งเป็นผลจากการเกิดไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ของน้ำตาลในแป้งชุบทอดจนได้โมโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide) แล้วเกิดโพลีเมอร์ไรเซชัน (polymerization) ได้สารสีน้ำตาล

ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ชนิดของแป้ง ซึ่งแป้งต่างชนิดกันจะให้สีไม่เหมือนกัน อุณหภูมิและเวลาทอดก็เป็นหนึ่งอีกปัจจัยที่มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งการใช้อุณหภูมิสูงและเวลาที่มากเกินไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีเข้มมากเกินไป

2.3.4 รูปแบบการทอดอาหารชุบแป้งทอด (ปิยะพร, 2547)

สำหรับอาหารชุบแป้งทอดการให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์อาหารทอดแบบน้ำมันท่วม (Deep-fat frying) ใช้อุณหภูมิประมาณ 150-220 องศาเซลเซียส ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 150 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์จะมีความกรอบ และพองน้อยลง เนื่องจากพลังงานความร้อนที่ให้ไม่เหมาะสมในการดันไอน้ำให้ผ่านโครงสร้างของแป้งชุบทอด แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 220 องศาเซลเซียส เกิดปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชันเร็วขึ้น ทำให้ผิวด้านนอกของผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว โดยที่น้ำในชิ้นอาหารเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระเหยออกไปได้น้อย ความกรอบของผลิตภัณฑ์จึงลดลง ส่วนเวลาที่ใช้ในการทอดขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 2-5 นาที (กมลทิพย์, 2542)

2.4 ผักและผลไม้สดแปรรูปน้อยที่สุด

ปัจจุบันนี้ผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น ทั้งตลาดภายในประเทศและทั่วโลก เนื่องจากความสะดวกสบายของผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น คำจำกัดความสำหรับการแปรรูปผักและผลไม้สดน้อยที่สุด หมายถึง ผักหรือผลไม้ที่ผ่านการเพิ่มมูลค่าโดยกระบวนการที่ทำให้คุณสมบัติของวัตถุดิบ เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ได้ควรมีคุณสมบัติหรือลักษณะใกล้เคียงกับของสดมากที่สุด

การแปรรูปน้อยที่สุด ได้แก่ การตัดแต่ง การปอกเปลือก การหั่นตัด หรือผ่านเป็นชิ้น และการเจาะแกนกลาง ผักและผลไม้สดตัดแต่ง (fresh-cut) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแปรรูปน้อยที่สุด (วิไล, 2559) ส่วนคำจำกัดความของคำว่า ผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค คือ การนำผลิตผลสดมาคัดขนาด ปอกเปลือก ล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง ตัดหรือหั่นเป็นชิ้น และบรรจุลงในถุงพลาสติกหรือวางลงบนถาดแล้วหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก โดยที่ผักและผลไม้ยังมีชีวิตอยู่ (จริงแท้, 2546)

2.5 ปัญหาในการเตรียมผักและผลไม้สดแปรรูปพร้อมบริโภค หรือพร้อมปรุง

ผักและผลไม้สดที่ผ่านการแปรรูปน้อยที่สุด จะทำให้สารต่างๆ ภายในเซลล์ออกมาบริเวณรอยตัด เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของผลิตผลสด รวมทั้งสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งเมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลบนผลิตผล น้ำตาลและกรดต่างๆ ที่ไหลออกมาจะกลายเป็นอาหารสำหรับเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้เกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้อย่างรวดเร็ว (จริงแท้, 2546) ส่งผลให้ผลิตผลที่ผ่านกระบวนการตัดแต่งพร้อมบริโภคหรือพร้อมปรุงมีอายุการวางจำหน่ายสั้นกว่าผลิตผลสดที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการตัดแต่งดังกล่าว

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้สดตัดแต่ง ถูกกำหนดโดยสมบัติหรือคุณสมบัติของสินค้าที่ผู้บริโภคต้องการ ปัจจัยด้านคุณภาพ ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และคุณค่าทางโภชนาการ ผู้บริโภคจะตัดสินคุณภาพของผักและผลไม้สดตัดแต่งขณะซื้อ โดยดูจากลักษณะทางกายภาพและความสด (วิไล, 2559) ปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการผลิตผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภคหรือพร้อมปรุงคือ วัตถุดิบที่ใช้ผลิตต้องมีคุณภาพดี มีหลักการผลิตที่ดีและสะอาด การปฏิบัติงานควรทำสภาวะอุณหภูมิต่ำ (0-5 องศาเซลเซียส) มีการทำความสะอาดทั้งก่อนและหลังปอกเปลือก น้ำที่ใช้ล้างผลิตผลควรมีคุณภาพดี มีการเติมสารที่ไม่รุนแรงลงในน้ำที่ใช้ล้างเพื่อป้องกันการปนเปื้อนหรือการเกิดสีน้ำตาล ทำให้แห้งหลังจากล้าง ปอกเปลือก และหั่นอย่างประณีต เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกใช้บรรพจน์และวิธีการบรรจุที่ถูกต้องเหมาะสม ใช้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ถูกต้องเหมาะสมในช่วงรอการขาย (วิธิญา, 2549)

2.6 ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาล (Browning reaction)

การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในอาหารแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ (enzymatic browning) และการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning)

2.6.1 ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์หรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด จะเกิดขึ้นเมื่ออาหารได้รับความร้อน ซึ่งจะมีการสูญเสียน้ำ (dehydration) มีการสลายตัว (degradation) และมีการรวมตัวกัน (condensation) ของหมู่อะมิโนกับสารประกอบรีดิวซ์ และพัฒนาเป็นสารประกอบเชิงซ้อนมีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล และน้ำตาลแดงทำให้อาหารมีกลิ่นและรสชาติเฉพาะ

การเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดของอาหารแต่ละชนิด เมื่อได้รับความร้อนจะทำให้มีทั้งสี กลิ่นและรสชาติ แตกต่างกัน ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงและผันแปรตามระยะเวลา และอุณหภูมิที่ใช้ (นิธิยา, 2553)

2.6.1.1 การจำแนกชนิดของปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์สามารถจำแนกย่อยออกได้เป็น 2 แบบ คือ การเกิดคาราเมลไลเซชัน (caramelization) และการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction)

2.6.1.1.1 คาราเมลไลเซชัน เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ความร้อนในการสลายโมเลกุลให้แยกออก (thermolysis) และเกิดโพลีเมอร์ของสารประกอบคาร์บอนได้เป็นสารที่ให้สีน้ำตาล โดยปฏิกิริยานี้สารเริ่มต้นจะเป็นน้ำตาลเท่านั้น (สิวาพร, 2546)

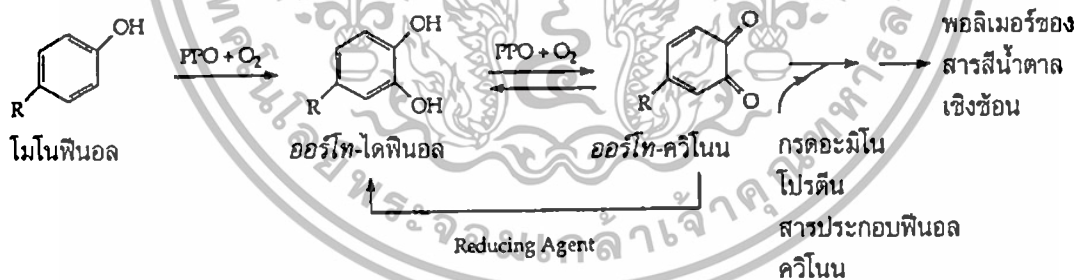
2.6.1.1.2 ปฏิกิริยาเมลลาร์ด เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) กับกรดอะมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยมีความร้อนเป็นตัวเร่ง ทำให้เกิดสารประกอบต่างๆ มากมายหลายชนิด ซึ่งมีผลต่อสี กลิ่น และรสชาติของอาหาร ทั้งที่พึงประสงค์หรือไม่พึงประสงค์ก็ได้ ปฏิกิริยาเหล่านี้จะเกิดขึ้นขณะทอด อบ ปิ้งย่าง หรืออาจเกิดขึ้นระหว่างเก็บรักษา ซึ่งน้ำตาลรีดิวซ์จะทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโนในโมเลกุลของแอมโมเนีย กรดอะมิโน และโปรตีนได้เป็นไกลโคซิลเอมีน และจะเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องจนได้สารสีน้ำตาลเรียกว่า ปฏิกิริยาเมลลาร์ด หรือ non-enzymatic browning ซึ่งต่างจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องเอนไซม์

ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ดพบได้ในอาหารที่มีน้ำตาลรีดิวซ์ กรดอะมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ อยู่รวมกัน และได้รับความร้อน เช่น การเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์

ขนมอบ ปฏิกิริยานี้ยังมีความสำคัญต่อการทำคาราเมล ทอฟฟี่ และซ็อกโกแลตนม เป็นต้น ข้อเสียเอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของปฏิกิริยาเมลลาร์ดคือ ทำให้กรดอะมิโนไลซีนซึ่งเป็นกรดอะมิโนจำเป็นทั้งที่อยู่ในรูปอิสระและที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของโปรตีนลดน้อยลง ดังนั้นการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดจะทำให้คุณค่าทางโภชนาการของอาหารลดลง นอกจากนี้หากเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูงและได้รับความร้อนสูง ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะเป็นสาร heterocyclic amine ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง (นิธิยา, 2553)

2.6.2 ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์เป็นปัญหาสำคัญที่พบในผักผลไม้สด และน้ำผลไม้มากกว่าผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการแปรรูปด้วยความร้อน เนื่องจากความร้อนที่ใช้ในการแปรรูปจะทำให้ประสิทธิภาพของเอนไซม์เสียไปได้ (ศิวาพร, 2546) ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์จะเกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อพืช เมื่อเซลล์ถูกทำลายทางกล เช่น การปอกเปลือก หรือการหั่นชิ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาของสารประกอบโมโนฟีนอลที่อยู่ในเซลล์พืชสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ และมีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชันได้เป็นออร์โท-ไดฟีนอล (*o*-diphenol) สารนี้จะถูกออกซิไดส์ต่อไปเป็นออร์โท-ควิโนน (*o*-quinone) เอนไซม์ PPO อาจมีชื่อเรียกว่า โพลีฟีนอลเลส ฟีนอลเลส ไทโรซิเนส ออร์โท-ไดฟีนอลออกซิเดส (*o*-diphenol oxidase) หรือแคทีคอลออกซิเดส (catechol oxidase) ควิโนนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์ PPO จะรวมตัวกันและเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดกับสารประกอบฟีนอลอื่นๆ หรือกับกรดอะมิโนได้เป็น สารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำตาล (นิธิยา, 2553) ดังแสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ PPO

ที่มา : นิธิยา (2553)

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ในผัก และผลไม้คือความเข้มข้นของเอนไซม์ และสารประกอบฟีนอลที่เป็นสับสเตรท ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจน และอุณหภูมิ เป็นต้น (ศิวาพร, 2546) สับสเตรทที่ถูกออกซิไดส์ได้ด้วยเอนไซม์ PPO ได้แก่ สารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ในพืชซึ่งเป็นสารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เช่น แอนโทไซยานิน ลูโคแอนโทไซยานิน ฟลาโวนอล แคทีคอล กรดคาเฟอิก กรดคลอโรจินิ แคทีชิน เอสเทอร์ของกรดซินนามิก (cinnamic acid ester) 3,4-ไดไฮดรอกซีฟีนิลอะลานีน (3,4-dihydroxyphenylalanine หรือ DOPA) เอกสารนี้เป็นเอกสารทสจว.ไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และไทโรซีน พีเอชที่เหมาะสมสำหรับการทำงานเอนไซม์ PPO อยู่ในช่วงพีเอช 5-7 เอนไซม์นี้ไม่ค่อยคงตัว ถูกทำลายได้ด้วยความร้อน และถูกยับยั้งได้ด้วยกรดแฮไลด์ (halides) กรด ฟีนอล ซัลไฟต์ คีเลติงเอเจนต์(chelating agents) และรีดิวซิงเอเจนต์ เช่น กรดแอสคอร์บิก และ ซีสเทอีน เป็นต้น

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์เป็นปัญหาสำคัญในการแปรรูปผักและผลไม้หลายชนิด ได้แก่ แอปเปิล ท้อ สาลี่ กัลยง อุ่น มัณฝรั่ง เห็ด มะเขือ ผักสลัด ใบชา และเมล็ดกาแฟ รวมทั้งอาหารทะเลบางชนิด เช่น กุ้ง ปู และกุ้งมังกร เมื่ออาหารเกิดสีน้ำตาลจะทำให้อายุการวางจำหน่ายสั้นลง และปฏิกิริยานี้อาจทำให้เกิดปัญหากับผักและผลไม้ที่ผ่านกระบวนการอบแห้งและแช่เยือกแข็งอีกด้วย (นิธิยา, 2553)

2.3.2.1 การควบคุมปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ในอาหาร

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์เมื่อเกิดขึ้นในอาหารจะทำให้อาหารมีสีเปลี่ยนไป และยังทำให้รสชาติของอาหารบางชนิดเปลี่ยนแปลงไปด้วย ทำให้อาหารมีคุณภาพลดลง ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การควบคุมไม่ให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับอาหารแต่ละชนิด เช่น

1. ใช้ความร้อนทำลายเอนไซม์ PPO หรือฟีนอลเลส เช่น การลวกผักด้วยไอน้ำ

2. ใช้สารเคมียับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO หรือฟีนอลเลส

3. เติมสารรีดิวซิงเอเจนต์ เช่น กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ความเข้มข้นประมาณร้อยละ 0.1-0.3 ซึ่งกรดแอสคอร์บิกเป็นสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลประเภทสารรีดิวซิงเอเจนต์ชนิดหนึ่งที่มีการนำมาใช้ป้องกันการเกิดสีน้ำตาลอย่างแพร่หลาย สาเหตุที่กรดแอสคอร์บิกเป็นที่นิยมนำมาใช้ขึ้นเพราะเป็นกรดอินทรีย์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ไม่ทำให้กลิ่นรสเปลี่ยนแปลง และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค อย่างไรก็ตามถึงแม้กรดแอสคอร์บิกจะสามารถลดการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ได้ แต่ถ้ากรดแอสคอร์บิกถูกออกซิไดซ์จะกลายเป็นดีไฮโดรแอสคอร์บิก (DHA) ซึ่ง DHA จะสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ได้ (อดิศักดิ์, 2542)

4. กำจัดออกซิเจน โดยใช้ภาชนะบรรจุที่อากาศผ่านเข้าออกไม่ได้หรือลดความดันของอากาศให้ต่ำกว่า 380 ทอร์ (torr) หรือเก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจนต่ำมาก ๆ

5. ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสับสเตรทที่มีอยู่ตามธรรมชาติ

การยับยั้งเอนไซม์อาจใช้ 2-3 วิธีรวมกันได้ แต่การลวกด้วยไอน้ำใช้กับผลไม้ไม่ได้ เนื่องจากจะทำให้ผลไม้บางชนิดมีกลิ่นผิดปกติ และทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่มลง อย่างไรก็ตามสามารถใช้ความร้อนยับยั้งเอนไซม์ในน้ำผลไม้และเนื้อผลไม้ปั่น (puree) หรือใช้การเติมกรดแอสคอร์บิกลงไปให้ทำปฏิกิริยากับออร์โท-ควิโนน เพื่อเปลี่ยนกลับให้เป็นออร์โท-ไดฟีนอล

(นิธิยา, 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การลดการเกิดสีน้ำตาล (วิธีฉาย, 2549)

การลดการเกิดสีน้ำตาลสามารถทำได้หลายวิธี สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การลดโดยใช้วิธีทางเคมี และวิธีทางกายภาพ

2.7.1 การลดการเกิดสีน้ำตาลโดยวิธีทางเคมี

โดยทั่วไปการลดการเกิดสีน้ำตาลโดยวิธีทางเคมีนั้น นิยมใช้สารเคมีในรูปสารละลายเพื่อควบคุมการเกิดสีน้ำตาล สารเคมีที่ใช้ควบคุมนั้นมีหลายชนิด บางชนิดมีความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO โดยตรง บางชนิดเป็นตัวกำจัดสารตั้งต้น เช่น ออกซิเจนและสารประกอบฟีนอลให้ไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดสีน้ำตาล และบางชนิดจะทำปฏิกิริยาแข่งกับสารตั้งต้นก่อนที่สารตั้งต้นจะทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ PPO ส่งผลทำให้ไม่เกิดสีน้ำตาล ในบางครั้งอาจใช้สารชนิดเดียวหรืออาจใช้สารหลายชนิดรวมกันเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาล

2.7.2 การลดการเกิดสีน้ำตาลโดยวิธีทางกายภาพ

การลดการเกิดสีน้ำตาลด้วยวิธีทางกายภาพ ได้แก่ การลดอุณหภูมิ การใช้บรรยากาศดัดแปลง การใช้สารเคลือบ การใช้รังสี หรือการใช้ความดัน ซึ่งวิธีที่ได้รับความนิยม ได้แก่ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยที่อุณหภูมิต่ำนอกจากจะลดกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์แล้วยังช่วยชะลอเมตาบอลิซึมต่างๆ ทำให้ยืดอายุการวางจำหน่ายผักและผลไม้ได้นานยิ่งขึ้น

2.8 สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล

ผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตจากวัตถุดิบที่เป็นพืชมักมีปัญหที่เกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาล (browning reaction) ซึ่งมักเกิดขึ้นในระหว่างการเตรียมวัตถุดิบ ระหว่างกระบวนการแปรรูปหรือระหว่างการจัดเก็บเพื่อรอจำหน่าย ทำให้เกิดรงควัตถุสีน้ำตาล สีดำ สีเทาหรือสีแดงขึ้นบนผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นสีที่ผิดปกติ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ หรืออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์สั้นลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมผักและผลไม้สดตัดแต่ง รวมทั้งในน้ำผลไม้ จึงมีการพยายามที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้สารเคมีต่างๆ ซึ่งในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในทางเคมีนั้น มักจะใช้สารประกอบเคมีในรูปสารละลาย เพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาล (ศิวาพร, 2546)

2.8.1 สารเคมีที่ใช้ป้องกันการเกิดสีน้ำตาล

สารป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเป็นวัตถุเจือปนอาหาร มีสมบัติในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล โดยไม่ทำให้เปลี่ยนรสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะช่วยให้ยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อีกด้วย สารเคมีที่ใช้ในการลดการเกิดสีน้ำตาล แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มกรดคาร์บอกซิลิก กลุ่มกรดแอสคอร์บิก กลุ่มกรดฟีนอล กลุ่มสารประกอบซัลเฟอร์ และอื่นๆ ดังตารางที่ 2.2 ซึ่งในกลุ่มกรด แอสคอร์บิก ที่นิยมใช้คือกรดแอสคอร์บิก (L-ascorbic acid) กรดแอสคอร์บิกเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิริทอร์บิก (erythorbic acid) โซเดียมแอสคอร์เบต (sodium ascorbate) และโซเดียมอิริทอร์เบต (sodium erythorbate) (สุวิมล, 2549)

ตารางที่ 2.2 ชนิดของสารเคมีลดการเกิดสีน้ำตาล

Carboxylic acids	Ascorbic acids	Sulfur-contraining	Phenolic acid	Other
Acetic	Ascorbic	Cysteine	Caffeic	4-Hexyl resorcinol
Citric	Ca- ascorbate	Histidine	Chlorogenic	Honey
Formic	Fe- ascorbate	Glutathione	Cinnamic	NaCl
Fumaric	Mg- ascorbate	Methionine	Coumatic	
Lactic	Na- ascorbate		Ferulic	
Malic	Erythorbic		Gallic	
Malonic	Na- Erythorbate		Kojjie	
Pyruvic				
Oxalic				
Oxalacetie				
Succinic				

ที่มา : Son และคณะ (2001)

สารเคมีที่ใช้ป้องกันการเกิดสีน้ำตาลมีหลายชนิด ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทดลองใช้สารเคมี 3 ชนิดในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะเขียวยาวสดตัดแต่ง ได้แก่

2.8.1.1 โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (sodium metabisulfite or sodium pyrosulfite) (นิตาชล, 2556)

สารประกอบซัลไฟต์ก็เป็นสารที่ใช้ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่มีประสิทธิภาพดี เป็นวัตถุเจือปนอาหารที่มีความสำคัญต่อวงการอุตสาหกรรมอาหารมาก (สิวาพร, 2546) ซึ่งได้มีการนำมาใช้ในรูปต่างๆ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) โซเดียมซัลไฟต์ (Na₂SO₃) โซเดียมไบซัลไฟต์ (NaHSO₃) โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (Na₂S₂O₅) รวมทั้งเกลือในรูปของโพแทสเซียมด้วย นิยมเรียกสารประกอบในกลุ่มนี้ว่า “Sulfiting agents” (สายสนม, 2546)

โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ เป็นสารในกลุ่มซัลไฟต์ เมื่อถูกความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide, SO₂) หรือซัลฟิวรัสแอนไฮไดร (sulfurous anhydride) หรือซัลฟิวรัสออกไซด์ (sulfurous oxide) ซึ่ง SO₂ จะเป็นก๊าซได้ดีที่สภาวะเป็นกรด ไม่ติดไฟ มีกลิ่นฉุนรุนแรงทำให้หายใจไม่ออก ละลายน้ำได้ดี ละลายน้ำแล้วให้กรดซัลฟิวรัส มีการใช้สารในกลุ่มซัลไฟต์ในอาหาร ดังนี้ (สิวาพร, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1. ใช้เป็นวัตถุกันเสีย (preservative) ที่มีประสิทธิภาพสูง ราคาถูก ง่ายต่อการใช้งาน ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์(yeast), รา(mold) และแบคทีเรีย(bacteria) เช่น ใช้ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในการทำไวน์ (wine), เบียร์ (beer) และอาจใช้เป็นวัตถุกันหืน (antioxidant) ได้ด้วย
- 2. ใช้ในการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) และปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์(non enzymatic browning reaction) นิยมใช้ในอาหาร ได้แก่ ผักผลไม้สด ผักผลไม้แห้ง ผักผลไม้ดอง ผักผลไม้แช่อิ่ม ผลไม้กวน แยม น้ำตาลทราย น้ำตาลปีบ น้ำเชื่อม และผลิตภัณฑ์แป้ง เช่น วุ้นเส้น เส้นหมี่ และเส้นก๋วยเตี๋ยว ใช้ในเจลาติน (gelatin) ถั่วบรรจุกระป๋อง หน่อไม้กระป๋อง เห็ดกระป๋อง กะทิกระป๋อง มันฝรั่งกระป๋อง และอาหารแช่แข็ง เป็นต้น



