การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดของไทย (พริกป่นที่มีน้ำมัน)

โดย

สุพิชญา สุรเสรีวงษ์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
วิทยาลัยนวัตกรรมเกษตร และเทคโนโลยีอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2563

DEVELOPMENT OF THAI FRIED CHILI SEASONING

(GROUND CHILI WITH OIL)

BY

SUPITCHAYA SURASEREEWONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR

THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN BIOTECHNOLOGY

COLLEGE OF AGRICULTURAL INNOVATION AND FOOD

GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2020

วิทยานิพนธ์เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดของไทย (พริกป่นที่มีน้ำมัน)

โดย

สุพิชญา สุรเสรีวงษ์

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2563

ศ.ดร. วรรณา ตุลยธัญ
ประธานกรรมการสอบ

ผศ.ดร. วราพร ลักษณลม้าย
กรรมการ

ดร. ขวัญหทัย แช่ทอง
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ. ร.ต. หญิง ดร. วรรณี ศุขสาตร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
20 สิงหาคม 2563

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Thesis entitled

DEVELOPMENT OF THAI FRIED CHILI SEASONING

(GROUND CHILI WITH OIL)

by

SUPITCHAYA SURASEREEWONG

was submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Master of Science in Biotechnology

Rangsit University
Academic Year 2020

---------- ----------

Prof. Vanna Tulyathan, Ph.D.
Examination Committee Chairperson

Asst. Prof. Varaporn Laksanalamai, Ph.D.
Member

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Kwanhathai Chaethong, Ph.D.
Member and Advisor

Approved by Graduate School

(Asst.Prof.Plt.Off. Vannee Sooksatra, D.Eng.)
Dean of Graduate School
August 20, 2020

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดของไทย (พริกป่นที่มีน้ำมัน) ผู้ทำวิจัยได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยรังสิต และขอขอบคุณวิทยาลัยนวัตกรรมเกษตร และเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต ที่สนับสนุนทุนการศึกษา “ต้นกล้าไบโอเทค”

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ขวัญหทัย แช่ทอง อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษาแนะนำข้อมูลต่างๆ วิธีการวิจัย รวมไปถึงการเขียนวิทยานิพนธ์และบทความวิจัย ในการไปนำเสนอผลงานวิจัย ติดตามตรวจสอบความก้าวหน้าในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนตรวจทานแก้ไขบทความและวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ Professor Toshiki Enomoto, Department of Food Science at Ishikawa Prefectural University ที่ได้สนับสนุนสถานที่การทำงานวิจัย และ Professor Kanako Miyahara และ เพื่อนที่ห้องปฏิบัติการที่ญี่ปุ่น ให้คำแนะนำวิธีการใช้อุปกรณ์ในการทำวิจัย ให้คำปรึกษาตลอดจนการดูแลให้คำแนะนำทั้งในการใช้ชีวิตรวมถึงสอนวัฒนธรรมที่ญี่ปุ่น

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัว ร่วมถึงเพื่อนๆทุกคนตลอดจนบุคคลต่างๆอีกมาก ที่ผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามได้หมดในที่นี่ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีให้เสมอมา ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สุพิชญา สุรเสรีวงษ์

ผู้วิจัย

5808363 : สุพิชญา สุรเสรีวงษ์
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดของไทย (พริกป่นที่มีน้ำมัน)
หลักสูตร : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ขวัญหทัย แช่ทอง

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริก โดยใช้โมเดลเครื่องปรุงรสพริกผัด เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและตรงตามความต้องการของผู้บริโภค โดยสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภค ทัศนคติ และความต้องการที่มีต่อผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริกจากแบบสอบถาม จำนวน 150 คน พบว่า 5 อันดับปัจจัยที่มีผลต่อผู้บริโภคในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริกสูงสุด คือ ความสะอาดและความปลอดภัย มีเครื่องหมายรับรองคุณภาพ รสชาติดี และอายุการเก็บ ในการศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด โดยศึกษาปริมาณน้ำมันที่เหมาะสมในสูตร 4 ระดับ (อัตราส่วนของแห้ง:น้ำมัน เท่ากับ 2:1 1:1 1:1.5 และ 1:2) พบว่าอัตราส่วน 2:1 ได้รับการยอมรับมากที่สุด และผลการศึกษาอุณหภูมิการคั่ว (X_1, 80-120°C) และเวลา (X_2, 10-30 นาที) ที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมที่สุด คือ อยู่ในช่วง 86-95 °C และ 21-25 นาที ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตโดยใช้สภาวะที่เหมาะสม มีปริมาณความชื้น 5.11% / a_w 0.329/ ค่าสีเท่ากับ L^* 21.46, a^* 15.35, b^* 7.11/ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 CFU/g มีปริมาณยีสต์และราไม่เกิน 100 CFU/g และปริมาณสารอะฟลาทอกซิน 0.36 µg/kg ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน สารให้กลิ่นรสที่สำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มอัลดีไฮน์และคีโตน และสารประกอบซัลเฟอร์ ซึ่งมีอยู่ในวัตถุดิบหลักที่ใช้และสารประกอบที่ถูกสร้างขึ้นจากกระบวนการคั่ว ผลิตภัณฑ์มีการยอมรับ และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค 96 และ 86% ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ผลิตได้มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างเก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30, 40°C โดยระยะเวลาในการเก็บที่นานและอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า ปริมาณกรดไทโอบาร์บิวทูริก (TBARS) เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ที่มีค่าคะแนนและเปอร์เซ็นต์การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ลดลง ผลงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริกที่มีคุณภาพและมีคุณลักษณะตรงตามที่ผู้บริโภคต้องการได้