ภาพที่ 2.7 โครงสร้างทางเคมีของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์

ที่มา : นิสาชล (2556)

เนื่องจากสารกลุ่มซัลไฟต์มีพิษ และเป็นสารก่อภูมิแพ้ (food allergen) จากพระราชบัญญัติอาหารอาหารของกระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดการใช้เกลือซัลไฟต์ เกลือไบซัลไฟต์ของโซเดียม และโปแตสเซียมเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ ต้องมีคุณภาพเป็นไปตามกฎกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 โดยอนุญาตให้ใช้ในปริมาณที่กำหนด ยกตัวอย่างดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ปริมาณสารประกอบซัลไฟต์ที่มีการอนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84

ชนิดอาหาร	ในปริมาณสูงสุดไม่เกิน(มก./กก.)
ผลไม้แห้งและผักแห้ง	2500
ในอาหารชนิดอื่นเว้นแต่เนื้อสัตว์และน้ำตาลทรายดิบ	500
น้ำตาลทรายชนิดผงหรือป่น (Powdered or icing sugar)	20
เด็กโทรสโมโนไฮเดรต (Dextrose monohydrate)	20
น้ำเชื่อมกลูโคสแห้ง (Dried glucose syrup)	40
น้ำเชื่อมกลูโคส (Glucose syrup)	40
น้ำตาลทรายขาว (White sugar)	70
น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ (Refined sugar)	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

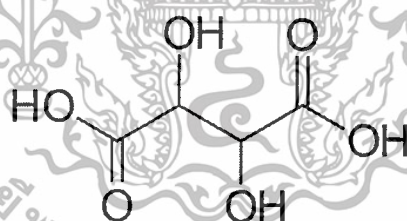
ที่มา : ศิวาพร (2546)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.2 กรดซิตริก (citric acid)

กรดซิตริกหรือกรดมะนาว เป็นกรดอ่อนที่ใช้ประโยชน์เพื่อการถนอมอาหารโดยมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มรสชาติ ช่วยให้อาหารมีรสเปรี้ยว และมีกลิ่นหอมน่ารับประทาน กรดซิตริกได้รับการยอมรับว่ามีความปลอดภัยในการบริโภค สามารถเติมลงไปในการอาหารโดยไม่เกิดอันตราย และสามารถย่อยสลายได้ง่าย และไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม กรดซิตริกพบได้ตามธรรมชาติโดยทั่วไปในผัก และผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว โดยเฉพาะพืชตระกูลมะนาว ส้มและสับปะรด ซึ่งมีสัดส่วนของกรดซิตริกเป็นองค์ประกอบสูง กรดซิตริกที่ผลิตในปัจจุบันอยู่ในรูปผลึก ลักษณะใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีรสเปรี้ยว มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี

กรดซิตริกมีคุณสมบัติที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในหลายทาง นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม เพื่อเป็นสารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป รวมทั้งยังใช้เป็นสารลดความฟุ้ง ลดการตกผลึกของน้ำตาล และยังสามารถควบคุมระดับค่า pH ในผลิตภัณฑ์อาหารทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นโทษไม่สามารถเติบโตได้ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ จึงเป็นที่นิยมใช้เพื่อการถนอมอาหาร และเครื่องดื่ม (นิสาชล, 2556) นอกจากนี้กรดซิตริกยังช่วยยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่จะเกิดขึ้นในผัก และผลไม้ถูกยับยั้ง รวมทั้งยังมีความสมบัติเป็นสารจับโลหะที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถทำปฏิกิริยากับโลหะต่างๆ ที่อาจปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ เช่น เหล็ก นิกเกิล แมงกานีส โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง และสังกะสี เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ทำให้ปฏิกิริยาที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากโลหะดังกล่าวหยุดชะงัก (คิวพร, 2546)

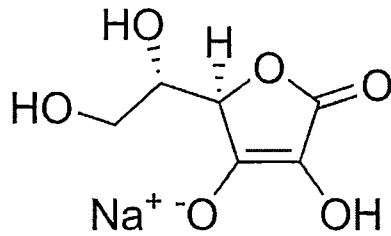


ภาพที่ 2.8 โครงสร้างทางเคมีของกรดซิตริก

ที่มา : นิสาชล (2556)

2.8.1.3 โซเดียมแอสคอร์เบต (sodium ascorbate)

เกลือของกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) นิยมใช้ในรูปแบบของเกลือโซเดียม คือ โซเดียมแอสคอร์เบต (sodium ascorbate) มีลักษณะเป็นผลึก ละลายได้ในน้ำได้ดี และให้รสที่ไม่ใช่กรด สารละลายร้อยละ 10 ของโซเดียมแอสคอร์เบตมีพีเอช 7.3-7.6 เมื่อละลายในน้ำจะทำปฏิกิริยาได้ง่ายกับออกซิเจนในอากาศและสารออกซิไดซ์อื่นๆ สำหรับการใช้ในอาหาร โซเดียมแอสคอร์เบตมีบทบาทสำคัญ คือ เป็นวัตถุกันเสีย และสามารถทำหน้าที่เป็นวัตถุกันหืนในอุตสาหกรรมอาหาร เมื่อใช้ในปริมาณมาก ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสที่คงตัว และการทำหน้าที่เป็นสารรีดิวซ์ (reducing agent) โดยทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ ในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (กิตติวรรณ, 2546) นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของวิตามินซีในอาหารเสริม และใช้เป็นสารกันบูดในอาหารสัตว์ อย่างไรก็ตาม ให้นำไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 โครงสร้างทางเคมีของโซเดียมแอสคอร์เบท

2.9 การแช่เย็น

การแช่เย็น (Chilling) เป็นการลดอุณหภูมิของอาหารไว้ระหว่าง -1 ถึง 8°C ผลของการลดอุณหภูมิทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาชีวเคมี และจุลินทรีย์ของอาหารสด และอาหารแปรรูปลดลง ซึ่งการแช่เย็นมีจุดประสงค์ดังนี้ คือ (ชมภู, 2550)

1. เพื่อรักษาความสด ยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารที่เน่าเสียง่าย เช่น การแช่เย็นผักและผลไม้
2. เพื่อช่วยปรับปรุงสมบัติของอาหารเช่น การแช่เย็นเนื้อสัตว์หลังการฆ่าซึ่งจะช่วยให้เนื้อสัตว์นุ่ม
3. เพื่อช่วยยืดอายุการจำหน่ายอาหารสำเร็จรูปบางชนิด เช่น ผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภค และน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ เป็นต้น

นอกจากนี้ยังช่วยรักษาคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร อาหารแช่เย็นยังมีภาพลักษณ์ในแง่ของความสะอาด คุณภาพดี ทำให้ตลาดของอาหารในกลุ่มนี้เติบโตอย่างรวดเร็ว (ชัยรัตน์, 2560) มักใช้วิธีการแช่เย็นควบคู่กับกรรมวิธีแปรรูปอื่นๆ ด้วย เช่น การหมัก การฉายรังสีหรือการพาสเจอร์ไรส์ เพื่อยืดอายุให้กับอาหารที่ผ่านกรรมวิธีที่ไม่รุนแรง (กิตติยา และ โสบุญชัย, 2545)

การแช่เย็น คือ การลดอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิต่ำสุดที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ จะยับยั้งการเจริญและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ (กิตติยา และ โสบุญชัย, 2545) โดยเชื้อจุลินทรีย์แบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม ตามช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต ดังนี้

- | | |
|-------------------|--|
| 1. Thermophile | อุณหภูมิต่ำสุด $30-40^{\circ}\text{C}$
อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญ $55-65^{\circ}\text{C}$ |
| 2. Mesophile | อุณหภูมิต่ำสุด $5-10^{\circ}\text{C}$
อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญ $30-40^{\circ}\text{C}$ |
| 3. Psychrotrophic | อุณหภูมิต่ำสุด $< 0-5^{\circ}\text{C}$
อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญ $20-30^{\circ}\text{C}$ |
| 4. Psychrophile | อุณหภูมิต่ำสุด $< 0-5^{\circ}\text{C}$
อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญ $12-18^{\circ}\text{C}$ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น การแช่เย็นจะช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์กลุ่ม Thermophilic และ Mesophilic ได้ นอกจากนี้ยังมีเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นปัญหาของอาหารแช่เย็น ได้แก่ จุลินทรีย์ที่ก่อโรค บางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ในขณะที่เก็บอาหารไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5°C เป็นเวลานาน หรือเกิดจากการควบคุมอุณหภูมิที่ไม่ดี ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้มีการสร้างสารพิษในอาหารและทำให้เกิดอาหารเป็นพิษหากรับประทานเข้าไปเพียงไม่กี่เซลล์ เช่น *Aeromonas hydrophilia*, *Listeria* spp., *Yersinia enterocolitica*, และบางสายพันธุ์ของ *Bacillus cereus*, *Vibrio parahaemolyticus* และ enteropathogenic *Escherichia coli* โดยเฉพาะสายพันธุ์ E.coli O157:H7 ที่ก่อให้เกิดอาการเลือดออกในลำไส้ ท้องเสียอย่างรุนแรง ปวดท้อง และถ่ายเป็นเลือด (ชัยรัตน์, 2560)

2.10 การยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สดแต่งพร้อมบริโภค

การถนอมอาหารด้วยการทำความเย็นอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี กายภาพ ของอาหารกล่าวคือ ที่อุณหภูมิต่ำการเคลื่อนที่ระดับโมเลกุลจะช้าลงส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเคมี และกระบวนการทางชีวภาพช้าลงตามไปด้วย เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าปฏิกิริยาเคมีจะช้าลง ครั้งหนึ่งเมื่ออุณหภูมิลดลงทุก 10°C การถนอมอาหารด้วยความเย็นต่างจากการให้ความร้อน เพราะ การทำเย็นไม่ได้ทำลายเชื้อจุลินทรีย์และเอนไซม์ในอาหาร แต่เป็นการลดกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ และเอนไซม์ลงเท่านั้น ดังนั้นการทำเย็นอาหารไม่สามารถทำให้คุณภาพของอาหารดีขึ้น เป็นเพียง การยืดอายุของอาหาร ได้ช่วงเวลาหนึ่ง อาหารแต่ละชนิดจึงมีอายุการเก็บรักษา (Shelf life) ไม่เท่ากันขึ้นกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บ สิ่งสำคัญในการถนอมอาหารด้วยความเย็น คือ การรักษาอุณหภูมิให้ต่ำคงที่ตลอดห่วงโซ่ความเย็น (Cold chain) ตลอดอายุการเก็บเชิงการค้า นอกจากนี้การทำความเย็น มักใช้ร่วมกับวิธีถนอมอาหารอื่นๆ ซึ่งเป็นหลักการของเทคโนโลยีเฮอเคิล (Hurdle technology) (ชัยรัตน์, 2560)

2.10.1 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การเก็บรักษาเป็นการปรับปัจจัยต่างๆ รอบผลิตผลเพื่อให้ผลิตผลมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด และยังช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่จะเข้ามาทำลายผลิตผลด้วย ซึ่งอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเก็บรักษาผลิตผล เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในผลิตผล ตลอดจนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่างๆ มีอัตราผันแปรตามอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงอัตราปฏิกิริยาหรือการเจริญเติบโตก็สูง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้เร็วขึ้น และส่งผลให้ผลิตผลมีอายุการเก็บรักษาลดลง (จริงแท้, 2546) และนอกจากนี้อายุการเก็บของพืชผลทางการเกษตรด้วยวิธีแช่เย็นยังเกี่ยวข้องกับปัจจัยดังต่อไปนี้ (ชัยรัตน์, 2560)

1. ชนิดของอาหารและสายพันธุ์พืช

2. ส่วนของพืชผลที่คัดเลือกมา เช่น อวัยวะส่วนที่มีการเจริญเติบโตสูงที่สุดจะมีอัตรา เมตาโบลิ

ซึมสูงที่สุด นั่นคือมีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดด้วย เอกสารเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีการศึกษานานาชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3. สภาพะของอาหารในระหว่างการเก็บเกี่ยว เช่น เกิดความเสียหายเชิงกลหรือไม่ การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ และระดับความสุก (maturity)
 - 4. อุณหภูมิในระหว่างการกระจายสินค้าและการตั้งจำหน่ายในร้าน
 - 5. ความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศในการเก็บรักษา ซึ่งจะมีผลต่อการสูญเสียน้ำ
- ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตผลทุกชนิดจึงควรเก็บรักษาในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดที่จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายหรือการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ

ตารางที่ 2.4 สภาพะการเก็บรักษาที่เหมาะสมและอายุของผักและผลไม้บางชนิด

อาหาร	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อายุการเก็บรักษา (วัน)
แอฟริคอต	-0.5-0	90	7-14
กล้วย	11-15.5	85-95	7-10
ถั่วแขก	7	90-95	7-10
บรอกโคลี	0	95	10-14
แครอท	0	98-100	28-42
เชอลารี	0	95	30-60
เชอร์รี่	-1	90-95	14-20
แตงกวา	10-15	90-95	10-14
มะเขือยาว	7-10	90-95	7-10
เลมอน	10-14	85-90	30-180
มะนาว	9-10	85-90	40-140
ผักกาด	0-1	95-100	14-20
เห็ด	0	90	3-4
ลูกพีช	-0.5-1	90	14-30
พลัม	-1-0	90-95	14-30
มันฝรั่ง	3-10	90-95	150-240
ผักโขม	0	95	10-14
สตรอว์เบอร์รี่	-0.5-0	90-95	5-7
มะเขือเทศ	4-10	85-90	5-7
แตงโม	4-10	80-90	14-20

ที่มา: Fellows (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

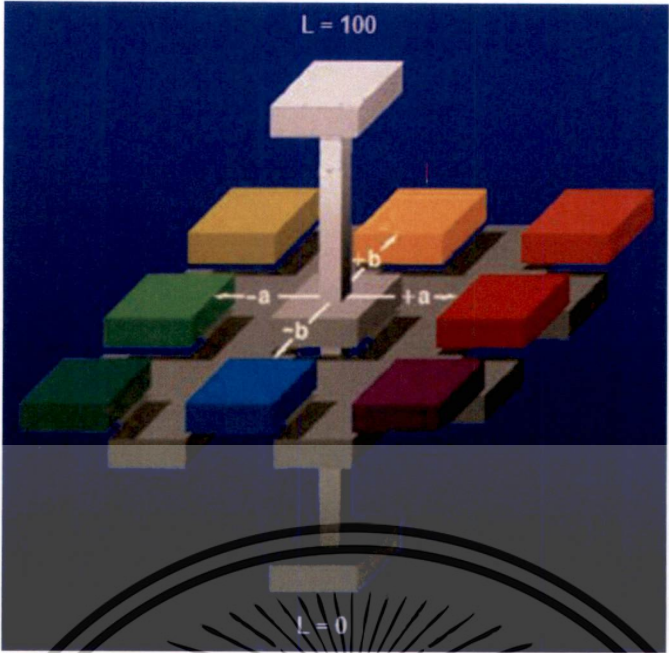
ตารางที่ 2.4 แสดงสภาวะการเก็บรักษาที่เหมาะสมพร้อมทั้งอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้บางชนิด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับผักและผลไม้แต่ละชนิดแตกต่างกันมาก อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ต่ำเกินไปอาจทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับผลิตผลได้ และถ้าหากอุณหภูมิที่ใช้เก็บต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง น้ำในเซลล์จะแข็ง และผลึกของน้ำแข็งที่เกิดขึ้นจะทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ รวมทั้งออร์แกเนลล์(organelle) เกิดการฉีกขาด ทำให้เซลล์ตายได้ (จริงแท้, 2546)

ดังนั้นการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะส่งผลให้ลดอัตราการหายใจและการเสื่อมสภาพของผลิตผลช้าลง (จริงแท้, 2546) นอกจากนี้อุณหภูมิต่ำยังสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลของผักและผลไม้พร้อมบริโภคได้ โดยมีผลในการลดกิจกรรมของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในการเปลี่ยนสารประกอบฟีนอลไปเป็นสารประกอบที่มีสีน้ำตาล (วิญญา, 2549)

2.11 การวัดสี

สี เป็นคุณสมบัติเชิงแสงที่สามารถใช้บรรยายคุณลักษณะของวัสดุทางกายภาพได้ง่ายที่สุดวิธีหนึ่ง และสียังเป็นคุณลักษณะทางกายภาพที่สำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นปัจจัยแรกที่บ่งชี้ถึงการยอมรับ หรือไม่ยอมรับของผู้บริโภค โดยคุณสมบัติด้านสีมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (ศศิภา, 2554) ในการอธิบายสีของวัตถุด้วยคำพูด มาตรฐานของการบรรยายลักษณะสีอาจแตกต่างกัน ขึ้นกับประสบการณ์ ลักษณะสีที่ตลกกระทบ ฯลฯ ดังนั้นการวัดและบรรยายสีในเชิงวิชาการจึงต้องมีการจัดมาตรฐานเพื่อเป็นการลดความไม่เป็นกลาง (bias) ของผู้บรรยายสีของวัตถุนั้นๆ จึงได้มีการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อใช้วัดสีที่มีมาตรฐานและลดความไม่เป็นกลาง (จาตุพงค์, 2547)

เครื่องวัดสี (colorimeter) ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดแทน โดยแสดงในรูปของค่าสี L^* , a^* และ b^* ซึ่งถูกกำหนดโดยองค์กรที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดมาตรฐานด้านสี คือ Commission International de l'Eclairage (CIE) ทั้งนี้ระบบมาตรฐานการวัดสีที่มีการยอมรับอย่างกว้างในวงการวิชาการและการวิจัย คือ ระบบ CIE Lab scale (ศศิภา, 2554) ค่าสี L^* , a^* และ b^* ที่ได้โดยกำหนดให้ L^* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 100 แกน a^* ที่เป็น + สีจะเข้าไปในทิศทางสีแดง แกน a^* ที่เป็น - สีจะเข้าไปในทิศทางสีเขียว แกน b^* ที่เป็น + สีจะเข้าไปในทิศทางสีเหลือง แกน b^* ที่เป็น - สีจะเข้าไปในทิศทางสีน้ำเงิน (โครงการการจัดการองค์ความรู้ภาควิชาคหกรรมศาสตร์, 2545)



ภาพที่ 2.10 ระบบสี CIELAB

ที่มา : โครงการการจัดการองค์ความรู้ด้านวิชาการกรมศาสตร์, 2545



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปิยะพร (2547) ได้ศึกษาสัดส่วนการผสมระหว่างแป้งข้าวโพดอะไมโลสสูง แป้งข้าวเจ้าฟรีเจล และแป้งข้าวเจ้า โดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture D-optimal Design โดยสัดส่วนของแป้งทั้ง 3 ชนิด เมื่อผสมกันแล้วต้องเท่ากับ 1 หรือร้อยละ 100 ผลจากการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสของแป้งทอดที่ผลิตทั้งได้ 6 สูตร เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (แป้งชุบทอดทางการค้า) พบว่า แป้งทอดสูตรที่ 2 มีสัดส่วนการผสมระหว่างแป้ง 3 ชนิด คือ แป้งข้าวโพดอะไมโลสสูง : แป้งข้าวเจ้าฟรีเจล : แป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วน 0.49 : 0.01 : 0.50 ตามลำดับ ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุด โดยมีคะแนนความเข้มข้น ความเหลือง ความพองตัว และความกรอบในระดับสูง แต่มีความอมน้ำมันต่ำ จากนั้นนำแป้งทอดสูตรดังกล่าวมาทำการศึกษาหาสภาวะการทอดที่เหมาะสม พบว่า สภาวะการทอดที่ให้ค่าความพองตัว และค่าความกรอบสูง ค่าการดูดซับน้ำมันต่ำ และมีคะแนนความชอบโดยรวมสูง คือ ทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที

ละอองวรรณ (2549) ได้พัฒนาสูตรแป้งชุบทอดโดยใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี วางแผนการทดลองแบบ Mixture Design ศึกษาตัวแปร 3 ตัวแปร ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลีและแป้งมันสำปะหลังในสัดส่วนที่ต่างกัน ทำการพัฒนาสูตร 3 ครั้ง โดยนำสูตรที่ดีที่สุดจากการทดลองครั้งแรก ซึ่งได้รับการยอมรับมากที่สุด และมีปริมาณแป้งข้าวเจ้าสูง เพื่อลดการใช้แป้งสาลี มาพัฒนาครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าในการพัฒนาสูตรครั้งที่ 1 ผู้บริโภคให้การยอมรับสูตรที่มีปริมาณแป้งข้าวเจ้าอยู่ในระดับสูง และเมื่อพัฒนาครั้งที่ 3 พบว่าสามารถเพิ่มสัดส่วนการใช้แป้งข้าวเจ้าได้สูงขึ้นซึ่งสูงกว่าแป้งสาลี โดยใช้แป้งข้าวเจ้าได้ถึงร้อยละ 58 ต่อแป้งสาลีร้อยละ 38 และผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับสูง ซึ่งการใช้แป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่สูงขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งมากขึ้น และปริมาณแป้งมันสำปะหลังจะมีผลทำให้การพองตัวและความกรอบของแป้งลดลง รวมทั้งมีการดูดซับน้ำมันมากขึ้น

วิญญา (2549) ศึกษาผลของแคลเซียมแอสคอร์เบตต่อการเกิดสีน้ำตาลและคุณภาพของชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์ตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยลดอุณหภูมิผลชมพูด้วยน้ำเย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนการตัดแต่ง จากนั้นจุ่มในสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบตความเข้มข้น 0 (กำหนดให้เป็นชุดควบคุม), 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่าการจุ่มสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบตความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างน้อยที่สุด (ค่า L สูง) และมีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด คือ 3.33 คะแนน ดังนั้นสารละลายแคลเซียมแอสคอร์เบตความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ จึงมีประสิทธิภาพในชะลอการเกิดน้ำตาล และรักษาคุณภาพของชมพูตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จิตติมา และคณะ (2553) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิการแช่ต่อการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือเปราะ ตัดแต่งสด โดยการจุ่มมะเขือเปราะตัดแต่งสดในสารผสมระหว่างกรดแอสคอร์บิก 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดซิตริก 0.25 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง กำหนดให้เป็นชุดควบคุม, 30, 35, 40, 45 และ 50 องศาเซลเซียส โดยจุ่มเป็นเวลา 10 วินาที แล้วยกขึ้นทันที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน พบว่ามะเขือเปราะตัดแต่งสด ที่แช่ในสารละลายอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานาน 6 วัน และมีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลในระดับคะแนนที่ยอมรับได้ (≤ 2) 6 วัน มีแนวโน้มค่า L^* สูง รวมทั้งมีค่าความแน่นเนื้อ และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด แต่กิจกรรมของเอนไซม์ PAL และ PPO ต่ำที่สุด

Hatem และคณะ (2011) ศึกษาการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือยาว เตรียมตัวอย่างโดยใช้ความร้อน ได้แก่ ลวกด้วยน้ำร้อน หรือลวกด้วยไอน้ำ และการแช่ในสารเคมี ได้แก่ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ไคโตซาน คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) และโซเดียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ผลการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือยาวโดยการเตรียมด้วยความร้อนและสารเคมีต่างๆ พบว่าการเตรียมตัวอย่างด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ และลวกด้วยไอน้ำสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดีที่สุด และเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยเตรียมตัวอย่างมะเขือยาวโดยใช้ความร้อน และใช้สารเคมี จากนั้นทดสอบอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที พบว่ามะเขือยาวที่เตรียมโดยจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ หรือเตรียมโดยลวกด้วยไอน้ำได้รับคะแนนจากผู้ทดสอบชิมสูงที่สุดในทุกปัจจัยคุณภาพ เมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่นๆ

บทที่ 3

อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 มะเขือยาวทั้งผล ระยะเวลาอ่อน กลีบเลี้ยงยาวหุ้มแนบผลมะเขือ น้ำหนักประมาณ 60-80 กรัม ต่อผล จากตลาดคลองเตย (ตลาดคลองตันเก่า) ถนนพัฒนาการ กรุงเทพมหานคร บรรจุในถุงพลาสติก จัดเก็บวัตถุดิบที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 3 วัน เพื่อใช้ในการทดลอง

3.1.2 จิงแก่สด

3.1.3 ต้นหอม

3.1.4 แป้งข้าวโพด

3.1.5 แป้งมันสำปะหลัง

3.1.6 แป้งตังหมื่น

3.1.7 แป้งสาลีอเนกประสงค์

3.1.8 แป้งข้าวเจ้า

3.1.9 น้ำมันปาล์ม

3.1.10 น้ำตาลทรายขาว

3.1.11 ซีอิ๊วขาว

3.1.12 เกลือปริโภค

3.1.13 จิ๊กโฉ่

3.1.14 เหล้าจีนเสียวเฮงฮวาเตียว

3.1.15 ไลท์ ซอย ซอส

3.1.16 อะจิ มิริน

3.1.17 ผงกระเทียม

3.1.18 ซอสปรุงรส

3.1.19 สอทเปปเปอร์เพสต์(โกชูจัง)

3.1.20 พริกชี้หนูปั่น

คนอร์

ปลาไทย 5 ดาว

สเปเชียล ฟู้ด

ตราว่าว

ปลาไทย 5 ดาว

มรกต

มิตรผล

เด็กสมบูรณ์

ปรุ้งทิพย์

เด็กสมบูรณ์

เจตีย์

คิคโคแมน

คิคโคแมน

ตราเอ็มเมอร์ลด์

ตราแม็กกี้

Sempio

ตรามือ

บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย เทรดดิ้ง จำกัด

บริษัท อี.ที.ซี เอียบดงจัน จำกัด

บริษัท สเปเชียล ฟู้ด จำกัด

บริษัท ยูเอฟเอ็มฟู้ดเซ็นเตอร์ จำกัด

บริษัท อี.ที.ซี เอียบดงจัน จำกัด

บริษัท มรกต อินดัสตรี้ส์ จำกัด

บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด

บริษัท หยั่น หว่อ หยุ่น จำกัด

บริษัท สหพัฒน์พิบูล จำกัด

บริษัท หยั่น หว่อ หยุ่น จำกัด

Lee Thye Co.,Ltd

บริษัท ซีโน-แปซิฟิค เทรดดิ้ง จำกัด

บริษัท ซีโน-แปซิฟิค เทรดดิ้ง จำกัด

หจก. เดโซโกรเซอร์รี่

บริษัท เนสท์เล่ จำกัด

บริษัท โปรไทย จำกัด

บริษัท อาจจิตต์อินเตอร์เนชั่นแนล

เพ็พเพอร์แอนด์สไปซ์ จำกัด

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง

Sartorius, Bp3100S

เยอรมนี

3.2.2 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

Denver, SI-234

เยอรมนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารของสำนักงานเพื่อรองรับงานที่มอบหมาย ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ภายนอกสำนักงาน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 เครื่องวัดสี (Hunter Lab)	Spectrophotometer Color Global, ColorQuest XE	สหรัฐอเมริกา
3.2.4 Micropipette ขนาด 200-1000 µl	Gilson	ฝรั่งเศส
3.2.5 เครื่องตีปั่นไฟฟ้า (Stomacher)	BagMixer, 400 interscience	ฝรั่งเศส
3.2.6 Vortex mixer	Scientific Industries, Vortex – Genie 2	สหรัฐอเมริกา
3.2.7 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ(บ่มจุลินทรีย์)	Kendro, Heraeus	เยอรมนี
3.2.8 หม้อนึ่งอัดไอ (Autoclave)	Tomy, ES-315	ญี่ปุ่น
3.2.9 เทอร์โมมิเตอร์	Leifheit, LFH-03098	สาธารณรัฐ ประชาชนจีน
3.2.10 หม้อทอดควบคุมอุณหภูมิ	Fritel, Type 2354	เบลเยียม
3.2.11 คีมคีบ (Forcep)		
3.2.12 ตะเกียงแอลกอฮอล์		
3.2.13 เครื่องแก้ว		
3.2.14 เครื่องกร้าว		
3.2.15 เตาแก๊ส		

3.3 สารเคมี

3.3.1 Sodium metabisulfite	เคมีภัณฑ์	ไทย
3.3.2 Citric acid	Special food	ไทย
3.3.3 Sodium ascorbate	AZ Science	ไทย
3.3.4 Plate Count Agar	Becton Dickinson and company	สหรัฐอเมริกา
3.3.5 Peptone	Merck	เยอรมัน

3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.4.1 การเตรียมตัวอย่างมะเขือยาว

นำมะเขือยาวมาปอกเปลือก หั่นส่วนหัวออก โดยหั่นได้กสับเฉียงประมาณ 1 เซนติเมตร
ล้างให้สะอาด หั่นตามขวางยาว 6.5 เซนติเมตร แล้วสไลด์ตามยาว เป็นแผ่นหนา 1 เซนติเมตร และ
ตัดเป็นแท่งขนาดประมาณ 1×1×6.5 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การเตรียมเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว

ผสมแป้งกับน้ำตามอัตราส่วนที่กำหนด คนให้เข้ากันเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นชุบมะเขือยาวที่หั่นเตรียมไว้ลงในแป้งชุบทอด ใช้เบตเทอร์ 30 กรัมต่อมะเขือยาวหั่นรูปแท่ง 8 ชิ้น ทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิ 180 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที โดยทอดตัวอย่างครั้งละ 8 ชิ้น ต่อน้ำมัน 3 ลิตร โดยใช้หม้อทอดควบคุมอุณหภูมิ ขนาด $18.5 \times 29.5 \times 18.5$ เซนติเมตร

3.4.3 ศึกษาการรับแป้งชุบทอดสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว

3.4.3.1 ศึกษาชนิดของแป้งที่เหมาะสมสำหรับแป้งชุบทอดเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว

เริ่มจากสูตรพื้นฐานที่รายงานโดยกานต์ (2555) ซึ่งประกอบด้วยแป้งข้าวโพด 72 กรัม ผสมกับแป้งมันสำปะหลัง 60 กรัม และเติมน้ำ 120 กรัม เนื่องจากเป็นปริมาณน้ำที่สามารถใช้ได้กับแป้งทุกชนิด เมื่อผสมแล้วเบตเทอร์ยังสามารถชุบติดได้ แล้วคนให้เข้ากัน กำหนดให้เป็นแป้งชุบทอดสูตรที่ 1 จากนั้นทดลองใช้แป้งตั้งหมิ่น (สตาร์ชจากแป้งสาลี) แป้งสาลีอเนกประสงค์และแป้งข้าวเจ้า ทดแทนแป้งมันสำปะหลังในปริมาณ 60 กรัม กำหนดให้เป็นแป้งชุบทอดสูตรที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ใช้แป้งชุบทอดทั้ง 4 สูตร เตรียมเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว ทอดที่อุณหภูมิ 180 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที ทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง ประเมินความชอบด้วยวิธี 9 – Point Hedonic Scale โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทำการทดสอบในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยให้ระดับคะแนนความชอบตั้งแต่ 1 คะแนน (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 คะแนน (ชอบมากที่สุด) (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.1) เพื่อคัดเลือกชนิดของแป้งชุบทอดที่ได้คะแนนความชอบสูงที่สุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส และนำไปศึกษาอัตราส่วนของแป้งผสมต่อไป วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete Block Design; RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4.3.2 ศึกษาอัตราส่วนของแป้งผสมที่เหมาะสมสำหรับแป้งชุบทอดเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว

นำชนิดของแป้งที่ผ่านการคัดเลือก ที่ได้จากข้อ 3.4.3.1 มาศึกษาอัตราส่วนของแป้งที่เหมาะสมโดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture design ผันแปรปริมาณของแป้งข้าวโพดและแป้งชนิดที่เหมาะสม ได้เป็นอัตราส่วนจากการออกแบบ ดังตารางที่ 3.1 ซึ่งมีอัตราส่วนของแป้งข้าวโพดและแป้งชนิดที่เหมาะสมเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก ดังนั้นเมื่อนำอัตราส่วนที่ได้จากการออกแบบมาคำนวณด้วยปริมาณแป้งทั้งหมด 132 กรัม จึงได้อัตราส่วนที่ใช้จริง ดังค่าจริงจากตารางที่ 3.1

จากนั้นเตรียมเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว และทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของตัวอย่างทั้งหมด เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

7 ตัวอย่าง ประเมินความชอบด้วยวิธี 9 - Point Hedonic Scale โดยทดสอบกับผู้ทดสอบจำนวน 35 คน วางแผนการเสนอตัวอย่างแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล (Balanced Incomplete Block Design; BIB) ลำดับในการเสนอตัวอย่างดังกล่าวคำนวณจาก ง 1.11 (ดัดแปลงจากสุรพล, 2537) ทำการทดสอบในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยให้ระดับคะแนนความชอบตั้งแต่ 1 คะแนน (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 คะแนน (ชอบมากที่สุด) (แบบสอบถามดังกล่าวคำนวณจาก ง 1.2) เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนของแป้งชูบทอดที่ได้คะแนนความชอบสูงที่สุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส แล้วนำไปศึกษาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการเตรียมแป้งชูบทอดต่อไป วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete Block Design; RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 3.1 สิ่งทดลองของการศึกษาอัตราส่วนของแป้งผสมที่เหมาะสมสำหรับแป้งชูบทอด
เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

สิ่งทดลอง	ปัจจัยในสิ่งทดลอง (ร้อยละโดยน้ำหนัก)			
	แป้งข้าวโพด		แป้งชนิดที่เหมาะสม	
	อัตราส่วนจากการออกแบบ	ค่าจริง	อัตราส่วนจากการออกแบบ	ค่าจริง
1	50.00	66 กรัม	50.00	66 กรัม
2	55.00	72 กรัม	45.00	60 กรัม
3	63.00	83 กรัม	37.00	49 กรัม
4	75.00	99 กรัม	25.00	33 กรัม
5	81.00	107 กรัม	19.00	25 กรัม
6	87.00	115 กรัม	13.00	17 กรัม
7	94.00	124 กรัม	6.00	8 กรัม

3.4.3.3 ศึกษาปริมาณน้ำที่เหมาะสมของแป้งชูบทอด

นำชนิด และอัตราส่วนของแป้งชูบทอดที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.4.3.2 มาเตรียมตัวอย่างเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว โดยใช้ปริมาณน้ำที่ 125, 130, 135 และ 140 กรัม ทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของตัวอย่างทั้งหมด 4 ตัวอย่าง โดยทดสอบชิมแบบเคลือบซอส และแบบไม่เคลือบซอส (ทำการทดสอบชิมแยกกัน) โดยใช้สูตรซอสที่รายงานโดยกานต์ (2555) ดังภาคผนวก ก 1.2 ประเมินความชอบด้วยวิธี 9 - Point Hedonic Scale โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทำการทดสอบในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยให้ระดับคะแนนความชอบตั้งแต่ 1 คะแนน (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 คะแนน (ชอบมากที่สุด) (แบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังภาคผนวก ง 1.3) เลือกปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่ใช้ในการเตรียมแป้งชุบทอดที่ได้คะแนนความชอบสูงที่สุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อใช้ในการรับประทานแป้งชุบทอดสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete Block Design; RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4.4 ศึกษาการรับประทานซอสไต้ลจิ้น และซอสรสชาติอื่นๆ สำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

เนื่องจากเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่มีจำหน่ายในร้านอาหาร โดยทั่วไปจะเสิร์ฟพร้อมคลุกเคล้าด้วยซอสไต้ลจิ้น จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาสูตรซอสไต้ลจิ้น และประยุกต์เมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวโดยปรับให้เข้ากับซอสรูปแบบอื่น เพื่อเป็นการเพิ่มความหลากหลายให้กับเมนู

3.4.4.1 ศึกษาการรับประทานซอสไต้ลจิ้นที่เหมาะสมสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

เตรียมซอสไต้ลจิ้นจากสูตรซอสไต้ลจิ้นที่นำเสนอโดยกานต์ (2555) (ดังภาคผนวกที่ ก 1.3) ใช้ปริมาณซอสไต้ลจิ้น 20 กรัมต่อเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว 8 ชิ้น นำมาคลุกกับเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่ทอดเตรียมไว้จนซอสเคลือบทั่วประมาณ 5 วินาที ประเมินความชอบด้านประสาทสัมผัสของตัวอย่างด้วยวิธี 9 - Point Hedonic Scale ทำการทดสอบในด้านกลิ่น จี๊ สี ความเค็ม ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน กำหนดให้ระดับคะแนนความชอบตั้งแต่ 1 คะแนน (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 คะแนน (ชอบมากที่สุด) (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.4) เพื่อประเมินความชอบของซอสไต้ลจิ้นสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว หาค่าเฉลี่ยความชอบด้านต่างๆของซอสไต้ลจิ้น และทดสอบความพอดีของซอสไต้ลจิ้นด้วยวิธี Just about Right Scale (JAR) (เพ็ญขวัญ, 2556) ในด้านกลิ่น จี๊ สี ความเค็ม ความหวาน และความเปรี้ยว (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.4) เพื่อนำมาปรับปรุงรสชาติของซอสไต้ลจิ้นสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว โดยกำหนดเกณฑ์ร้อยละความพอดีต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 ไม่ต้องทำการวิเคราะห์ต่อ แสดงว่าคุณลักษณะด้านนั้นมีความพอดี ไม่ต้องปรับปรุง

ถ้าค่าความพอดีน้อยกว่าร้อยละ 70 แสดงว่าคุณลักษณะนั้นต้องปรับปรุง ให้วิเคราะห์โดยใช้ binomial test และเปรียบเทียบกับ not JAR (มากไปกับน้อยไป) เพื่อหาความแตกต่างของผู้ทดสอบที่ตอบว่าน้อยไป และมากไป โดยเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากตารางสถิติ (ภาคผนวก ง 2.2) โดยมีวิธีการดังนี้

- 1) นับความถี่ของระดับความพอดี น้อยไปและมากไป
- 2) รวมความถี่ระดับน้อยไป และมากไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) หากค่าวิกฤต โดยเปิดตารางสถิติ (ภาคผนวก ง 2.2) ที่จำนวนผู้ทดสอบเท่ากับผลรวมความถี่น้อยไป และมากไป

4) เปรียบเทียบค่าความถี่ของระดับน้อยไป กับค่าความถี่ของระดับมากไป หากค่าใดมากกว่าให้นำค่านั้นมาเป็นค่าสูงสุด (max) เพื่อเปรียบเทียบค่าวิกฤตจากตาราง

5) หากค่า max มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตาราง แสดงว่าความถี่ของระดับน้อยไป และมากไปมีความแตกต่างกัน ต้องปรับปรุงคุณลักษณะนั้น โดยหากค่า max ที่นำมาเปรียบเทียบกับจากน้อยไป ให้ปรับความเข้มของคุณลักษณะนั้นเพิ่มขึ้น และหากค่า max มาจากมากไป ให้ปรับความเข้มคุณลักษณะนั้นลดลง

3.4.4.2 สํารวจความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามต่อขอสนชนิดต่างๆ ที่เหมาะสำหรับเคลือบเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว

สํารวจความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามต่อชนิดของขอสน 5 ชนิด ได้แก่ ขอสนมะขาม ขอสนพริกสามรส ขอสนชอยการ์ลิก ขอสนเผ็ดสโตร์เกาห์ลี และขอสนเทอริยากิ โดยใช้แบบสอบถามกับผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 50 คน ซึ่งเคยทดสอบทางประสาทสัมผัสกับตัวอย่างหรือเคยรับประทานเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว รวมทั้งมีความรู้หรือเคยรับประทานขอสนทั้ง 5 ชนิด ด้วยวิธีจัดอันดับความชอบ (Ranking test for Preference) ข้อมูลที่ให้ในแบบสอบถาม ได้แก่ รูปภาพของขอสน รายละเอียด และส่วนผสมของขอสนชนิดต่างๆ และตัวอย่างเมนูที่นิยมรับประทานกับขอสนชนิดนั้น (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.5) โดยกำหนดให้ 1 = ชอบน้อยที่สุด และ 5 = ชอบมากที่สุด นำไปวิเคราะห์โดยใช้ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างของ Basker (1988) (ดังตารางภาคผนวก ง 2.1) และคำนวณค่า LSD_{rank} (วิธีคำนวณดังภาคผนวก ง 2.1) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของอันดับ จากนั้นนำขอสนที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความคิดเห็นว่าเหมาะสำหรับเคลือบเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาวมากที่สุด 2 อันดับแรก นำไปประยุกต์ใช้กับเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว และนำไปประเมินความชอบเมื่อทานกับเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาวในการทดลองต่อไป

3.4.4.3 ประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของขอสนรสชาติอื่นๆ สำหรับเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว

3.4.4.3.1 ประเมินความชอบของขอสนรสชาติอื่นๆ สำหรับเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว ด้วยวิธี 9 - Point Hedonic Scale โดยเตรียมขอสนที่ได้รับคัดเลือกจากข้อ 3.4.4.2 จากสูตรขอสดังภาคผนวกที่ ก 1.4 และ ก 1.5 นำมาคลุกเคล้ากับตัวอย่างเฟรนด์ฟรายด์ที่ทอดเตรียมไว้ โดยใช้ปริมาณขอสน 20 กรัมต่อเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว 8 ชิ้น ทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน กำหนดให้ระดับคะแนนความชอบตั้งแต่ 1 คะแนน (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 คะแนน (ชอบมากที่สุด) (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.6 และ ง 1.7) เพื่อประเมินความชอบของขอสนรสชาติอื่นๆ สำหรับเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว โดยหาค่าเฉลี่ย

ความชอบด้านต่างๆของขอสนรสชาติอื่นๆ ทั้ง 2 ชนิดศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4.3.2 ทดสอบความพอดีของซอสรสชาติอื่นๆ สำหรับเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว ด้วยวิธี Just about Right Scale (JAR) (เพ็ญขวัญ, 2556) โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน (แบบสอบถาม ดังภาคผนวก ง 1.6 และ ง 1.7) เพื่อปรับปรุงรสชาติของซอส และใช้ในการทดลองต่อไป โดย กำหนดเกณฑ์ ร้อยละความพอดีต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 ไม่ต้องทำการวิเคราะห์ต่อ แสดงว่าคุณลักษณะด้านนั้นมีความพอดี ไม่ต้องปรับปรุง

ถ้าค่าความพอดีน้อยกว่าร้อยละ 70 แสดงว่าคุณลักษณะนั้นต้องปรับปรุง ให้วิเคราะห์โดยใช้ binomial test และเปรียบเทียบกับ not JAR (มากไปกับน้อยไป) โดยเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจาก ตารางสถิติ (ตารางภาคผนวก ง 2.2) (วิธีวิเคราะห์ดังภาคผนวก ง 2.2)

3.4.4.4 เปรียบเทียบความชอบของผู้ทดสอบชิมต่อชนิดของซอสไต้หวัน และซอสรสชาติอื่นๆ

เตรียมซอสไต้หวันจากข้อที่ 3.4.4.1 และซอสรสชาติอื่นๆ ทั้ง 2 ชนิด ที่ได้จากข้อ 3.4.4.3 นำมาคลุกกับเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาวที่ทอดเตรียมไว้ ทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของ ตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง ด้วยวิธีการจัดอันดับความชอบ (Ranking test for Preference) โดยผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน ประเมินความชอบระหว่างซอสไต้หวันรสดั้งเดิมกับซอสรสชาติอื่นๆ โดย กำหนดให้ 1 = ชอบน้อยที่สุด และ 3 = ชอบมากที่สุด (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.9) เพื่อ สามารถสรุปได้ว่าซอสชนิดใดที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุด เมื่อรับประทานกับเมนูเฟรนด์ฟรายด์ มะเขือยาว วิเคราะห์โดยใช้ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างของ Basker (1988) และคำนวณค่า LSD_{rank} (วิธีคำนวณดังภาคผนวก ง 2.1) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของอันดับ