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 126 หน้า)

คำสำคัญ: การพัฒนาผลิตภัณฑ์, เครื่องปรุงรสพริกผัด, การสำรวจผู้บริโภค, สารให้กลิ่นรส

ลายมือชื่อนักศึกษา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

5808363 : Supitchaya Surasereewong

Thesis Title : Development of Thai fried chili seasoning (Ground Chili with Oil)

Program : Master of Science in Biotechnology

Thesis Advisor : Kwanhathai Chaethong, Ph.D.

Abstract

The research and development of chili products was conducted by using Thai fried chili seasoning model to obtain high quality products accepted by the consumers. The consumer awareness and expectation to the quality and safety of chili products were also studied by questionnaires (*N*=150). The results revealed that top five factors of buying decision were clean, safe, standard certification, taste and shelf life. To optimize the formula and process of Thai fried chili seasoning, the different 4 levels of oil content (a ratio of dried ingredients and oil of 2:1, 1:1, 1:1.5 and 1:2) were investigated. The hedonic score showed that the optimum ratio of ingredients to oil was 2:1. Then, the optimal of roasting temperature (X_1, 80-120°C) and time (X_2, 10-30 min) in fried chili seasoning were also studied. The result revealed that the optimum roasting temperature and time were 86-95°C and 21-25 min. The quality values of product were 5.11% moisture content, 0.329 a_w, L^*=21.46, a^*=15.35, b^*=7.11 of color, total microbial content less than 1×10^4 CFU/g, yeasts and molds less than 100 CFU/g, and 0.36 µg/kg of aflatoxin content meeting to standards. The key aroma compound in fried chili seasoning mainly in the group of aldehydes and ketones, and sulfur-containing compounds, contained in the main ingredients and some compounds generated from roasting processes. The consumer acceptance test indicated that there was 96% and 86% of acceptance and purchasing decision, respectively. Moreover, the stored fried chili seasoning product showed changes in quality kept at 5, 20, 30 and 40°C. The sample stored longer at high temperatures cause in higher thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) values and affected consumers' acceptance by lower scores and % acceptance of the products. The results of the present study could be used to design and control the process of Thai chili oil seasoning production in food industry.

(Total 126 pages)

Keywords: Product Development, Chili Seasoning, Consumer Survey, Flavor

Student's Signature …..... Thesis Advisor's Signature .....

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย		**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		**ค**
สารบัญ		**ง**
สารบัญตาราง		**ช**
สารบัญรูป		**ฌ**
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
	1.3 สมมติฐานการวิจัย	2
	1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2	**ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**	**4**
	2.1 เครื่องปรุงรส	4
	2.2 พริกผัด	5
	2.3 ส่วนประกอบที่สำคัญในพริกผัด	5
	2.4. กรรมวิธีการผลิตน้ำพริกผัด	11
	2.5 การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกผัด	11
	2.6 คุณภาพ/ มาตรฐาน/ ข้อกำหนด	15
	2.7 การวิเคราะห์คุณภาพ	16
	2.8 สารสำคัญที่ทำหน้าที่ให้กลิ่นรสในพริกและผลิตภัณฑ์น้ำพริก	29
	2.9 การวิเคราะห์สารให้กลิ่นรสในพริกและผลิตภัณฑ์	33
	2.10 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างเก็บ	44