3.4.5 ศึกษาการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปแท่ง สำหรับการเตรียมเมนู เฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว

เตรียมมะเขือยาวสดตัดแต่งตามขนาดที่ระบุในวิธีการเตรียมจากข้อ 3.4.1 จากนั้นจุ่มใน สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นร้อยละ 0.05, 0.1 และ 0.15 สารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 สารละลายโซเดียมแอสคอร์เบตความเข้มข้นร้อยละ 0.05, 0.1 และ 0.15 กำหนดให้น้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม จุ่มเป็นเวลา 5 นาที แล้วนำขึ้นมาสะเด็ดน้ำ โดยวางบน ตะแกรงเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติกซิปล็อคชนิด LD-PE เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ทดสอบคุณภาพด้านกายภาพ โดยวัดค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ด้วยเครื่อง Hunter Lab บันทึกผลที่เวลา 2, 4, 6, 8, 10, 12 และ 24 ชั่วโมง แล้วคำนวณหาค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (Browning index) เพื่อ คัดเลือกสภาวะที่มีแนวโน้มค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำที่สุด เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จาก สมการที่รายงานโดย Palou *et al.* (1999) ดังนี้

$$BI = [100(x - 0.31)]/0.172$$

เมื่อ $x = (a^* + 1.75L^*) / (5.645L^* + a^* - 3.012b^*)$ การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะเขือยาวสดตัดแต่งในระหว่างการเก็บรักษา

ทำการเก็บตัวอย่าง โดยนำมะเขือยาวสดตัดแต่งที่ผ่านการจุ่มในสารละลายที่สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดีที่สุดจากข้อ 3.4.5 บรรจุในถุงพลาสติกซิปล็อคชนิด LD-PE นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยตรวจวัดคุณภาพของตัวอย่างทุกวัน เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ดังนี้

1) ทดสอบคุณภาพด้านกายภาพ

วัดค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ด้วยเครื่อง Hunter Lab

2) ทดสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์

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

3) ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะเขือยาวที่เก็บเป็นเวลา 1-7 วัน โดยเตรียมตัวอย่างเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว และทดสอบความแตกต่างโดยรวมของตัวอย่าง ด้วยวิธี Overall Difference from Control โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน (แบบสอบถามดังภาคผนวก ง 1.10) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างโดยรวมของมะเขือยาวสดตัดแต่งในระหว่างการเก็บรักษากับตัวอย่างควบคุม (มะเขือยาวที่เตรียมสด) วิเคราะห์โดยใช้ค่า t-test และเปรียบเทียบความแตกต่างกับค่าวิกฤตจากตารางสถิติ (ภาคผนวก ง 2.3) และทดสอบการยอมรับของตัวอย่างกับผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ด้วยวิธีทดสอบการยอมรับ (Acceptance test) โดยมีเกณฑ์การยอมรับ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาตัวรับแป้งชูบทอดสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

4.1.1 ผลการศึกษานิดของแป้งที่เหมาะสมสำหรับแป้งชูบทอดเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมจากแป้งต่างชนิดกันทั้งหมด 4 สูตร ซึ่งประกอบด้วยแป้งข้าวโพดผสมกับแป้งมันสำปะหลัง และใช้แป้งตั้งหมิ่น (สตาร์ชจากแป้งสาลี) แป้งสาลีนอกประสงค์ และแป้งข้าวเจ้า แทนแป้งมันสำปะหลัง โดยกำหนดให้เป็นแป้งชูบทอดสูตรที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ใช้แป้งชูบทอดทั้ง 4 สูตร ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9 - Point Hedonic Scale ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.1 พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบในทุกด้านสูงที่สุด โดยสูงกว่าสูตรที่ 1, 2 และ 4 เมื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้ทดสอบชิมมีความเห็นว่าสูตรที่ 3 มีเนื้อสัมผัสด้านความกรอบมากที่สุด สอดคล้องกับผลการสำรวจของปิยวรรณ (2549) พบว่าพฤติกรรมความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แป้งชูบทอดสำเร็จรูป ผู้บริโภคต้องการแป้งชูบทอดที่มีความกรอบมาก แต่ความเข้มของสี และความแข็งอยู่ในระดับปานกลาง จากรายงานของ Shih และ Daigle (1999) ได้พัฒนาแป้งชูบทอดโดยใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นองค์ประกอบหลัก พบว่าแป้งข้าวเจ้ามีประสิทธิภาพด้านความขึ้นหมื่นและการยืดเกาะน้อยกว่าแป้งสาลี ซึ่งแป้งสาลีมียุณสมบัติในการพองฟู (leavening effect) ที่ดี มีโปรตีนทำให้ได้เบตเทอร์ที่ขึ้นสามารถเกาะติดกับอาหารได้ดี และเช่นเดียวกับกานต์ (2555) ได้กล่าวว่าแป้งสาลีมียุณประกอบของโปรตีนซึ่งสามารถรวมตัวกันเป็นกลูเตนเมื่อผสมรวมกับน้ำ ทำให้แป้งมีลักษณะเหนียวเป็นยางยืดหยุ่น และเมื่อทำให้สุกโดยการทอด แป้งที่ได้จะคงรูปร่างและกรอบ จากผลที่ได้สรุปได้ว่าชนิดของแป้งชูบทอดสูตรที่ 3 ซึ่งใช้แป้งข้าวโพดผสมกับแป้งสาลีนอกประสงค์ เป็นสูตรที่เหมาะสมสำหรับใช้ศึกษาอัตราส่วนของแป้งต่อไป

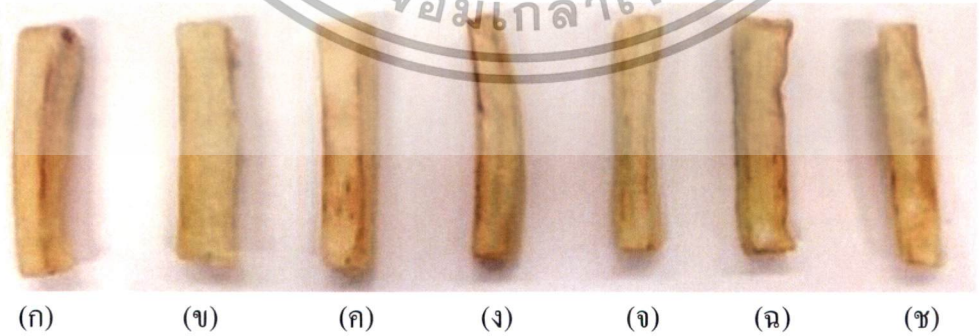
ตารางที่ 4.1 คะแนนความชอบด้านต่างๆของเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาวที่เตรียมจากแป้งทุบทอดต่างชนิดกัน โดยวิธี 9 - Point Hedonic Scale

ตัวอย่าง	ปัจจัยคุณภาพ				
	ลักษณะปรากฏ	สี	เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	กลิ่น	รสชาติ
สูตร 1 (แป้งข้าวโพดกับแป้งมันสำปะหลัง)	5.9±1.65 ^b	5.73±1.48 ^b	5.10±1.97 ^b	6.40±1.43 ^{ab}	6.33±1.49 ^b
	6.4±1.38 ^{ab}	6.71±1.26 ^b	5.43±1.55 ^b	6.47±1.38 ^{ab}	6.37±1.40 ^b
สูตร 2 (แป้งข้าวโพดกับแป้งตั้งหมั่น)	7.0 ±1.29 ^a	7.17±1.26 ^a	7.63±1.10 ^a	6.97±1.25 ^a	7.20±1.06 ^a
สูตร 3 (แป้งข้าวโพดกับแป้งสาลีอเนกประสงค์)	6.57±1.10 ^{ab}	6.49±1.41 ^b	5.83±1.39 ^b	6.20±1.40 ^b	6.27±1.36 ^b
สูตร 4 (แป้งข้าวโพดกับแป้งข้าวเจ้า)					

หมายเหตุ: ^{a, b, c} อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.1.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนของแป้งผสมที่เหมาะสมสำหรับแป้งชุบทอดเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

จากการทดลองนำแป้งชุบทอดสูตรที่ 3 ที่ได้จากการทดลองข้อ 4.1.1 มาศึกษาอัตราส่วนของแป้งโดยมีอัตราส่วนของแป้งข้าวโพดและแป้งสตาร์เอนกประสงค์เป็นร้อยละโดยน้ำหนัก ได้แก่ 50 : 50, 55 : 45, 63 : 37, 75 : 25, 81 : 19, 87 : 13 และ 94 : 6 กำหนดให้เป็นสูตรที่ 1-7 ตามลำดับ จากนั้นเตรียมตัวอย่างเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวโดยใช้แป้งต่างๆดังกล่าว ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9 - Point Hedonic Scale ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 1 คือ อัตราส่วนของแป้งข้าวโพดต่อแป้งสตาร์เอนกประสงค์ร้อยละโดยน้ำหนัก 50 : 50 คิดเป็นปริมาณแป้งข้าวโพด 66 กรัมต่อแป้งสตาร์เอนกประสงค์ 66 กรัม ซึ่งมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงที่สุด โดยสูงกว่าสูตรที่ 2 – 7 และเมื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้ทดสอบชิม มีความเห็นว่าแป้งชุบทอดสูตรที่ 1 กรอบกว่าสูตรอื่นๆ และแป้งสามารถงอรูปร่างของมะเขือยาวตัดแต่งรูปทรงได้ โดยไม่เหี่ยว หรือพับงอเมื่อหยิบขึ้นมา แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนของแป้งผสมมีผลต่อคุณภาพของแป้งชุบทอดที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะพร (2547) ได้ศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างแป้งข้าวโพดอะไมโลสสูง : แป้งข้าวเจ้าฟรุ๊ตเจล : แป้งข้าวเจ้า พบว่าแป้งผสมในอัตราส่วน 0.49 : 0.01 : 0.50 ตามลำดับ ให้ลักษณะแป้งชุบทอดที่มีความพองตัวสูง ความกรอบสูง และดูดซับน้ำมันต่ำ รวมทั้งเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าแป้งสัดส่วนดังกล่าวได้รับการยอมรับสูง ซึ่งมากกว่าแป้งผสมสัดส่วนอื่นๆ แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนของแป้งผสมที่ต่างกันมีผลต่อความแตกต่างด้านความเหลือง ความพองตัว และความกรอบ ซึ่งเป็นลักษณะทางประสาทสัมผัสในแป้งชุบทอดที่ผู้บริโภคต้องการ จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าอัตราส่วนของแป้งชุบทอดในสูตรที่ 1 เป็นสูตรที่เหมาะสมสำหรับใช้ศึกษาปริมาณน้ำที่เหมาะสมของแป้งชุบทอดต่อไป



ภาพที่ 4.1 ลักษณะปรากฏทั่วไปของเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมจากแป้งชุบทอดที่มีอัตราส่วนของแป้งข้าวโพดและแป้งสตาร์เอนกประสงค์ที่แตกต่างกันเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก ดังนี้ (ก) ร้อยละ 50 : 50 (ข) ร้อยละ 55 : 45 (ค) ร้อยละ 63 : 37 (ง) ร้อยละ 75 : 25

(จ) ร้อยละ 81 : 19 (ฉ) ร้อยละ 87 : 13 และ (ช) ร้อยละ 94 : 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 คะแนนความชอบของเฟร้นช์ฟรายด์จะเชื่อมโยงว่าที่เตรียมจากแป้งชุบทอดที่มีสัดส่วนของแป้งข้าวโพดต่อแป้งสาลีแตกต่างกัน โดยวิธี 9 – Point Hedonic Scale

ตัวอย่าง	ปัจจัยคุณภาพ				
	ลักษณะปรากฏ	สี	เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	กลิ่น	รสชาติ
สูตร 1 แป้งข้าวโพด : แป้งสาลี (ร้อยละโดยน้ำหนัก 50 : 50)	7.40 ± 0.91 ^a	7.13 ± 1.13 ^a	7.60 ± 1.18 ^a	7.33 ± 1.05 ^a	7.47 ± 1.13 ^a
	6.67 ± 0.90 ^{ab}	6.87 ± 1.06 ^{ab}	6.67 ± 1.05 ^b	6.33 ± 1.29 ^b	6.47 ± 1.25 ^b
สูตร 2 แป้งข้าวโพด : แป้งสาลี (ร้อยละโดยน้ำหนัก 55 : 45)	6.93 ± 1.01 ^{ab}	7.00 ± 1.07 ^a	6.80 ± 1.32 ^{ab}	6.80 ± 0.86 ^{ab}	7.07 ± 0.88 ^{ab}
	7.33 ± 0.99 ^a	7.27 ± 0.96 ^a	6.20 ± 1.15 ^{bcd}	6.67 ± 1.23 ^{ab}	6.80 ± 1.32 ^{ab}
สูตร 3 แป้งข้าวโพด : แป้งสาลี (ร้อยละโดยน้ำหนัก 63 : 37)	6.47 ± 1.41 ^{bc}	6.53 ± 1.64 ^{ab}	5.60 ± 1.18 ^{cd}	6.5 ± 1.24 ^b	6.20 ± 1.37 ^b
	6.20 ± 1.01 ^{bc}	6.33 ± 0.98 ^{ab}	6.20 ± 1.15 ^{bc}	6.73 ± 1.10 ^{ab}	6.40 ± 1.18 ^b
สูตร 4 แป้งข้าวโพด : แป้งสาลี (ร้อยละโดยน้ำหนัก 75 : 25)	5.80 ± 1.37 ^c	6.07 ± 1.28 ^c	5.13 ± 1.36 ^d	5.93 ± 1.10 ^b	6.27 ± 1.28 ^b
สูตร 5 แป้งข้าวโพด : แป้งสาลี (ร้อยละโดยน้ำหนัก 81 : 19)					
สูตร 6 แป้งข้าวโพด : แป้งสาลี (ร้อยละโดยน้ำหนัก 87 : 13)					
สูตร 7 แป้งข้าวโพด : แป้งสาลี (ร้อยละโดยน้ำหนัก 94 : 6)					

หมายเหตุ: ^{a, b, c, d} อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ซึ่งจะส่งผลต่อการดูดซับซอสที่เคลือบแตกต่างกัน ตัวอย่างแป้งชุบทอดที่เติมน้ำน้อยจะมีความหนาของแป้งเคลือบชั้นมะเขือยาวมากกว่าตัวอย่างแป้งชุบทอดที่เติมน้ำมาก เมื่อคลุกเคล้ากับซอสจะทำให้ดูดซับซอสได้มาก ส่งผลให้เนื้อสัมผัสด้านความกรอบของเฟรนช์ฟรายด์ได้รับคะแนนน้อยลงเนื่องจากมีลักษณะนุ่ม และเหนียวเร็วกว่า

อย่างไรก็ตามเนื่องด้วยเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวโดยปกติจะเสิร์ฟแบบเคลือบซอส จึงเลือกปริมาณน้ำที่ 135 กรัม เพื่อใช้สำหรับเตรียมแป้งชุบทอด เนื่องจากแป้งไม่หนาหรือบางเกินไป และเมื่อเคลือบกับซอสแล้วแป้งยังคงมีความกรอบ ไม่นิ่มทันที และไม่เหนียวเมื่อดูดซับซอส ซึ่งสรุปได้ว่าปริมาณน้ำที่ 135 กรัมต่อแป้ง 132 กรัม เหมาะสมสำหรับเตรียมแป้งชุบทอด โดยปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแป้งชุบทอด จะส่งผลต่อการเกาะตัวของแบดเทอร์กับชั้นมะเขือยาว และความกรอบ หากใช้ปริมาณน้ำที่มากเกินไป จะทำให้แบดเทอร์มีความชื้นหนืดต่ำ ยึดเกาะกับชั้นมะเขือยาวได้ไม่ดี และถ้าปริมาณน้ำที่ใช้เตรียมน้อยเกินไป ก็จะทำให้แบดเทอร์มีความชื้นหนืดสูง และหนา ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ สอดคล้องกับรายงานของกองกาญจน์ และคณะ (2553) ได้กล่าว ว่าอัตราส่วนของของแข็งและน้ำมีความสำคัญมาก เพราะจะส่งผลต่อความหนืด และการยึดเกาะของแป้งชุบทอด



ภาพที่ 4.2 ลักษณะปรากฏของเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมจากแป้งข้าวโพดผสมกับแป้งสาลี ในอัตราส่วนร้อยละ 50 : 50 โดยน้ำหนัก (ก) เสิร์ฟแบบไม่เคลือบซอส (ข) เสิร์ฟแบบเคลือบซอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 คะแนนความชอบของเฟร้นช์ฟรายค์จะเจียวที่เตรียมจากแป้งชุบทอดที่มีปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน โดยลิ่วฟแบบไม่เคลือบซอส ด้วยวิธี 9 - Point

Hedonic Scale

ตัวอย่าง	ปัจจัยคุณภาพ				
	ลักษณะปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ^{ns}	กลิ่น	รสชาติ ^{ns}
ตัวอย่างที่ 1 (น้ำ 125 กรัม)	7.6±0.89	7.7±0.99	7.53±1.22	7.77±0.84 ^a	7.57 ± 1.01
ตัวอย่างที่ 2 (น้ำ 130 กรัม)	7.63±0.89	7.53±0.90	7.73±1.09	7.27±0.93 ^b	7.44 ± 0.75
ตัวอย่างที่ 3 (น้ำ 135 กรัม)	7.5±0.97	7.47±1.14	6.93±1.46	7.2±1.06 ^b	7.17 ± 1.12
ตัวอย่างที่ 4 (น้ำ 140 กรัม)	7.57±1.07	7.53±1.14	6.97±1.47	7.23±1.01 ^b	7.17 ± 1.09

หมายเหตุ: ^{a, b, c} อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
^{ns} แสดงค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.4 คะแนนความชอบของเฟร้นช์ฟรายค์จะเจียวที่เตรียมจากแป้งชุบทอดที่มีปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน โดยลิ่วฟแบบเคลือบซอส ด้วยวิธี 9 - Point

Hedonic Scale

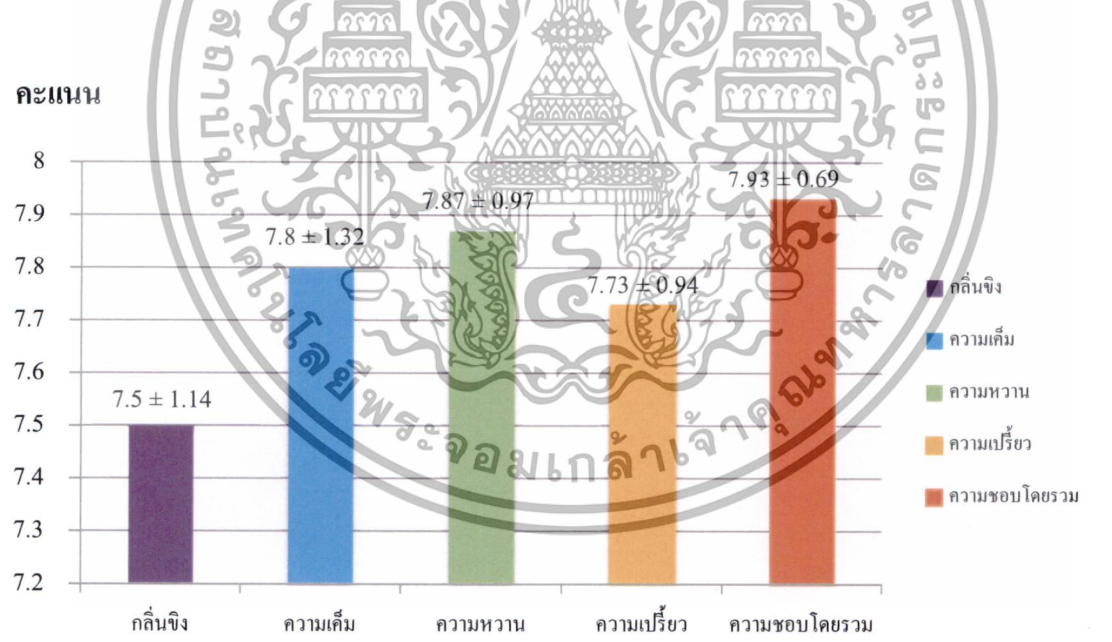
ตัวอย่าง	ปัจจัยคุณภาพ				
	ลักษณะปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}
ตัวอย่างที่ 1 (น้ำ 125 กรัม)	7.6±1.07	7.43±0.77	7.3±1.51 ^{ab}	7.63±0.89	7.93±0.74
ตัวอย่างที่ 2 (น้ำ 130 กรัม)	7.5±0.86	7.47±1.11	7.07±1.57 ^c	7.5±1.01	7.87±0.82
ตัวอย่างที่ 3 (น้ำ 135 กรัม)	7.8±0.81	7.7±1.06	7.93±1.14 ^a	7.77±0.97	7.73±1.20
ตัวอย่างที่ 4 (น้ำ 140 กรัม)	7.43±0.94	7.33± 1.06	7.77 ±1.04 ^a	7.5±0.97	7.67±0.84

หมายเหตุ: ^{a, b, c} อักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)
^{ns} แสดงค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.2 ผลการศึกษาตำรับซอสสไตล์จีน และซอสรสชาติอื่นๆสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

4.2.1 ผลการศึกษาตำรับซอสสไตล์จีนที่เหมาะสมสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

จากผลการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของซอสสไตล์จีนสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมจากสูตรซอสสไตล์จีนที่รายงานโดยกานต์ (2555) โดยผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน ผลการทดสอบแสดงดังภาพที่ 4.1 พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงในทุกด้าน ได้แก่ กลิ่นจืด ความเค็ม ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม คือ 7.5, 7.8, 7.87, 7.73 และ 7.93 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก คือ 7.5 - 7.9 คะแนน จากนั้นทดสอบความพอดีของซอสสไตล์จีนสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.5 โดยกำหนดเกณฑ์ร้อยละความพอดิต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 ไม่ต้องการปรับปรุง แสดงว่าคุณลักษณะด้านนั้นมีความพอดี ถ้าค่าความพอดิน้อยกว่าร้อยละ 70 แสดงว่าคุณลักษณะนั้นต้องปรับปรุง (เพ็ญขวัญ, 2556) ซึ่งเมื่อพิจารณาผลการทดสอบพบว่าคุณลักษณะในทุกด้านมีระดับความพอดิมากกว่าร้อยละ 70 จึงไม่ต้องการปรับปรุงซอสสไตล์จีน



ภาพที่ 4.3 คะแนนความชอบของซอสสไตล์จีนสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว ทดสอบโดยวิธี Point Hedonic Scale

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของซอสรสชาติอื่นๆ สำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

จากผลการสำรวจความคิดเห็นต่อซอสชนิดต่างๆที่เหมาะสมสำหรับเคลือบเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว ซึ่งได้จากข้อ 4.2.2 ได้แก่ ซอสเผ็ดสไตส์เกาหลี และซอสซอซคาร์ลิก นำมาประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสกับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว โดยเริ่มทดสอบซอสเผ็ดสไตส์เกาหลีที่ดัดแปลงจากสูตรซอสที่รายงานโดยรุ่งทิพย์ และอภิสิทธิ์ (2560) (สูตรซอสเผ็ดสไตส์เกาหลี ดังภาคผนวกที่ ก 1.3) ด้วยวิธี 9 - Point Hedonic Scale โดยผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกด้าน ได้แก่ กลิ่นจืด ความเค็ม ความหวาน ความเผ็ด ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 คะแนนความชอบของซอสเผ็ดสไตส์เกาหลีสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

ทดสอบโดยวิธี 9 - Point Hedonic Scale

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ
กลิ่นจืด	7.47±0.82
ความเค็ม	7.50±1.01
ความหวาน	7.73±0.73
ความเปรี้ยว	7.50±0.82
ความเผ็ด	7.80±0.76
ความชอบโดยรวม	8.03±0.61

จากนั้นทดสอบความพอดีของซอสเผ็ดสไตส์เกาหลีสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว โดยกำหนดเกณฑ์ร้อยละความพอดีต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 ไม่ต้องทำการปรับปรุง แสดงว่าคุณลักษณะด้านนั้นมีความพอดี ถ้าค่าความพอดีน้อยกว่าร้อยละ 70 แสดงว่าคุณลักษณะนั้นต้องปรับปรุง (เพ็ญขวัญ, 2556) ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.8 เมื่อพิจารณาผลการทดลองพบว่าด้านความเค็มของซอสเผ็ดสไตส์เกาหลีมีค่าความพอดีน้อยกว่าร้อยละ 70 และมีคุณลักษณะด้านความเค็มที่มากเกินไปร้อยละ 33.33 จากนั้นรวมความถี่ระดับน้อยไป และมากไป แล้วหาค่าวิกฤตโดยเปิดตารางสถิติ (ภาคผนวก ง 2.2) ที่จำนวนผู้ทดสอบเท่ากับผลรวมความถี่ ผลดังตารางที่ 4.9 พบว่าค่าที่มาก คือ 10 ซึ่งมาจากความเค็มมากเกินไปมากกว่าค่าวิกฤต (critical value) จากตาราง คือ 9 จึงต้องปรับความเข้มข้นด้านคุณลักษณะความเค็มลดลง ทำการปรับปรุงซอสให้มีความเค็มลดลง โดยปรับลดปริมาณชีอิ้ว 3 ระดับ คือลดลงร้อยละ 10, 30 และ 50 แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสกับตัวอย่างเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมไว้ ด้วยวิธี 9 - Point Hedonic Scale โดยผู้ทดสอบทั่วไป

จำนวน 30 คน ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.10 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นจืดและการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเค็ม ความหวาน ความเผ็ด ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยซอสเผ็ดสไตล์เกาหลีที่ลดซีอิ๊วลงร้อยละ 30 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกปัจจัยคุณภาพ และมีความชอบโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบมาก นอกจากนี้ผู้ทดสอบได้ให้ความคิดเห็นว่าซอสเผ็ดสไตล์เกาหลีที่ลดปริมาณซีอิ๊วลงร้อยละ 10 ยังมีความเค็มที่มากเกินไป แต่เมื่อลดลดซีอิ๊วลงร้อยละ 50 ก็ทำให้ซอสเผ็ดสไตล์เกาหลีมีความเค็มน้อยเกินไป ดังนั้นซอสเผ็ดสไตล์เกาหลีที่ลดซีอิ๊วลงร้อยละ 30 จึงเหมาะสำหรับรับประทานกับเมนูเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว

ตารางที่ 4.8 ผลทดสอบความพอดีของซอสเผ็ดสไตล์เกาหลีสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว

ปัจจัยคุณภาพ	น้อยไป		พอดี		มากไป	
กลิ่นฉุน	4	13.33 %	24	80.00 %	1	3.33 %
ความเค็ม	0	-	20	66.67 %	10	33.33 %
ความหวาน	3	10.00 %	26	86.67 %	1	3.33 %
ความเปรี้ยว	3	10.00 %	27	90.00 %	0	-
ความเผ็ด	0	-	26	86.67 %	4	13.33 %

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างมากไปกับน้อยไป โดยใช้ binomial test จากผลการทดลอง ได้แก่ ความเค็ม ที่มีค่า JAR < 70 %

ปัจจัยคุณภาพ	%พอดี	น้อยไป	มากไป	ผลรวม N	ค่าที่มาก	0.05 Critical value
ความเค็ม	66.67	0	10	10	10*	9

ตารางที่ 4.10 คะแนนความชอบต่อซอสเผ็ดสไตล์เกาหลีสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว ที่ปรับลดความเค็มลงที่ระดับต่างๆ ด้วยวิธี 9 – Point Hedonic Scale

ตัวอย่าง	ปัจจัยคุณภาพ				
	กลิ่นรสฉุน	ความเค็ม	ความหวาน	ความเผ็ด	ความชอบโดยรวม
ซอสเผ็ดสไตล์เกาหลีลดซีอิ๊วลงร้อยละ 10	7.70±0.92 ^b	6.93±1.05 ^b	7.37±0.96 ^b	6.97±0.81 ^b	7.27±0.83 ^b
ซอสเผ็ดสไตล์เกาหลีลดซีอิ๊วลงร้อยละ 30	8.17±0.65 ^a	7.93 ±1.05 ^a	8.23±0.73 ^a	7.97±0.81 ^a	8.40±0.77 ^a
ซอสเผ็ดสไตล์เกาหลีลดซีอิ๊วลงร้อยละ 50	7.73±0.98 ^b	7.20±1.16 ^b	7.23±1.30 ^b	7.17±0.99 ^b	7.20±0.89 ^b

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการประเมินความชอบของซอสชอยการ์ลิก เตรียมซอสชอยการ์ลิกที่คัดแปลงจากสูตรซอสที่รายงานโดย Mikka (2013) (สูตรซอสชอยการ์ลิก ดังภาคผนวกที่ ก 1.4) นำมาประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสกับเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาวด้วยวิธี 9 - Point Hedonic Scale โดยผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน ทำการทดสอบในด้านกลิ่นรสกระเทียม ความเค็ม ความหวาน และความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกด้านอยู่ในระดับชอบปานกลาง ผลการทดลองดังตารางที่ 4.11 จากนั้นทดสอบความพอดีของซอสชอยการ์ลิกสำหรับเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาวในด้านกลิ่นรสกระเทียม ความเค็ม และความหวาน โดยกำหนดเกณฑ์ร้อยละความพอดีต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 ไม่ต้องทำการปรับปรุง แสดงว่าคุณลักษณะด้านนั้นมีความพอดี ถ้าค่าความพอดีน้อยกว่าร้อยละ 70 แสดงว่าคุณลักษณะนั้นต้องปรับปรุง (เพ็ญขวัญ, 2556) ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.12 พบว่าในทุกด้านมีระดับความความพอดิมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 แสดงว่าคุณลักษณะของซอสในทุกด้านมีความพอดี จึงไม่ต้องทำการปรับปรุงซอสชอยการ์ลิก และเหมาะสำหรับรับประทานกับเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว

ตารางที่ 4.11 คะแนนความชอบของซอสชอยการ์ลิก สำหรับเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ
กลิ่นรสกระเทียม	7.50±0.90
ความเค็ม	7.70±0.95
ความหวาน	7.90±0.92
ความชอบโดยรวม	7.87±0.73

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบความพอดีของซอสชอยการ์ลิก สำหรับเมนูเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว

ปัจจัยคุณภาพ	น้อยไป			มากไป		
			พอดี			
กลิ่นรสกระเทียม	7	23.33 %	23	76.66 %	0	-
ความเค็ม	2	6.66 %	24	80.00 %	4	13.33 %
ความหวาน	6	20.00 %	21	70.00 %	3	10.00 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 เปรียบเทียบความชอบของผู้ทดสอบชิมต่อชนิดของซอสสไตลิ่งจีน และซอสรสชาติอื่นๆ

เปรียบเทียบความชอบของผู้ทดสอบชิมต่อชนิดของซอส 3 ชนิด ได้แก่ ซอสสไตลิ่งจีนจากข้อที่ 4.2.1 ซอสเผ็ดสไตลิ่งเกาหลี และซอสซอຍการ์ลิก จากข้อที่ 4.2.3 นำมาคลุกกับเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่ทอดเตรียมไว้ ทดสอบด้วยวิธีการจัดอันดับความชอบ (Ranking test for Preference) โดยผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน เพื่อคัดเลือกชนิดของซอสที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดเมื่อรับประทานกับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.13 พบว่าซอสสไตลิ่งจีน ซึ่งเป็นซอสดั้งเดิม มีผลรวมคะแนนความชอบสูงที่สุด คือ 75 คะแนน ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) กับซอสเผ็ดสไตลิ่งเกาหลี แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับซอสซอຍการ์ลิก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าซอสสไตลิ่งจีนเป็นซอสที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดเมื่อรับประทานกับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบการเรียงลำดับความชอบต่อชนิดของซอสสไตลิ่งจีน ซอสซอຍการ์ลิก และซอสเผ็ดสไตลิ่งเกาหลี

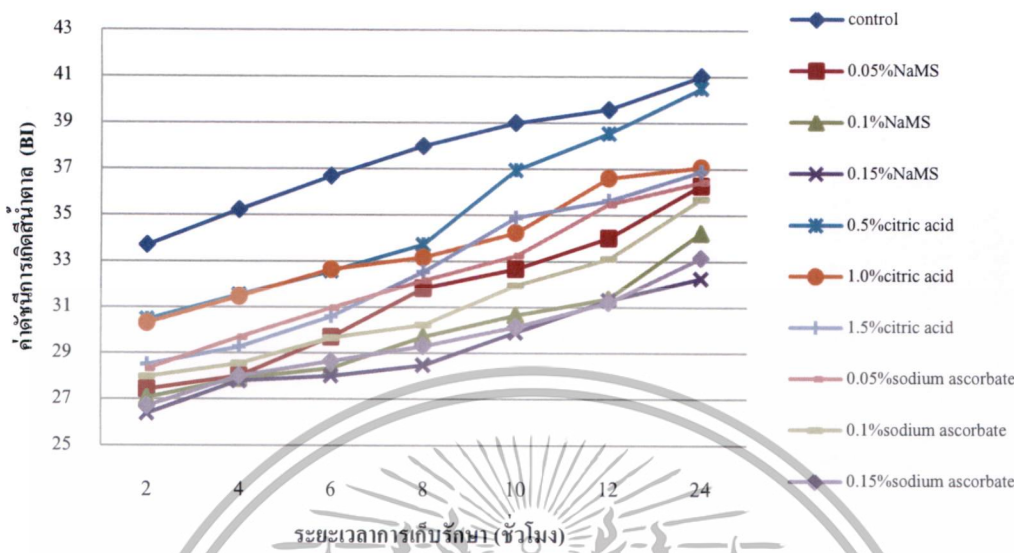
ชนิดของซอส	ซอสสไตลิ่งจีน	ซอสซอຍการ์ลิก	ซอสเผ็ดสไตลิ่งเกาหลี
ผลรวมอันดับ	75 ^a	49 ^b	56 ^{ab}

หมายเหตุ: ^{a, b, ab} อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันของผลรวมลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

4.3 ผลการศึกษาการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปทรง สำหรับการเตรียมเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

จากการทดลองยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือยาวสดตัดแต่ง โดยจุ่มชิ้นมะเขือยาวในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ความเข้มข้นร้อยละ 0.05, 0.1 และ 0.15) หรือสารละลายกรดซิตริก (ความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5) หรือสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบต (ความเข้มข้นร้อยละ 0.05, 0.1 และ 0.15) เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นสะเด็ดน้ำ แล้วบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LD-PE เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่าค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของทุกตัวอย่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 24 ชั่วโมง แสดงดังภาพที่ 4.4 นอกจากนี้ยังพบว่ามะเขือยาวที่จุ่มสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 หรือสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบตความเข้มข้นร้อยละ 0.15 มีแนวโน้มค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่าตัวอย่างอื่นๆ ซึ่งเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของมะเขือยาวที่จุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 ก็ยังมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลที่ต่ำที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 32.25 ส่วนมะเขือยาวที่จุ่มในสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบตความเข้มข้นร้อยละ 0.15 หรือสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 มีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล คือ 33.14 และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34.23 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของมะเขือยาวที่แช่น้ำกลั่น (ชุดควบคุม) โดยมีค่าเท่ากับ 41.00



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) ของมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปแต่งที่จุ่มในสารละลายยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่แตกต่างกัน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากเซลล์เนื้อเยื่อพืชถูกทำลายทางกล ได้แก่ การปอกเปลือก และการหั่นชิ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาของสารประกอบโมโนฟีนอล เมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ รวมทั้งมีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) จึงเกิดเป็นสารสีน้ำตาล (นิธิยา, 2553) และนอกจากนี้ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของมะเขือยาวที่จุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.15 และ 0.1 หรือสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบตความเข้มข้นร้อยละ 0.15 มีแนวโน้มค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำที่สุด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เนื่องจากโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ทำหน้าที่เป็นสารรีดิวซ์ (reducing agent) โดยรวมกับหมู่คาร์บอนิลปรีดิควซ์ *o*-quinone กลับไปเป็น diphenol ซึ่งไม่มีสี สารซัลไฟต์ต่างๆ ประกอบด้วยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ซัลไฟต์ (SO₃²⁻) ไบซัลไฟต์ (HSO₃) และเมตาไบซัลไฟต์ (S₂O₅²⁻) สารในกลุ่มนี้นิยมใช้กันมากในผักผลไม้ และอาหารต่างๆ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาล และควบคุมการทำงานของเอนไซม์ PPO (วาริช และเฉลิมชัย, 2553) ส่วนโซเดียมแอสคอร์เบตมีสมบัติเป็นสารรีดิวซ์ (reducing agent) โดยการเข้าไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ฟีนอลเลส จึงทำให้สารตั้งต้นที่เป็น *o*- dihydroxyphenolic ไม่ถูกออกซิไดส์เป็น *o*-quinones (จิตติวดี, 2552) ส่วนมะเขือยาวที่จุ่มในสารละลายกรดซิตริกก็มีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่าค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของมะเขือยาวชุดควบคุมเช่นกัน โดยกรดซิตริกเป็นสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในกลุ่มที่ทำให้ค่า pH ลดลง โดยค่า pH ที่เหมาะสมในการทำงานของเอนไซม์ PPO อยู่ระหว่าง 5-7 เมื่อค่าพีเอชลดลงทำให้เอนไซม์เอนกสารเป็นเอนกสารที่ลดลงหรือการชะงักงันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PPO ถูกยับยั้งการทำงาน รวมทั้งกรดซิตริกยังเป็นสารคีเลทจับกับทองแดงที่บริเวณเร่งของ PPO เมื่อทองแดงถูกดึงออกไปจะทำให้เอนไซม์ PPO ไม่สามารถทำงานได้ (ปราณี และสมฤดี, 2556) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hatem *et al.* (2011) พบว่าการเตรียมมะเขือยาวสดตัดแต่งด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เหมาะสำหรับการรักษาคุณภาพของมะเขือยาวระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าสีแดง (a^*) และค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (BI) ที่ดีที่สุด รวมทั้งมีการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์อื่นๆ เช่นเดียวกับเกษรและคณะ (2548) รายงานว่าการใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในจิงสดหั่นฝอย และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ไม่ต่ำกว่า 15 วัน จึงสามารถสรุปได้ว่าสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 สามารถลดค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือยาวสดตัดแต่งได้มากที่สุด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะเขือยาวสดตัดแต่งในระหว่างการเก็บรักษา

จากการศึกษาการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปแท่ง สำหรับการเตรียมเมนูเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว พบว่าสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 สามารถลดค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือยาวสดตัดแต่งได้มากที่สุด ทำการเก็บตัวอย่างมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปแท่งที่ผ่านการจุ่มสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 เป็นเวลา 1-7 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส โดยเก็บในถุงพลาสติกชนิด LD-PE ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านกายภาพ จุลินทรีย์ และทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยทำการตรวจสอบทุกวัน

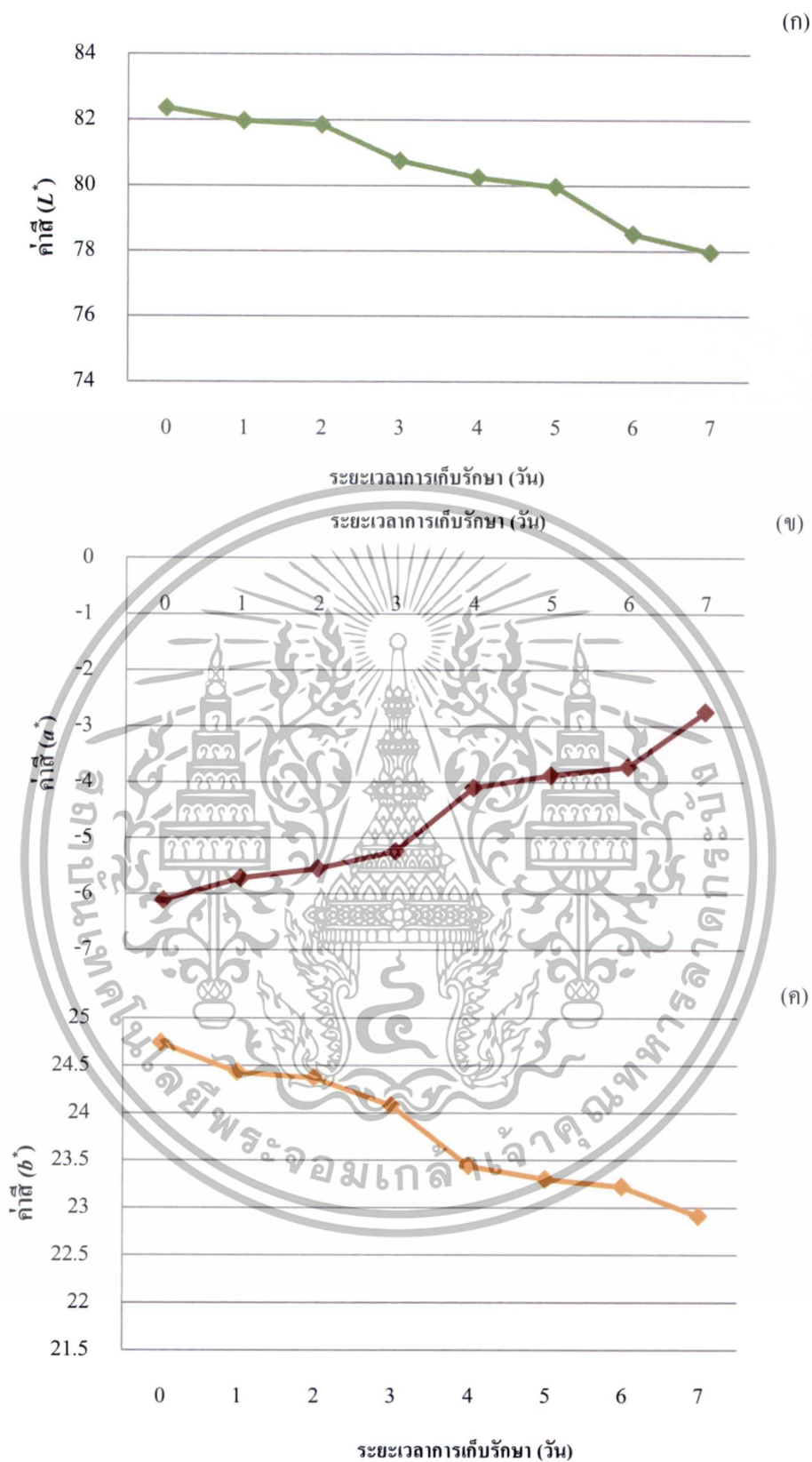
ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพโดยการวัดค่าสี ผลดังตารางที่ 4.14 พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาส่งผลต่อค่าสี เมื่อทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 1-7 วัน ดังภาพที่ 4.5 แสดงให้เห็นค่าความสว่าง (L^*) ของมะเขือยาวสดตัดแต่งมีแนวโน้มลดลง โดยมีค่าลดลงจาก 82.36 ± 1.53 เป็น 77.96 ± 1.82 เมื่อเก็บรักษานาน 7 วัน แสดงว่าตัวอย่างมะเขือยาวสดตัดแต่งมีสีคล้ำขึ้น สอดคล้องกับรายงานของวิจิณญา (2549) กล่าวว่าค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อชมพูตัดแต่งพร้อมบริโภคมีแนวโน้มค่า (L^*) ลดลงตลอดระยะเวลาการวางจำหน่าย และค่าสีเขียว-แดง (a^*) พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก -6.11 ± 1.78 เป็น -2.75 ± 1.67 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัมพันธ์ และวีรภรณ์ (2554) ได้ศึกษาการใช้กรดเพื่อลดการเกิดเปลือกสีน้ำตาลของผลลิ้นจี่พันธุ์ จักพรรดี พบว่าค่าสีเขียว-แดง (a^*) มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น ส่วนค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลงส่งผลให้สีในเนื้อสีเหลืองลดลงตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บ 1 - 7 วัน โดยมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าลดลงจาก 24.74 ± 1.27 เป็น 22.91 ± 1.91 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของเกษร และคณะ (2548) พบว่าค่า b^* ของจึงสดหั่นฝอยมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับค่า L^* ซึ่งเป็นผลจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลส่งผลให้สีของจึงสดหั่นฝอยคล้ำลง รวมทั้งรายงานของอาทิตย์ และคณะ (2558) พบว่ามะม่วงตัดแต่งจะมีค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ความเป็นสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น และความเป็นสีเหลือง (b^*) ลดลงหลังจากการเก็บรักษา ส่งผลให้มีสีน้ำตาลเกิดขึ้นบนเนื้อมะม่วง เนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์