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 3	**ระเบียบวิธีการวิจัย**	**46**
	3.1 วัตถุดิบ	46
	3.2 เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมี	46
	3.3 วิธีการทดลอง	47
	3.4 แผนการดำเนินการ	50
บทที่ 4	**ผลการวิจัย**	**51**
	4.1 ผลการศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติ และความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อพริกผัด	51
	4.2 ผลการเตรียมวัตถุดิบและศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบ	56
	4.3 ผลการพัฒนาสูตรและกรรมวิธีที่เหมาะสมของการผลิตพริกผัด	58
	4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพและสารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์พริกผัด	69
	4.5 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์พริกผัดในระหว่างเก็บ	81
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**93**
	5.1 สรุปผลการวิจัย	93
	5.2 ข้อเสนอแนะ	94
	แผนภาพสรุป การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดของไทย (พริกป่นที่มีน้ำมัน)	94
บรรณานุกรม		**96**

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
ภาคผนวก		**105**
ภาคผนวก ก	วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ	106
ภาคผนวก ข	วิธีวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์	109
ภาคผนวก ค	วิธีวิเคราะห์ทางเคมี	112
ภาคผนวก ง	แบบสอบถาม	119
ประวัติผู้วิจัย		**126**

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การนำเข้าและส่งออกของพริกตระกูล Capsicum และเครื่องปรุงรส ปี พ.ศ. 2557 – 2559 (มูลค่า : ล้านบาท)	11
2.2	สารประกอบระเหยได้ที่พบในพริก	30
3.1	ระยะเวลาดำเนินการ	50
4.1	The importance of factors affecting the buying decision of dried chili, chili powder and products (*N*=150)	54
4.2	Consumers' awareness of dried chili, chili powder and products (*N*=150).	55
4.3	สมบัติทางเคมีกายภาพของส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตพริกผัด	57
4.4	สมบัติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่มีปริมาณน้ำมันต่างกัน	59
4.5	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่มีปริมาณน้ำมันต่างกัน	60
4.6	การออกแบบการทดลองแบบ CCD ในการศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาการคั่วเครื่องปรุงรสพริกผัด	61
4.7	สมบัติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่อุณหภูมิและเวลาการคั่วแตกต่างกัน	63
4.8	คะแนนคุณลักษณะต่างๆ ทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่อุณหภูมิและเวลาการคั่วแตกต่างกัน	64
4.9	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการคั่ว ที่มีต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ และคะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเครื่องปรุงรสพริกผัด	65
4.10	ค่าที่ได้จากการทดลองทำ Validation สภาวะที่เหมาะสมในการคั่วเครื่องปรุงรสพริกผัด	69

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.11	ค่าคุณภาพด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด (Day0)	71
4.12	สารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ได้จากการคั่วที่อุณหภูมิ 90°C 22 นาที	73
4.13	สารให้กลิ่นรสที่สำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ได้จากการคั่วที่อุณหภูมิ 90ºC 22 นาที (Peak Area ≥3.0%)	76
4.14	ค่าคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด (*N*=-100)	80
4.15	% ของระดับความพอดีโดยวิธีการทดสอบการยอมรับ Just About Right scale (JAR) ของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด (*N*=-100)	80
4.16	ค่าคะแนนการยอมรับ 9-point hedonic scale ต่อผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดภายหลังเก็บนาน 12 สัปดาห์ (*N*=-100)	91

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1	กรรมวิธีผลิตพริกผัด	11
2.2	การเกิด Autoxidation ของ Lipid	22
2.3	ประเภทและส่วนประกอบของ Solid-Phase Microextraction (SPME)	37
2.4	ขั้นตอนการสกัดด้วย Solid-Phase Microextraction (SPME)	38
2.5	ขั้นตอนการปล่อยสารระเหยเข้าสู่เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี	38
4.1	กราฟวงกลมแสดง เพศ, อายุ, อาชีพ, ระดับการศึกษา และเงินเดือนจากกลุ่มตัวอย่าง	52
4.2	กราฟวงกลมแสดงข้อมูลการบริโภคผลิตภัณฑ์พริกกลุ่มตัวอย่าง(N=150).	53
4.3	พริกแห้ง หอมแดงเจียว และกระเทียมเจียวที่เตรียมได้	57
4.4	ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่มีปริมาณน้ำมันต่างกัน (อัตราส่วนส่วนประกอบแห้ง : ปริมาณน้ำมัน)	58
4.5	ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่อุณหภูมิการคั่ว และ เวลาแตกต่างกัน	62
4.6	พื้นที่ผิวตอบสนองจากผลของเวลาและอุณหภูมิในการคั่วเครื่องปรุงรสพริกผัด ต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ	66
4.7	พื้นที่ผิวตอบสนองจากผลของเวลาและอุณหภูมิในการคั่วเครื่องปรุงรสพริกผัดต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏในด้าน สี กลิ่น และ ความชอบโดยรวม	67
4.8	A superimposed contour plot ของคะแนนการยอมรับจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยพื้นที่แรเงาแสดงสภาวะที่เหมาะสมในการคั่วเครื่องปรุงรสพริกผัด (86-95°C และ 21-25 นาที)	68
4.9	SPME Chromatogram ของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ได้จากการคั่วที่อุณหภูมิ 90°C 22 นาที	72
4.10	การเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C ; บรรจุในถุงพลาสติกใส (PP), บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL)	81