ตารางที่ 4.14 ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีเเดดเขียว-แดง (a^*)และค่าสีเเดดเหลือง-น้ำเงิน (b^*) ของ มะเขือยาวสดตัดแต่งรูปแท่ง สำหรับการเตรียมเมนูเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาวซึ่งผ่านการจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
วันที่ 0	82.36 ± 1.53^a	-6.11 ± 1.78^a	24.74 ± 1.27^a
วันที่ 1	81.97 ± 1.41^a	-5.72 ± 1.70^{ab}	24.43 ± 1.72^{ab}
วันที่ 2	81.85 ± 1.70^a	-5.55 ± 1.61^{ab}	24.37 ± 1.05^{ab}
วันที่ 3	80.76 ± 1.72^b	-5.24 ± 1.64^b	24.08 ± 1.29^b
วันที่ 4	80.25 ± 1.97^{bc}	-4.10 ± 1.75^c	23.44 ± 2.17^c
วันที่ 5	79.97 ± 1.95^c	-3.88 ± 1.84^c	23.30 ± 1.87^c
วันที่ 6	78.51 ± 1.91^d	-3.73 ± 1.97^c	23.22 ± 1.79^c
วันที่ 7	77.96 ± 1.82^d	-2.75 ± 1.67^d	22.91 ± 1.91^c

หมายเหตุ: ^{a,b,c} อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 4.5 (ก) ค่าความสว่าง (L') (ข) ค่าสีแดงเขียว – แดง (a^*) (ค) ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*)

ของเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาวที่ผ่านการจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศา

เซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่างมะเขือยาวตัดแต่งที่ผ่านการจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ (CFU/กรัม)	
	ตัวอย่างควบคุม	ตัวอย่างมะเขือยาวตัดแต่งที่จุ่มในสารละลายยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล
0	1.7×10^3	4.1×10^2
1	1.1×10^2	3.0×10^3
2	1.4×10^3	3.0×10^2
3	1.5×10^3	3.2×10^2
4	1.6×10^3	3.2×10^2
5	1.8×10^3	3.3×10^2
6	TNTC	4.1×10^2
7	TNTC	4.7×10^2

หมายเหตุ: TNTC (too numerous to count) หมายถึง มากเกินกว่าจะนับได้

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่างมะเขือยาวสดตัดแต่งที่จุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 จากตารางที่ 4.15 พบว่าตัวอย่างมะเขือยาวตัดแต่งที่จุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1-7 วัน ตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์มากที่สุดเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 7 วัน คือ 4.7×10^2 CFU/กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้จุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ และเก็บไว้เป็นเวลา 7 วัน พบว่าเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 7 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์มากเกินกว่าจะนับได้ (TNTC) ซึ่งสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ เป็นวัตถุเจือปนอาหารที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ มีการใช้มาเป็นระยะเวลายาวนาน เพื่อวัตถุประสงค์ในการเก็บรักษาและยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร (พันธุ์ศิริ, 2556) สารกลุ่มซัลไฟต์ (sulfites) เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) ที่เป็นวัตถุกันเสีย (preservative) ช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์ (yeast) รา (mold) และแบคทีเรีย (bacteria) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นิสาชล, 2556) ตามมาตรฐานผักและผลไม้ตัดแต่ง กำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 1×10^6 CFU/กรัม (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2560) ดังนั้นปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบในมะเขือยาวสดตัดแต่ง ผลการจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วัน ไม่เกินปริมาณที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ค่า t-test จากการคำนวณ และจากตาราง เปรียบเทียบกับความแตกต่างโดยรวมของ ตัวอย่างเฟิร์นฟรายด์มะเขือยาวที่จุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 และตัวอย่างควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ด้วยวิธี Overall different from control test

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ค่า t-test		ความแตกต่าง
	ค่า t จากการคำนวณ	ค่า t จากตาราง	
วันที่ 0	1.85	2.042	ไม่แตกต่าง
วันที่ 1	1.32	2.042	ไม่แตกต่าง
วันที่ 2	1.63	2.042	ไม่แตกต่าง
วันที่ 3	1.91	2.042	ไม่แตกต่าง
วันที่ 4	1.77	2.042	ไม่แตกต่าง
วันที่ 5	2.15	2.042	แตกต่าง
วันที่ 6	2.07	2.042	แตกต่าง
วันที่ 7	2.32	2.042	แตกต่าง

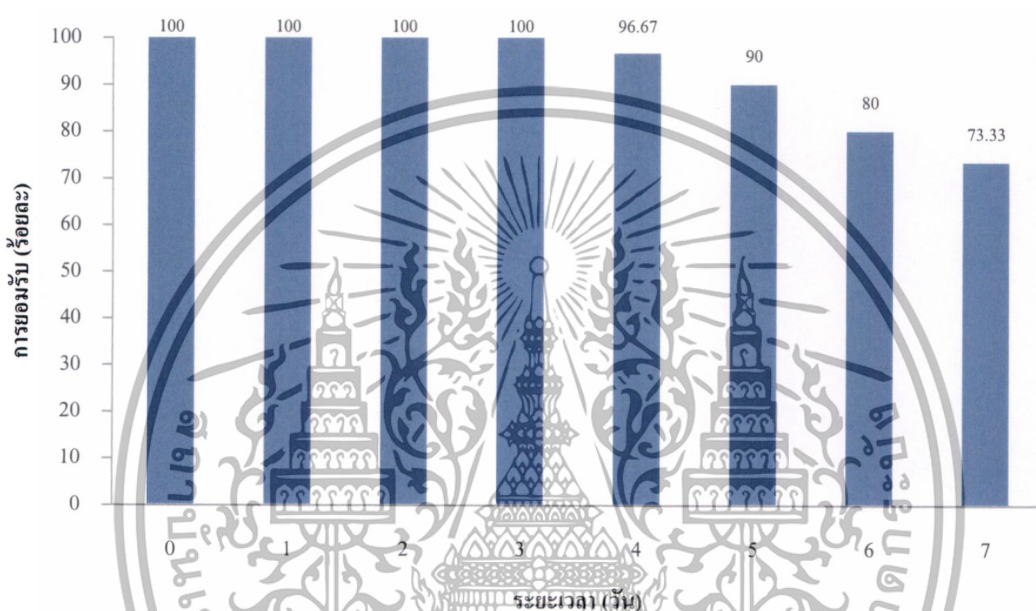
หมายเหตุ: ค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าค่า t จากตารางภาคผนวกที่ ง 2.3 แสดงว่าตัวอย่างเฟิร์นฟรายด์มะเขือยาวแตกต่างกับตัวอย่างควบคุม
ค่า t ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่า t จากตารางภาคผนวกที่ ง 2.3 แสดงว่าตัวอย่างเฟิร์นฟรายด์มะเขือยาวไม่แตกต่างกับตัวอย่างควบคุม

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างโดยรวมของตัวอย่างเฟิร์นฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมจากมะเขือยาวสดตัดแต่งที่ผ่านการจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 และเก็บรักษาเป็นเวลา 1-7 วัน กับตัวอย่างควบคุม (ตัวอย่างมะเขือยาวที่เตรียมสด) ในระหว่างการเก็บรักษาด้วยวิธี Overall different from control test โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน เพื่อศึกษาระยะเวลาการเก็บที่ตัวอย่างเฟิร์นฟรายด์มะเขือยาวที่มีความใกล้เคียง หรือไม่แตกต่างกับตัวอย่างกับเฟิร์นฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมสด แล้วทำเป็นเมนูเฟิร์นฟรายด์มะเขือยาว ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.16 พบว่าตัวอย่างเฟิร์นฟรายด์มะเขือยาวที่เก็บรักษาเป็นเวลา 1-4 วัน ไม่แตกต่างกับตัวอย่างเฟิร์นฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมสด เนื่องจากเมื่อนำผลรวมคะแนนของตัวอย่างมาหาค่าเฉลี่ย แล้ววิเคราะห์ค่า t-test ซึ่งค่า t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่า t จากตาราง (ดังภาคผนวกที่ ง 2.3) (เมื่อ $\alpha=0.05$, $df=30-1$, two tailed) ส่วนตัวอย่างเฟิร์นฟรายด์มะเขือยาวที่เก็บรักษาเป็นเวลา 5-7 วัน แตกต่างกับตัวอย่างเฟิร์นฟรายด์มะเขือยาวที่เตรียมสด เนื่องจากค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าค่า t จากตาราง (ภาคผนวกที่ ง 2.3) (เมื่อ α

$= 0.05$, $df=30-1$, two tailed) ดังนั้นจากการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าตัวอย่างมะเขือยาวสด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัดแต่งที่จุ่มในสารละลายยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ได้เป็นเวลา 4 วันโดยไม่แตกต่างไปจากตัวอย่างควบคุม (ตัวอย่างมะเขือยาวที่เตรียมสด)

จากนั้นทำการทดสอบการยอมรับของตัวอย่างเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นส่งผลต่อการยอมรับของตัวอย่างเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว ซึ่งในระยะเวลาการเก็บรักษาวันที่ 0 – 3 วัน ผู้ทดสอบให้การยอมรับร้อยละ 100 แต่เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 7 วัน ผู้ทดสอบให้การยอมรับตัวอย่างเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาวลดลง เหลือเพียงร้อยละ 73.33 ดังภาพที่ 4.6 ซึ่งผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าเนื้อของมะเขือยาวมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้นมาก



ภาพที่ 4.6 การยอมรับตัวอย่างเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาวที่เตรียมได้จากมะเขือยาวสดตัดแต่งที่ผ่านการจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะเขือยาวสดตัดแต่งที่จุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสม คือ ระยะเวลา 4 วัน เนื่องจากคุณภาพด้านกายภาพ(ค่าสี) ของตัวอย่างมีการลดลง ส่งผลให้มะเขือยาวสดตัดแต่งมีสีที่คล้ำขึ้น ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Overall different from control test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างโดยรวมกับตัวอย่างควบคุม (ตัวอย่างมะเขือยาวที่เตรียมสด แล้วทำเป็นเมนูเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว) ซึ่งตัวอย่างที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 5-7 วัน เมื่อนำมาปรุงเป็นเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาวมีความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุม และได้รับการยอมรับเพียงร้อยละ 73.33 เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ชนิด และอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งชุบทอดสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว คือ แป้งชุบทอดที่เตรียมได้จากแป้งข้าวโพดผสมกับแป้งสาลีอเนกประสงค์ในอัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก และมีปริมาณน้ำที่เหมาะสม คือ 135 กรัม ต่อแป้งทั้งหมด 132 กรัม เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่เคลือบซอสสโตนีจิ้นมีคะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบชิมอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในการสำรวจความชอบของซอสชนิดอื่นๆ เพื่อใช้สำหรับเคลือบเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวผู้ทดสอบชอบซอสเผ็ดสโตนีเกาหลี่และซอสชอยการ์ลิกมากที่สุด จากนั้นนำสูตรเริ่มต้นของซอสทั้งสองดังกล่าวมาประเมินความชอบร่วมกับวิธีวัดความพอดี พบว่าซอสเผ็ดสโตนีเกาหลี่มีความเค็มที่มากเกินไป คือร้อยละ 33.33 จึงปรับลดปริมาณชีอิ่วลง ซึ่งซอสเผ็ดสโตนีเกาหลี่ที่ลดชีอิ่วลงร้อยละ 30 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกปัจจัยคุณภาพ และมีความชอบโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบมาก ส่วนซอสชอยการ์ลิกมีคะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกด้านอยู่ในระดับชอบปานกลาง ในการจัดลำดับความชอบต่อซอส 3 ชนิด ผู้ทดสอบชอบซอสสโตนีจิ้น ซึ่งเป็นซอสรสดั้งเดิมมากที่สุด เมื่อใช้เคลือบเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปแท่ง ขนาดประมาณ $1 \times 1 \times 6.5$ เซนติเมตร พบว่าการจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 ทำให้ตัวอย่างมะเขือยาวมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำที่สุด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(สภาวะเร่ง) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นติดตามการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของตัวอย่างมะเขือยาวสดตัดแต่งที่จุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 และเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษามะเขือยาวสดตัดแต่งได้นาน 4 วัน โดยมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าสีด้านความสว่าง (L^*) ลดลง มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินปริมาณที่กำหนด และมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเมื่อเตรียมเป็นเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว ไม่แตกต่างกับตัวอย่างควบคุม และผู้ทดสอบให้การยอมรับร้อยละ 96.67

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การศึกษาการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือยาวสดตัดแต่ง ควรมีการศึกษาปริมาณการตกค้างของสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในมะเขือยาวสดตัดแต่ง ทั้งในระหว่างการเก็บรักษา และหลังการปรุงเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 เนื่องจากในปัจจุบันผู้บริโภคสนใจเรื่องสุขภาพมากขึ้น มีความต้องการบริโภคอาหารที่มีความปลอดภัย มีประโยชน์ต่อร่างกาย รวมทั้งมีไขมันต่ำ จึงควรศึกษาการลดการดูดซับน้ำมันในผลิตภัณฑ์เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กมลทิพย์ มั่นภักดี. 2542. การดัดแปรสตาซในแป้งข้าวเพื่อทำแป้งผสมสำหรับประกอบอาหารทอดแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยมหิดลเกษตรศาสตร์.
- กิตติยา สมยาภักดี และโสภณชัย กิตติเสรีบุตร. 2545. อาหารแช่เย็น. ศูนย์บริการข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัยในอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : nates.psu.ac.th/Department/PlantScience/510.../postharvest-chilled%20food.pdf
- กิตติวรรณ ยอดรักย์. 2546. ผลของโซเดียมไนไตรท์ และโซเดียมแอสคอร์เบตต่อคุณภาพของหมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เกษร น้อยนาง, ภาสุรี ฤทธิเลิศ, นพมาศ วรเนตร์, ศรีัญญา ศรีปริวุฒิ, ปรียะทัศน์ย์ ประไชโย และธีรพร กองบังเกิด. 2548. ผลของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และกรดแอสคอร์บิกต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของชิงสุกหั่นฝอย. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 25(3) : 93-104.
- ก่องกาญจน์ กิรุ่งโรจน์, สุทธวัฒน์ เบญจกุล, ชรรณนุญ โปรดปราน และวิไลสนา โพธิ์ศรี. 2553. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์กึ่งชุบแป้งทอดพร้อมบริโภคที่ลดการดูดซับไขมันเพื่อการส่งออก. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2554. มะเขือม่วง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก agrimedia.agritech.doe.go.th/book/book-veg/VS%20059.pdf
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2560. ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3.
- กานต์ เหมวิหค, บรรณาธิการ. 2555. ชุบแป้งทอดกรอบอร่อย. สมุทรสาคร : พิมพ์ดี.
- กิตติคุณ วิวัฒนชนกิจ. 2556. Hong Kong Fisherman Vegetarian Festival 2013. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.thailandexhibition.com/Eat-Travel/680>.
- กินดะอิจิ (นามแฝง). 2558. สูดยอความอลังการกับบุฟเฟ่ต์สุดพรีเมียม ห้องอาหาร Favola. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.wongnai.com/articles/favola-le-meridien-cm>.
- ขวัญชนก เต้าซุน. 2555. การทดสอบพืชอาศัยของเชื้อ *Columnea latent viriod* ในพืชวงศ์ถั่ว (Fabaceae หรือ Leguminosae) วงศ์มะเขือ (Solanaceae) และวงศ์ฝ้าย (Malvaceae). ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร คณะเกษตร เอกสารนี้เป็นมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ารใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการการจัดการองค์ความรู้ภาควิชาเกษตรศาสตร์. 2545. สี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

http://cms2.swu.ac.th/Portals/155/ภาควิชาเกษตรศาสตร์/เอกสารอ้างอิง/HOM_55_7.2_2.3.pdf

คงพันธ์ ธัชมาลี. 2558. BEIJING CUISINE THAILAND. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.nottoholic.in.th/2015/12/eat-beijing-cuisine-thailand.html?m=0>

จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จาดุพงศ์ วาฤทธิ์. 2547. คุณสมบัติกายภาพของผลิตภัณฑ์ : การวัดค่าสี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://coursewares.mju.ac.th:81/e-learning47/ea341/lesson2/ch02_6.pdf

จิตติมา จิรโพธิธรรม, วนิสา คงเยือกเย็น, เกษรา น้ำใจดี, พงษ์นาถ นาวรอนันต์ และอภิธา บุญศิริ.

2553. ผลของอุณหภูมิการแช่ต่อการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือเปราะตัดแต่งสด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 41(1) : 440-443.

จิราวรรณ ดุณพันธ์ และสำเนียง ณะวงวิเศษ. 2555. ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทอดกล้วยไข่ดิบก่อนการแช่เยือกแข็งที่มีผลต่อลักษณะคุณภาพของเฟรนช์ฟรายส์กล้วยไข่.

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

จอย แก่งสเตอร์ (นามแฝง). 2558. อิมมอร์อล อิมมูกับ"ตึงกู"ที่ Food Loft เซ็นทรัลชิดลม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://oknation.nationtv.tv/blog/gangster-1/2015/10/15/entry-1>.

ชมภู ยี่โม. 2550. การถนอมอาหาร. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ชมพูนุช สีห์โสภณ. 2558. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส. เอกสารประกอบการสอนภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชัยรัตน์ ตั้งดวงดี. 2560. การแช่เย็น และการแช่แข็งอาหาร. คู่มืออบรมหลักสูตรมินิ Food Engineering. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.

ฐิตยวดี วงศ์ธิดา. 2552. การคัดเลือกสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ดวงจันทร์ เกรียงสุวรรณ. 2546. พืชผักผลไม้ไทยมีคุณค่าเป็นทั้งอาหารและยา ตอน "มะเขือยาว".

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://natres.psu.ac.th/radio/radio_article/radio46-47/46-470005.htm

นิตา หงส์วิวัฒน์, ทวีทอง หงส์วิวัฒน์ และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ. 2548. มะเขือยาว. กรุงเทพฯ :

เอกสารนี้เป็น **แสลงแดง** ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิธิยา รัตนพานนท์. 2553. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

นันทิยา ธิกะ และสุกัญญา คุ่มพลู. 2547. การพัฒนาสูตรแป้งชุบทอดเสริมสมุนไพร และใยอาหาร จากเปลือกถั่วเหลือง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏนครสวรรค์.

นิสาชล สิริมงคลกาล. 2556. การวิเคราะห์หาปริมาณวัตถุเจือปนอาหารบางชนิดในอาหารแปรรูป ด้วยไอออนโครมาโทกราฟี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี วิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นภัสรพี เหลืองสกุล และสวามินี นวลแขกุล. 2559. *Cooking Bible : Bakery*. กรุงเทพฯ : อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

บุญส่ง เอกพงษ์. 2558. เทคนิคการผลิตเม็ดแป้งผสมผักผสม. อุบลราชธานี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย อุบลราชธานี.

ปิยะพร ภัทรกิจจำจร. 2547. การศึกษาสูตรและสภาวะที่เหมาะสมของแป้งชุบทอดชุบน้ำมันต่ำ จากแป้งข้าวโพดอะไลโดสสูง แป้งข้าวเจ้าฟรีเจล และแป้งข้าวเจ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปิยวรรณ จำมิ่งขวัญ. 2549. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งชุบทอดจากฟลาวมันสำปะหลัง ฟลาวข้าว หอมมะลิ และแป้งท้าวยายม่อม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพัฒนา ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยนุสส์ น้อยด้วง และสุภาสิณี แก่นแก้ว. 2552. การเสริมเส้นใยอาหารในเฟรนช์ฟรายด์จากมันสำปะหลัง. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 4(1) : 42-49.

ปราณี อ่านเปรื่อง และสมฤดี ไทพาณิชย์. 2556. การป้องกันการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์เนื้อ กุ้งหอยหมีป่นพาสเจอไรซ์. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 9 : 39-51.

พัชรี ลิ้มปิยเจริญ, พรทิพย์ วิสารทานนท์, นครินทร์ โพธาสิน, ชำนาญวิทย์ ทินวงศ์ และอนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์. 2549. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปทุเรียนทอดชนิดเฟรนช์-ฟราย. เอกสารวิชาการ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผล เกษตร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.doa.go.th/doaresearch/files/527_2549.pdf

พันธ์สิริ สุทธิลักษณ์. 2556. ลูกชิด: คุณค่าทางโภชนาการ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิดให้มี คุณภาพและปลอดภัย. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 41(3) : 508-517.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2556. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้ทดสอบ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พนิดา งามเชื้อชิต. 2560. เนื้อมะม่วงสดตัดแต่ง : สรรพคุณและปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อ

คุณภาพ. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 12(1) : 17-34.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภัณฑิรา กัณโฑกาสังค์. 2550. ตำมะเขือ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://library.cmu.ac.th/ntic/lannafood/detail_lannafood.php?id_food=71.

มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย. 2540. มหัศจรรย์ผัก 108. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

มนุช มณีปิ่นดี. 2559. Olive. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.foodsawasdee.com/reviews/olive/>.

ระพีพรรณ ใจภักดี. 2545. ผักผล. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : แสงแดด.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2553. พจนานุกรมคำใหม่ เล่ม 1 ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท ธนาเพรส จำกัด.

รชนี คงคาฉุยฉาย และวิญญู เจริญศิริ. 2554. ชุดคู่มือดูแลสุขภาพด้วยอาหาร : โภชนาการกับผัก. กรุงเทพฯ : สารคดี.

รัมภ์ พัน โกศลนันท์ และ วีรภรณ์ เดชนำบัญชาชัย. 2554. การใช้กรดเพื่อลดการเกิดเปลือกสีน้ำตาลของผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 42(1) : 43-46.

รุ่งทิพย์ พรหมทรัพย์ และอภิสิทธิ์ ประสงค์สุข, บรรณาธิการ. 2560. ไม้ทอดเกาหลี. กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์แม่บ้าน จำกัด.

ละอองวรรณ ศรีจันทร์. 2551. การใช้แป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งสาลีในการผลิตแป้งชุบทอด. วารสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 1(1) : 70-81.

วิญญู วรศิริกุล. 2549. การใช้แคลเซียมแอสคอร์เบตและสารเคลือบที่รับประทานได้ต่อการเกิดสีน้ำตาลและอายุการวางจำหน่ายของชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์ตัดแต่งพร้อมบริโภค. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วาริช ศรีละออง และเฉลิมชัย วงษ์อารี. 2553. ผลของอุณหภูมิและภาชนะบรรจุต่ออายุการเก็บรักษามะพร้าวหั่นน้ำหอม เพื่อการส่งออก. รายงานผลการวิจัย คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วิไล รัสาดทอง. 2559. เทคโนโลยีการแปรรูปผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ยูโอเพ่น.

ศิริลักษณ์ สีนวลชัย. 2519. ทฤษฎีอาหารเล่ม 1 : หลักการประกอบอาหาร. กรุงเทพฯ : วราวุฒิการพิมพ์.

ศิวาพร ศิวเวช. 2546. วัตถุดิบอาหารอาหาร เล่ม 1. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.

ศรีไพร เย็นแยม, บรรณาธิการ. 2548. คุณค่าผักคืออาหารและยาอายุวัฒนะ. กรุงเทพฯ : ไพลิน.

ศิริวรรณ พิทยาเวย์. 2552. ผักมิโสะมะเขือยาว. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://siri-kitchen.blogspot.com/2009/04/blog-post.html>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศศิภา เต็กอวยพร. 2554. การพัฒนาระบบการวิเคราะห์เชิงภาพถ่ายเพื่อตรวจติดตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุรพล อุปดิษฐกุล. 2537. สถิติการวางแผนการทดลอง เล่มที่ 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สหมิตรออฟเซต.
- สุชีรา สร้อยเพชร, สุดาพร ทิมฤกษ์ และรุ่งทิพา วงศ์ไพศาลฤทธิ์. 2551. แบ่งชุดทอดกรอบ. รายงานการวิจัย สาขาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- สายสนม ประดิษฐ์ดวง. 2546. การถนอมรักษาอาหารด้วยสารเคมี. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิมล วัฒนะพันธ์ศักดิ์. 2549. ผลของสารลดการเกิดสีน้ำตาลและการดัดแปลงสภาพบรรยากาศ ต่ออายุการเก็บรักษาของผักกาดแก้วตัดแต่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อดิศักดิ์ เอกโสภาธรรม. 2545. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- อุษาวดี ชนสุด และนิธิยา รัตนานนท์. 2549. “การด้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอล และกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสของผลไม้ 16 สายพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยว”. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 37(5) : 15-18.
- อาภัสสร ศิริจริยวัตร, กอบชัย คำศรีพล และ สุกฤษ กำเนิดพันธ์. 2558. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงสุกตัดแต่งในระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เย็น. วารสารแก่นเกษตร. 43(1) ฉบับพิเศษ : 851-856.
- AOAC. 2000. Office Method of Analysis of AOAC International. 17th edition. The Association of Office Analytical Chemists, Virginia.
- Basker, D. 1988. Critical values of differences among rank sums for multiple comparisons. **Food Technology**. 42(2) : 79, 80–84.
- Bi, J. 2006. **Sensory Discrimination Tests and Measurements**..Statistical Principles,Procedures and Tables. England : Blackwell Publishing.
- Fellows, P. 2000. **Food Processing Technology : Principles and Practice**. Second edition. USA : CRC Press.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Hatem, S. Ali., Mostafa, T. Ramadan., Gamal, H. Ragab., Mohie M. Kamil. and Hesham A. Eissa. 2011. Optimizing Browning Capacity of Eggplant Rings during Storage before Frying. **Journal of American Science**. 7(6) : 579-592.
- Lawless, H.T. and Heymann, H. 1999. **Sensory evaluation of food: Principles and practices**. New York : Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Mikka, W. 2013. Food Hack: BonChon Soy Garlic Chicken Wings. [Online]. Available from : <http://www.pepper.ph/bonchon-soy-garlic-chicken-wings/>
- Palou, E., López-Malo, A., Barbosa-Cánovas, G.V., Weti-Chanes, J. and Swanson, B.G. 1999. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. **Journal of Food Science**. 64 : 42-45.
- Resurreccion, A.V.A. 1998. **Consumer Sensory Testing for Product Development**. USA : An Aspen Publication.
- Shih, F. and Daigle, K. 1999. Oil Uptake Properties of Fried Batters from Rice Flour. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 47(4) : 1611-1615.
- Son, S.M., Moon, K.D. and Lee, C.Y. 2001. Inhibitory effects of various anti-browning agents on apple slices. **Food Chemistry**, 73 : 23-30.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

สูตรเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

ก 1.1 สูตรพื้นฐานแป้งชุบทอดสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว



ภาพ ก 1.1 เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวจากสูตรมาตรฐาน

ตาราง ก 1.1 ส่วนผสมแป้งชุบทอดสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	ปริมาณ
แป้งข้าวโพด	1/2 ถ้วย
แป้งมันสำปะหลัง	1/2 ถ้วย
เกลือป่น	1/2 ช้อนชา

ที่มา : กานต์, (2555)

วิธีทำ

- ผสมแป้งข้าวโพดกับแป้งมันสำปะหลัง และเกลือ ลงในถุงพลาสติกขนาด 9×11 นิ้ว หรือขนาดใหญ่
- นำมะเขือยาวมาล้างน้ำแล้วพักไว้ให้หมาด ใส่งในถุงแป้ง ปิดปากถึงให้แน่น เขย่ามะเขือยาวให้แป้งเกาะจนทั่ว เทออกใส่ตะแกรง แล้วเคาะเอาแป้งส่วนเกินออก พักไว้
- ตั้งกระทะน้ำมันบนไฟกลาง เมื่อน้ำมันเริ่มร้อน ใส่งมะเขือยาวที่เตรียมไว้ลงทอด ใช้ตะหลิวคนตลอดเวลา ทอดด้วยไฟกลางแค่แป้งพอเหลือง ตักขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำมันนาน 2-3 นาที ใช้ตะแกรงตักเอามาเสกแป้งที่ก้นกระทะออก
- เร่งไฟให้แรงขึ้น ใส่งมะเขือยาวที่พักไว้ลงทอดซ้ำด้วยไฟแรง จนแป้งเหลือง ตักขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำมัน พักไว้เพื่อเตรียมคลุกกับซอสต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก 1.2 สูตรแป้งชุบทอดสูตรดัดแปลงสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว



ภาพ ก 1.2 เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวจากสูตรดัดแปลง

ตาราง ก 1.2 ส่วนผสมแป้งชุบทอดสูตรดัดแปลง

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
แป้งข้าวโพด	72
แป้งมันสำปะหลัง	60
น้ำเปล่า	135

ที่มา : ดัดแปลงจากถานต์. (2555)

วิธีทำ

- 1 นาที
- ผสมแป้งข้าวโพดกับแป้งสาลีอเนกประสงค์ เติมน้ำ 135 กรัม คนให้เข้ากันเป็นเวลา 1 นาที
 - นำมะเขือที่หั่นเตรียมไว้ ลงชุบให้ทั่วทั้งชิ้น และสไลด์แป้งส่วนเกินออก
 - ลงทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที ตักขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำมัน เพื่อเตรียมคลุกกับซอสต่อไป

หมายเหตุ: แบตเทอร์ปริมาณ 267 กรัม สามารถชุบมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปทรงได้ประมาณ 70 ชิ้น

ก 1.3 สูตรซอสสไตล์จีนสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว

ตาราง ก 1.3 ส่วนผสมของซอสสไตล์จีน

ส่วนผสม	ปริมาณ	
	สูตรพื้นฐาน	สูตรดัดแปลง
น้ำมันพืช	2 ช้อนโต๊ะ	5 กรัม
ซิงแก่สับละเอียด	2 ช้อนโต๊ะ	25 กรัม
น้ำตาลทราย	1/4 ถ้วย	60 กรัม
ซีอิ๊วขาว	4 ช้อนโต๊ะ	55 กรัม
จิ๊กโม่	4 ช้อนโต๊ะ	60 กรัม
เหล้าจีน	1 ช้อนชา	5 กรัม
น้ำเปล่า	1/4 ถ้วย	60 กรัม
แครอทซอย และ		-
ต้นหอมซอย	3 ถ้วย	10 กรัม

ที่มา : สูตรพื้นฐาน และดัดแปลงจากกานต์, (2555)

วิธีทำ

- ตั้งกระทะน้ำมันบนไฟอ่อน พอน้ำมันเริ่มร้อนใส่ซิงแก่สับลงผัดให้สุกหอม
- ใส่น้ำตาลทราย น้ำเปล่า ซีอิ๊วขาว จิ๊กโม่ และเหล้าจีน คนให้เข้ากัน เติงไฟให้แรงขึ้น
เคี่ยวต่อแค่พอเดือด และซอสมีลักษณะข้นขึ้นเล็กน้อย
- ใส่มะเขือยาวที่ทอดเตรียมไว้ลงผัด คลุกเคล้าให้ทั่วประมาณ 5 วินาที จัดเสิร์ฟ

ก 1.4 สูตรขอสเผ็ดสไต้เกาหลี่สำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

ตาราง ก 1.4 ส่วนผสมของขอสเผ็ดสไต้เกาหลี่

ส่วนผสม	ปริมาณ	
	สูตรพื้นฐาน	สูตรดัดแปลง
น้ำตาลทราย	2 ช้อนโต๊ะ	40 กรัม
พริกป่น	2 ช้อนโต๊ะ	0.5 กรัม
กระเทียมสับ	2 ช้อนโต๊ะ	5 กรัม
มิริน	2 ช้อนโต๊ะ	-
ซีอิ๊ว	2 ช้อนโต๊ะ	10 กรัม
โคชูจัง (พริกเกาหลี่)	2 ช้อนโต๊ะ	40 กรัม
น้ำมันงา	1 ช้อนชา	-
น้ำเปล่า	100 กรัม	5 กรัม
พริกชี้ฟ้าสีเขียวสับ	30 กรัม	-
จิงแก่สับละเอียด	-	5 กรัม
หอมใหญ่สับ	-	10 กรัม
น้ำมันพืช	-	5 กรัม

ที่มา : สูตรพื้นฐาน และดัดแปลงจากรุ่งทิพย์ และอภิสิทธิ์, (2560)

วิธีทำ

1. ตั้งกระทะใช้ไฟกลาง ใส่น้ำมันพืชพอร้อน ใส่จิงสับ กระเทียมสับ และหอมใหญ่สับ
เจียวพอหอม
- 2.ใส่ส่วนผสมที่เหลือทั้งหมดลงไป คนให้เข้ากัน เคี่ยวพอเดือด
- 3.ใส่มะเขือยาวที่ทอดเตรียมไว้ลงผัด คลุกเคล้าให้ทั่วประมาณ 5 วินาที จัดเสิร์ฟ

ก 1.5 สูตรขอสขอยการลิกสำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

ตาราง ก 1.5 ส่วนผสมของขอสขอยการลิก

ส่วนผสม	ปริมาณ	
	สูตรพื้นฐาน	สูตรดัดแปลง
น้ำตาลทรายแดง	2 ช้อนโต๊ะ	-
น้ำตาลทรายธรรมชาติ (caramal granulated sugar)	-	80 กรัม
กระเทียมสับ	4 กลีบ	10 กรัม
ไลท์ซอสซอส (light soy sauce)	1/2 ถ้วย	145 กรัม
มิริน	1/4 ถ้วย	70 กรัม
แป้งข้าวโพด	1 ช้อนชา	-
น้ำเปล่า	-	65 กรัม
ผงกระเทียม	1/2 ช้อนชา	4 กรัม
จิงสับละเอียด	1 นิ้ว	5 กรัม
หอมใหญ่สับ	-	40 กรัม
น้ำมันพืช	-	5 กรัม

ที่มา : สูตรพื้นฐาน และดัดแปลงจาก Mikka, (2013)

วิธีทำ

- ตั้งกระทะใช้ไฟกลาง ใส่น้ำมันพืช ผัดจิงสับ กระเทียมสับ และหอมใหญ่สับ จนสุกหอม
- จากนั้นใส่น้ำตาลทราย ไลท์ซอสซอส มิริน น้ำเปล่า และผงกระเทียม คนให้เข้ากันจนกระทั่งน้ำตาลละลาย พอเดือด และซอสมีลักษณะข้นขึ้นเล็กน้อย
- ใส่มะเขือยาวที่ทอดเตรียมไว้ลงผัด คลุกเคล้าให้ทั่วประมาณ 5 วินาที จัดเสิร์ฟ

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ข 1 การวิเคราะห์ค่าสี (Color)

วัดสีในระบบ $L^* a^* b^*$ โดยเครื่องวัดสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น ColorQuest XE ผลิตโดย Hunter Associates Laboratory, Inc., USA.

ค่า L^* (lightness) คือค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 เมื่อค่า L^* มาก แสดงความสว่างมาก และเมื่อค่า L^* น้อย แสดงความสว่างน้อยหรือมีสีคล้ำ

ค่า a^* คือ ค่าสีแดง-สีเขียว (redness-greenness) เมื่อค่า a^* มีค่าเป็นบวกแสดงสีในโทนสีแดง และเมื่อค่า a^* มีค่าเป็นลบแสดงสีในโทนสีเขียว

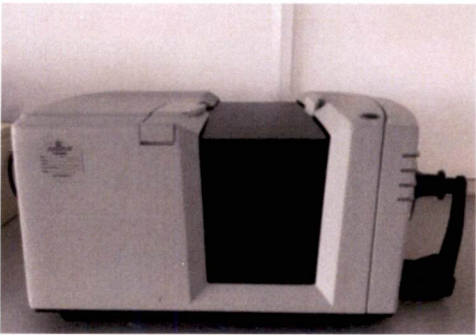
ค่า b^* คือ ค่าสีเหลือง-สีน้ำเงิน (yellowness-blueness) เมื่อ b^* มีค่าเป็นบวกแสดงสีในโทนสีเหลือง และเมื่อ b^* มีค่าเป็นลบแสดงสีในโทนสีน้ำเงิน

อุปกรณ์

- 1. Port plate ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร
- 2. ชุด Calibration

วิธีการวิเคราะห์

- 1. เปิดเครื่องวัดสี และคอมพิวเตอร์ จากนั้นเข้าไปโปรแกรม Universe
- 2. ก่อนการวัดสีทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐาน หรือ STANDARDIZE ก่อนทุกครั้ง โดยเลือก Mode RSIN
- 3. ทำการวัดสีตัวอย่าง นำตัวอย่างมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปทรง วางแนวให้สนิทกับช่องรับแสง (port) เพื่อปิดช่องรับแสงตกกระทบจากเครื่องได้หมด โดยไม่ให้แสงลอดออกมาได้
- 4. ทำการอ่านและบันทึกค่า จากนั้นนำไปหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพ ข 1 เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น ColorQuest XE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาบางส่วน และจะเผยแพร่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์

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

อุปกรณ์

1. หลอดทดลอง
2. จานเพาะเชื้อ
3. ตู้บ่มเชื้อ
4. เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (autoclave)
5. ออโต้ปีเปต ขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
6. Vortex mixer
7. เครื่องตีปั่นอาหาร (Stomacher)
8. ตะเกียงแอลกอฮอล์
9. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

1. สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA)

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ชั่งตัวอย่างมะเขือยาว 25 กรัม ด้วยวิธีปลอดเชื้อ ใส่ในถุงตีบด (stomacher bag) จากนั้นเติมสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 225 มิลลิลิตร แล้วนำไปตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่นอาหาร (Stomacher) เป็นเวลา 2 นาที ตัวอย่างในถุงจะเจือจาง 1:10 เท่าหรือมีระดับความเจือจาง 10^{-1}

1.2 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 1 : 10 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมหยอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมแบบหมุนวน (Vortex mixer) จะได้ตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^{-2}

1.3 เจือจางต่อไปจนได้ตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-3} - 10^{-5}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

2.1 ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 23.5 กรัม ใส่ลงในน้ำกรองปริมาตร 1 ลิตร

2.2 ให้ความร้อน จนกระทั่งอาหารเลี้ยงเชื้อละลาย และมีลักษณะใส บรรจุใส่ขวด ขวดละ 200 มิลลิลิตร แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยเครื่อง autoclave

3. การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.1 ปิเปตตัวอย่างอาหารที่ระดับเจือจางต่างๆ (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , และ 10^{-5}) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 2 จาน

3.2 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar ที่มีอุณหภูมิประมาณ 45-50 องศาเซลเซียส ประมาณ 12-15 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่ใส่ตัวอย่างไว้แล้ว

3.3 ทำการผสมอาหารเลี้ยงเชื้อและตัวอย่างให้เข้ากัน โดยการหมุนจานอาหารเป็นวงกลม วางไว้ในตู้ปลอดเชื้อให้อาหารแข็งตัว แล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ

3.4 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

4. การตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์

เมื่อครบ 48 ชั่วโมงแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี คำนวณและรายงานผลในหน่วย CFU/กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ง 1

แบบสอบถามเพื่อประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ง 1.1 แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9 – Point Hedonic Scale)

แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบต่อชนิดของแป้งชุบทอด

ผลิตภัณฑ์ เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว วันที่

ผู้ทดสอบ

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่าง แล้วให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึก ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง เพื่อกัดเลือกชนิดของแป้งชุบทอด สำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

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

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ (คะแนน 1-9)			
	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง
ลักษณะปรากฏ				
สี				
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)				
กลิ่น				
รสชาติ				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ง 1.2 แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9 – Point Hedonic Scale)

แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบต่ออัตราส่วนของแป้งชุบทอด

ผลิตภัณฑ์ เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว วันที่

ผู้ทดสอบ

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึก ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง เพื่อ
คัดเลือกอัตราส่วนของแป้งชุบทอด สำหรับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

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

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ (คะแนน 1-9)			
	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง
ลักษณะปรากฏ				
สี				
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)				
กลิ่น				
รสชาติ				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ง 1.3 แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9 – Point Hedonic Scale)

แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบต่อปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแป้งชุบทอด

ผลิตภัณฑ์ เฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว วันที่

ผู้ทดสอบ

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึก ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง (กรุณาคลี่ปากก่อนทำการทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง)

- สเกลความชอบ :
- 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

2 = ไม่ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = เฉยๆ

6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ (คะแนน 1-9)			
	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง
				
ลักษณะปรากฏ				
สี				
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)				
กลิ่น				
รสชาติ				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ง 1.4 แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบร่วมกับวิธีการวัดความพอใจ (9 – Point Hedonic Scale และ Just about right (JAR))

แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบร่วมกับวิธีการวัดความพอใจ

ผลิตภัณฑ์ ซอสสไตลิ่งสำหรับเคลือบเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว วันที่

ผู้ทดสอบ

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึก ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง (กรุณากลับปากก่อนทำการทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง)

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

และขีดเครื่องหมาย / ให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์ในเรื่องความพอใจของผลิตภัณฑ์

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ (คะแนน 1-9)	ระดับความพอใจ		
		น้อยไป	พอดี	มากไป
กลิ่นฉุน				
ความเค็มของซอส				
ความหวานของซอส				
ความเปรี้ยวของซอส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ง 1.5 แบบสำรวจความคิดเห็นวิธีเรียงลำดับความชอบ (Ranking test)

แบบสำรวจความคิดเห็นต่อซอสชนิดต่างๆ เพื่อใช้สำหรับเคลือบเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

คำอธิบาย : สำรวจความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามต่อชนิดของซอส 5 ชนิด ได้แก่ ซอสมะขาม ซอสพริกสามรส ซอสชอยการ์ลิก ซอสเผ็ดสไตล์เกาหลี และซอสเทอริยากิ เพื่อนำซอสที่ผ่านการคัดเลือก ที่ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นว่าเหมาะสมสำหรับนำไปประยุกต์ใช้กับเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว

ส่วนที่ 1 รายละเอียด และส่วนผสมของซอสชนิดต่างๆ และตัวอย่างเมนูที่นิยมรับประทานกับซอสแต่ละชนิด



1. ซอสมะขาม

- ส่วนผสม ได้แก่ น้ำมะขามเปียก น้ำตาลปีบ น้ำปลา น้ำตาลทราย เคลือบมัน และน้ำปลา
- รสชาติเปรี้ยวอมหวาน
- มีลักษณะเหนียวข้น คล้ายน้ำปลาหวาน
- โดยทั่วไปจะเสิร์ฟในเมนู “กุ้งทอดราดซอสมะขาม”



2. ซอสสามรส

- ส่วนผสม ได้แก่ กระเทียม พริก น้ำมะขามเปียก น้ำปลา น้ำตาลปีบ และน้ำเปล่า
- รสชาติ หวาน เปรี้ยว เค็ม
- มีลักษณะเหนียวข้น คล้ายคล้ายน้ำจิ้มไก่
- โดยทั่วไปจะเสิร์ฟในเมนู “ปลาทับทิมสามรส”



3. ซอสชอยการ์ลิก (garlic Soy sauce)

- ส่วนผสม ได้แก่ กระเทียม หอมใหญ่ โล้ทชอยซอส มิริน น้ำตาลทรายแดง ผงกระเทียม และน้ำเปล่า
- รสชาติหวาน เค็ม หอมกลิ่นกระเทียม
- โดยทั่วไปจะเสิร์ฟในเมนู “ไก่ทอดซอสชอยการ์ลิก” ซึ่งเป็นหนึ่งในซอสของร้านไก่ทอดชื่อดัง bonchon โดยจะคลุกเคล้ามากับไก่ทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- 4.ซอสเผ็ดสไตล์เกาหลี (spicy Korean sauce)
- ส่วนผสม ได้แก่ กระเทียม จิง หอมใหญ่ ซีอิ๊วขาว น้ำตาลทราย ซอสแม็กกี้ พริกโคชูจัง และพริกป่น
 - เป็นซอสที่มีส่วนผสมของโคชูจัง ซึ่งเป็นซอสพริกเกาหลี มีส่วนผสมคือ พริกสีแดงสด ถั่วเหลืองหมักเกลือ ซอสถั่วเหลืองและข้าวเหนียว
 - รสชาติเผ็ดเล็กน้อย
 - มีลักษณะคล้ายซอสมะเขือเทศ มีสีแดงเข้ม
 - โดยทั่วไปจะเสิร์ฟในเมนู “ไก่ทอดซอสเกาหลี” หรือเมนู “ปลาหมึกผัดซอสเกาหลี”



- 5.ซอสเทอริยากิ (Teriyaki sauce)
- ส่วนผสม ได้แก่ ซอสถั่วเหลือง สาเก (เหล้าญี่ปุ่น) มิริน จิง น้ำมันงา และน้ำตาลทรายแดง
 - มีรสชาติหวาน เค็ม หอมกลิ่นซีอิ๊วญี่ปุ่น
 - มีสีน้ำตาลเข้ม และมีลักษณะเหนียวข้น
 - โดยทั่วไปจะเสิร์ฟในเมนู “ไก่เทอริยากิ” และ “แซลมอนเทอริยากิ”

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบต่อซอสอื่นๆที่เหมาะสมสำหรับเคลือบเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว

ผลิตภัณฑ์ : ซอสสำหรับเคลือบเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว วันที่.....

ผู้ทดสอบ.....

1. ท่านเคยทดสอบชิมตัวอย่างเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว เคลือบซอสสไตล์จีนมาก่อนรวมทั้งมีความรู้ “หรือ” เคยรับประทานซอสทั้ง 5 ชนิด
☐ เคย ☐ ไม่เคย
2. กรุณาเรียงลำดับความชอบของซอส 5 ชนิด โดยเรียงลำดับความชอบ 5 ระดับ (1-5 ระดับ ไม่ซ้ำกัน) ตามที่ท่านรู้สึกกำหนดให้โดย 5 = ชอบมากที่สุด และ 1 = ชอบน้อยที่สุด ที่คิดว่าสามารถเข้ากับเมนูเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาวได้

ชนิดของซอส	ซอสมะขาม	ซอสสามรส	ซอสซอຍการ์ลิก	ซอสเผ็ดสไตล์เกาหลี	ซอสเทอริยากิ
ลำดับความชอบ					

ข้อเสนอแนะ

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ง 1.6 แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบร่วมกับวิธีการวัดความพอใจ (9 – Point Hedonic Scale และ Just about right (JAR))

แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบร่วมกับวิธีการวัดความพอใจ

ผลิตภัณฑ์ ซอสเผ็ดสไตล์เกาหลีสำหรับเฟรนช์ฟรายค์มะเขือยาว วันที่.....
ผู้ทดสอบ

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึก ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง (กรุณากรอกก่อนทำการทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง)

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

และขีดเครื่องหมาย / ให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์ในเรื่องความพอใจของ
ผลิตภัณฑ์

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ (คะแนน 1-9)	ระดับความพอใจ		
		น้อยไป	พอดี	มากไป
กลิ่นฉุน				
ความเค็มของซอส				
ความหวานของซอส				
ความเปรี้ยวของซอส				
ความเผ็ดของซอส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ง 1.7 แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบร่วมกับวิธีการวัดความพอใจ (9 – Point Hedonic Scale และ Just about right (JAR))

แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบร่วมกับวิธีการวัดความพอใจ

ผลิตภัณฑ์ ชอสชอยคาร์ลิกสำหรับเฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว วันที่.....

ผู้ทดสอบ

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึก ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง (กรุณากรอกล้างปากก่อนทำการทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง)

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

และขีดเครื่องหมาย / ให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์ในเรื่องความพอใจของผลิตภัณฑ์

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ (คะแนน 1-9)	ระดับความพอใจ		
		น้อยไป	พอดี	มากไป
กลิ่นกระเทียม				
ความเค็มของซอส				
ความหวานของซอส				
ความเปรี้ยวของซอส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ง 1.8 แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบร่วมกับวิธีการวัดความพอใจ (9 – Point Hedonic Scale และ Just about right (JAR))

แบบสอบถามด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ

ผลิตภัณฑ์ ซอสเกาหลีสไปซี่สำหรับเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว ผู้ทดสอบ

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึก ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง (กรุณากรอกล้างปากก่อนทำการทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง)

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

และขีดเครื่องหมาย / ให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์ในเรื่องความพอใจของผลิตภัณฑ์

รหัสตัวอย่าง

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ (คะแนน 1-9)		
	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง
กลิ่นรสเครื่องเทศ (จิง กระเทียม)			
ความเค็มของซอส			
ความหวานของซอส			
ความเปรี้ยวของซอส			
ความเผ็ดของซอส			
ความชอบโดยรวม			
การยอมรับ (✓ ยอมรับ) (X ไม่ยอมรับ)			

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ง 1.9 แบบสอบถามวิธีเรียงลำดับความชอบ (Ranking test)

แบบสอบถามด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ

ผลิตภัณฑ์ : ขอสำหรับเคลื่อนเฟรนซ์ฟรายด์มะเขือยาว

วันที่.....

ผู้ทดสอบ.....

คำชี้แจง : กรุณาชิมตัวอย่าง แล้วเรียงลำดับความชอบต่อซอส 3 ชนิด ที่ท่านคิดว่าสามารถเข้ากับ

เมนูเพื่อนซ์ฟรายด์มะเขือยาวได้มากที่สุด 3 ระดับ(ไม่ซ้ำกัน) ตามที่ท่านรู้สึกโดยกำหนดให้

3 = ชอบมากที่สุด 2 = ชอบปานกลาง และ 1 = ชอบน้อยที่สุด

ชนิดของซอส	ซอสสไตล์จีน (1)	ซอสซอຍการ์ลิก (2)	ซอสเผ็ดสไตล์เกาหลี (3)
ลำดับความชอบ			

ข้อเสนอแนะ

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ง 1.10 แบบสอบถามเพื่อวัดความแตกต่างด้วยวิธี Overall Difference from Control

แบบสอบถามวิธีเปรียบเทียบความแตกต่างโดยรวมกับตัวอย่างควบคุม

ผลิตภัณฑ์ : เฟรนด์ฟรายด์มะเขือยาว

ผู้ทดสอบ.....

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่าง โดยทดสอบตัวอย่าง C ก่อน แล้วจึงทดสอบตัวอย่างที่มีรหัส และประเมินความแตกต่างรวมของตัวอย่างดังกล่าวกับตัวอย่าง C โดยเขียนเครื่องหมาย ✓

หน้าข้อความที่ตรงกับความรู้สึก

รหัสตัวอย่าง.....	รหัสตัวอย่าง.....
..... 0 = ไม่แตกต่าง	 0 = ไม่แตกต่าง
..... 1 = แตกต่างเล็กน้อย	 1 = แตกต่างเล็กน้อย
..... 2 = แตกต่างปานกลาง	 2 = แตกต่างปานกลาง
..... 3 = แตกต่างมาก	 3 = แตกต่างมาก
..... 4 = แตกต่างมากที่สุด	 4 = แตกต่างมากที่สุด
การยอมรับผลิตภัณฑ์ (.....) ยอมรับ (.....) ไม่ยอมรับ	(.....) ยอมรับ (.....) ไม่ยอมรับ
ข้อเสนอแนะ	
.....	
.....	
ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ	

ง.1.11 รูปแบบการจัดเสิร์ฟแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล BIB (Balanced Incomplete Block Design)

ตารางภาคผนวก ง 1 รูปแบบการเสิร์ฟแบบ BIB (Balanced Incomplete Block Design)

t = 7, k = 4, r = 4, b = 7, λ = 1 BIB ประเภทที่ 5 และดูยูเต็นสแควร์

บล็อก	ตัวอย่างที่			
(1)	1	2	3	6
(2)	1	2	5	7
(3)	1	3	4	5
(4)	1	4	6	7
(5)	2	3	4	7
(6)	2	4	5	6
(7)	3	5	6	7

ที่มา : สุรพล, (2537)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง 2

วิธีวิเคราะห์แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ง 2.1 การวิเคราะห์ผลการจัดอันดับ (Ranking Test)

วิเคราะห์ผลโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Basker (จากตารางสถิติ ง 2.1) มีหลักการ คือ

1. ผลต่างของผลรวมอันดับค่ามากที่สุด กับค่าน้อยสุด คือ $174 - 129 = 45$
2. เปิดตารางสำเร็จรูปของ Basker โดยผู้ทดสอบ = 50 คน และจำนวนซอส(ตัวอย่าง) = 5 ชนิด
3. ผลต่างจากข้อ 1. คือ 45 เปรียบเทียบกับค่าจากตาราง ข้อ 2. คือ 43.1
4. ถ้าผลต่างมีค่ามากกว่าค่าจากตาราง แสดงว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกัน

ในการวิเคราะห์ผลโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Basker แ่ทราบว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ แต่ไม่ทราบว่าคู่ไหน ดังนั้นถ้าต้องการเปรียบเทียบหลายตัวอย่าง จะต้องใช้ค่า LSD สำหรับวิเคราะห์ค่า rank มาช่วยในการวิเคราะห์ผล

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

เมื่อ $t_{(\alpha/2, \text{infinity})}$ มีค่าเท่ากับ 1.96

b = จำนวนผู้ทดสอบ

t = จำนวนตัวอย่างหรือสิ่งทดลอง

ถ้าค่าผลต่างของผลรวมอันดับที่คำนวณได้ของคู่ใดๆเมื่อเปรียบเทียบแล้วมีค่ามากกว่าค่า LSD_{rank} แสดงว่าคู่นั้นมีความแตกต่างกัน

ตาราง ง 2.1 ค่าผลรวมของลำดับตามจำนวนผลิตภัณฑ์ และจำนวนผู้ประเมินทั้งหมด 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

ที่มา : คัดแปลงจาก Lawless และ Heyman (1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง 2.2 การวิเคราะห์ความพอดีด้วยวิธี Just about Right Scale (JAR) (เพ็ญขวัญ, 2556)

การทดสอบความพอดี โดยกำหนดเกณฑ์ร้อยละความพอดี ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 70 ไม่ต้องทำการวิเคราะห์ต่อ แสดงว่าคุณลักษณะด้านนั้นผ่านเกณฑ์ ไม่ต้องปรับ

ถ้าค่าความพอดีน้อยกว่าร้อยละ 70 แสดงว่าคุณลักษณะนั้นต้องปรับปรุง ให้วิเคราะห์โดยใช้ binomial test และเปรียบเทียบกับ not JAR (มากไปกับน้อยไป) เพื่อหาความแตกต่างของผู้ทดสอบที่ตอบว่าน้อยไป และมากไป โดยเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากตารางสถิติ (ตารางภาคผนวก ง 2.2) โดยมีวิธีการดังนี้

1. นับความถี่ของระดับความพอดี น้อยไปและมากไป
2. รวมความถี่ระดับน้อยไป และมากไป
3. หาค่าวิกฤต โดยเปิดตารางสถิติ (ตารางภาคผนวก ง 2.2) ที่จำนวนผู้ทดสอบเท่ากับ ผลรวมความถี่น้อยไป และมากไป
4. เปรียบเทียบค่าความถี่ของระดับน้อยไป กับค่าความถี่ของระดับมากไป หากค่าใดมากกว่าให้นำค่านั้นมาเป็นค่าสูงสุด (max) เพื่อเปรียบเทียบค่าวิกฤตจากตาราง
5. หากค่า max มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตจากตาราง แสดงว่าความถี่ของระดับน้อยไป และมากไปมีความแตกต่างกัน ต้องปรับปรุงคุณลักษณะนั้น โดยหากค่า max ที่นำมาเปรียบเทียบมาจากน้อยไป ให้ปรับความเข้มของคุณลักษณะนั้นเพิ่มขึ้น และหากค่า max มาจากมากไป ให้ปรับความเข้มคุณลักษณะนั้นลดลง

ตาราง 2.2 Minimum number of correct responses for different and preference tests using forced choice method

N	2-AFC (Two-sided)			2-AFC and Duo-Trio (One-sided)			N	2-AFC (Two-sided)			2-AFC and Duo-Trio (One-sided)		
	$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$		$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$
10	10	9	9	10	9	8	60	41	39	37	40	37	36
11	11	10	9	10	9	9	61	41	39	38	41	38	37
12	11	10	10	11	10	9	62	42	40	38	41	38	37
13	12	11	10	12	10	10	63	43	40	39	42	39	38
14	13	12	11	12	11	10	64	43	41	40	42	40	38
15	13	12	12	13	12	11	65	44	41	40	43	40	39
16	14	13	12	14	12	12	66	44	42	41	43	41	39
17	15	13	13	14	13	12	67	45	42	41	44	41	40
18	15	14	13	15	13	13	68	46	43	42	45	42	40
19	16	15	14	15	14	13	69	46	44	42	45	42	41
20	17	15	15	16	15	14	70	47	44	43	46	43	41
21	17	16	15	17	15	14	71	47	45	43	46	43	42
22	18	17	16	17	16	15	72	48	45	44	47	44	42
23	19	17	16	18	16	16	73	48	46	45	47	45	43
24	19	18	17	19	17	16	74	49	46	45	48	45	44
25	20	18	18	19	18	17	75	50	47	46	49	46	44
26	20	19	18	20	18	17	76	50	48	46	49	46	45
27	21	20	19	20	19	18	77	51	48	47	50	47	45
28	22	20	19	21	19	18	78	51	49	47	50	47	46
29	22	21	20	22	20	19	79	52	49	48	51	48	46
30	23	21	20	22	20	20	80	52	50	48	51	48	47
31	24	22	21	23	21	20	81	53	50	49	52	49	47
32	24	23	22	24	22	21	82	54	51	49	52	49	48
33	25	23	22	24	22	21	83	54	51	50	53	50	48
34	25	24	23	25	23	22	84	55	52	51	54	51	49
35	26	24	23	25	23	22	85	55	53	51	54	51	49
36	27	25	24	26	24	23	86	56	53	52	55	52	50
37	27	25	24	27	24	23	87	56	54	52	55	52	50
38	28	26	25	27	25	24	88	57	54	53	56	53	51
39	28	27	26	28	26	24	89	58	55	53	56	53	52
40	29	27	26	28	26	25	90	58	55	54	57	54	52
41	30	28	27	29	27	26	91	59	56	54	58	54	53
42	30	28	27	29	27	26	92	59	56	55	58	55	53
43	31	29	28	30	28	27	93	60	57	55	59	55	54
44	31	29	28	31	28	27	94	60	57	56	59	56	54
45	32	30	29	31	29	28	95	61	58	57	60	57	55
46	33	31	30	32	30	28	96	62	59	57	60	57	55
47	33	31	30	32	30	29	97	62	59	58	61	58	56
48	34	32	31	33	31	29	98	63	60	58	61	58	56
49	34	32	31	34	31	30	99	63	60	59	62	59	57
50	35	33	32	34	32	31	100	64	61	59	63	59	57
51	36	33	32	35	32	31	101	64	61	60	63	60	58
52	36	34	33	35	33	32	102	65	62	60	64	60	58
53	37	35	33	36	33	32	103	66	62	61	64	61	59
54	37	35	34	36	34	33	104	66	63	61	65	61	60
55	38	36	35	37	35	33	105	67	64	62	65	62	60
56	39	36	35	38	35	34	106	67	64	62	66	62	61
57	39	37	36	38	36	34	107	68	65	63	66	63	61
58	40	37	36	39	36	35	108	68	65	64	67	64	62
59	40	38	37	39	37	35	109	69	66	64	68	64	62
							110	69	66	65	68	65	63

ที่มา : ดัดแปลงจาก Bi (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง 2.3 การวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบความแตกต่างโดยรวมกับตัวอย่างควบคุมด้วยวิธี Overall
Difference from Control (ชมพูนุช, 2558)

โดยใช้ค่า t-test กรณีที่ตัวอย่างมี 2 ตัวอย่าง (unknown กับ control) ดังนี้

1. เช็กระดับคะแนนความแตกต่างของแต่ละตัวอย่าง เมื่อเทียบกับ control แล้วคำนวณค่า
คะแนนเฉลี่ยความต่าง หรือ : $\bar{u}$ (คะแนนรวม/จำนวนผู้ทดสอบ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : SD
ของแต่ละตัวอย่าง

2. คำนวณค่า t จากสมการ

$$t = \frac{\bar{u}_1 - \bar{u}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

เมื่อ $\bar{u}$ = คะแนนเฉลี่ย (คำนวณได้จาก คะแนนรวม/จำนวนผู้ทดสอบ)

S = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N = จำนวนผู้ทดสอบ

3. ถ้า t คำนวณได้มากกว่า t ตาราง (ตารางภาคผนวก ง 2.3) (เมื่อ $\alpha = 0.05$, $df = n-1$,
two tailed) สรุปได้ว่า ตัวอย่าง unknown แตกต่างกับตัวอย่างควบคุม

ตาราง ง 2.3 ค่า t ที่ความเชื่อมั่นระดับต่างๆ

df	0.10	0.05	One-Tailed Test (α)		0.005	0.0005
	0.20	0.1	Two-Tailed Test (α)		0.01	0.001
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.941
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.859
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.405
8	1.3977	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	1.330	1.734	2.100	2.552	2.878	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.373
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.291

ที่มา : ดัดแปลงจาก Resurreccion (1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ภาพกระบวนการเตรียมเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว และการ เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา

จ 1.1 ภาพกระบวนการเตรียมมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปทรง



1. หั่นใต้ก้านเฉียง 1 ซม. จากนั้นปอกเปลือก
และล้างให้สะอาด



2. หั่นตามขวางยาว 6.5 ซม.



3. สไลด์เป็นแผ่น ความหนาประมาณ 1 ซม.



4. หั่นเป็นแท่งขนาดประมาณ 1×1×6.5 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ 1.2 ภาพกระบวนการเตรียมเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว



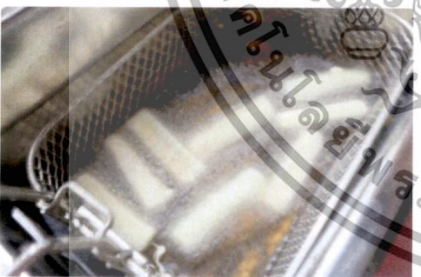
1. ผสมแป้งกับน้ำ คนให้เข้ากัน เป็นเวลา 1 นาที



2. ชุบมะเขือยาวที่หั่นเตรียมไว้ลงในแป้งชุบทอด



3. ตั้งอุณหภูมิของน้ำมันที่ 180 ± 0.5 องศาเซลเซียส
ก่อนใส่ชิ้นมะเขือ



4. ทอดเป็นเวลา 4 นาที



5. เฟรนช์ฟรายมะเขือยาวที่ทอดเสร็จแล้ว จะมีสี
เหลืองทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ 1.3 ภาพเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาวที่เคลือบซอสสไตน์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ 1.4 ภาพการเปลี่ยนแปลงของมะเขียาวสดตัดแต่งรูปแท่ง ที่ผ่านการจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน



การเก็บรักษา วันที่ 0



การเก็บรักษา วันที่ 1



การเก็บรักษา วันที่ 2



การเก็บรักษา วันที่ 3



การเก็บรักษา วันที่ 4



การเก็บรักษา วันที่ 5



การเก็บรักษา วันที่ 6



การเก็บรักษา วันที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ผลการทดลอง

ภาคผนวก จ 1
ตาราง จ 1 ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) ของมะเขือยาวสดตัดแต่งรูปแห้ง ที่จุ่มในสารละลายยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่แตกต่างกัน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

สารละลายยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล	ระยะเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)						
	2	4	6	8	10	12	24
Control	33.7±3.72	35.23±4.74	36.68±3.06	37.98±4.53	38.99±4.91	39.57±3.62	41.00±4.32
0.05% Sodium metabisulfite	27.43±3.86	28.01±3.33	29.70±2.31	31.82±1.07	32.66±5.06	34.01±4.76	36.28±4.16
0.1% Sodium metabisulfite	27.06±2.17	27.89±2.40	28.34±3.57	29.71±6.29	30.65±3.80	31.36±7.00	34.23±6.60
0.15% Sodium metabisulfite	26.38±2.65	27.79±4.48	28.01±3.37	28.47±2.38	29.9±1.93	31.3±2.57	32.5±4.80
0.5% Citric acid	30.47±1.51	31.53±5.07	32.56±2.97	33.72±2.27	36.94±7.22	38.53±6.31	40.48±2.35
1.0% Citric acid	30.31±2.51	31.46±5.06	32.64±1.94	33.16±2.77	34.24±2.60	36.6±4.94	37.07±2.88
1.5% Citric acid	28.51±5.2	29.26±3.00	30.59±3.99	32.53±3.99	34.89±2.36	35.63±2.96	36.89±1.87
0.05% Sodium ascorbate	28.32±1.71	29.69±2.29	30.97±2.84	32.15±4.01	33.24±4.35	35.47±5.58	36.42±3.66
0.01% Sodium ascorbate	27.97±3.77	28.54±2.86	29.66±3.95	30.22±2.16	31.94±3.28	33.10±2.51	35.69±1.77
0.15% Sodium ascorbate	26.70±2.14	27.07±3.44	28.65±2.79	29.30±3.00	30.14±3.93	31.20±1.01	33.14±4.98

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวมยุรา เกียรติสุระยานนท์
วัน เดือน ปีเกิด	8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2534
ที่อยู่	52 ซ.พัฒนาการ 2 ถ.พัฒนาการ แขวง/เขต สวนหลวง จ.กรุงเทพมหานคร 10250

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2556 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา
อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557 ศึกษาต่อปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการและ
บริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การนำเสนอผลงานวิจัย

พ.ศ. 2559 การพัฒนาแป้งรูปทอสำหรับการเตรียมเมนูเฟรนช์ฟรายด์มะเขือยาว
และการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมะเขือยาวสดตัดแต่ง
การประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14 หัวข้อ “เกษตรและ
สุขภาพ (Agriculture and Health)” ระหว่างวันที่ 1-2 พฤศจิกายน 2559
ณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย
นเรศวร จังหวัดพิษณุโลก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

148012