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.11 แสดงผลของบรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C 82

4.12 การเปลี่ยนแปลงค่า Water activity ของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C ;บรรจุในถุงพลาสติกใส (PP),บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL) 83

4.13 แสดงผลของบรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงค่า Water activity ของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C 83

4.14 เปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีภายหลังเก็บนาน 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C 85

4.15 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C ที่บรรจุในถุงพลาสติกใส (PP) 86

4.16 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL) 87

4.17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไทโอบาร์บิวทูริก (TBARS) ของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C ;บรรจุในถุงพลาสติกใส (PP),บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL) 88

4.18 แสดงผลของบรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไทโอบาร์บิวทูริก (TBARS) ของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C 89

4.19 เปรียบเทียบ %การยอมรับผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดภายหลังเก็บนาน 12 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C ระหว่างบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติกใส (PP) และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL) 92

5.1 กระบวนการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด 95

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

“พริก” มีความสำคัญต่อวิถีชีวิตคนไทยทั้งเป็นเครื่องปรุงรสที่สำคัญในอาหาร และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่า เช่น น้ำพริก ซอสพริก และเครื่องแกงสำเร็จรูป เป็นต้น ตลอดจนเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้มูลค่านับพันล้านบาทต่อปี จากสถิติการส่งออกและการนำเข้าของกรมศุลกากรปี 2559 พบว่า ประเทศไทยถือเป็นประเทศที่มีการส่งออกเครื่องปรุง สูงถึง 19,765 ล้านบาท อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณามูลค่าการส่งออกพริกแห้งมีเพียง 268 ล้านบาท ขณะที่มีมูลค่าการนำเข้าสูงถึง 4,111 ล้านบาท และเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2558 เป็นเท่าตัว (กระทรวงพาณิชย์, 2559) ปริมาณการนำเข้าพริกแห้งที่สูง เนื่องมาจากกลไกราคา และการผลิตพริกแห้งของไทยมีแนวโน้มลดลง และยังไม่ได้มาตรฐาน มีการปนเปื้อน จึงทำให้ผู้บริโภคเกิดความกังวลในการซื้อและบริโภคในด้านความสะอาด ความปลอดภัยเกี่ยวกับเชื้อรา สารพิษอะฟลาทอกซิน รวมถึงสี และกลิ่นรสของพริกแห้งและพริกป่น

พริกผัด หรือพริกป่นที่มีน้ำมัน เป็นเครื่องปรุงรสที่ทำจากพริกป่นที่บริโภคกันมายาวนาน นิยมนำมาปรุงก๋วยเตี๋ยว ข้าวซอย กวยจั๊บ กระเพาะปลา หรืออาหารต่าง ๆ ได้แทบทุกชนิดที่ต้องการรสเผ็ด นอกจากจะให้ความเผ็ดแล้วยังมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากเครื่องปรุงพริกป่นโดยทั่วไป คือทำให้อาหารที่ปรุงมีกลิ่นหอม และมีสีสันที่น่ารับประทานมากขึ้น จึงถือได้ว่าเป็นพริกอเนกประสงค์ วัตถุดิบหลักที่ใช้ คือ พริกแห้ง นำไปบดเป็นพริกป่นแล้วผัดในน้ำมันให้มีกลิ่นหอม แล้วปรุงรสด้วยเกลือ หรือส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ หอมเจียว กระเทียมเจียว น้ำปลา เกลือ กะปิ น้ำตาล เป็นต้น

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริก โดยใช้โมเดลเครื่องปรุงรสพริกผัด เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด สะดวกต่อการใช้ และเข้าถึงกลุ่มผู้บริโภคได้มากขึ้น รวมไปถึงพัฒนากรรมวิธีการผลิตให้มีมาตรฐานทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพและคุณลักษณะ ปลอดภัยจากสารพิษ เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค รวมถึงเพิ่มมูลค่าของ

ผลิตภัณฑ์พริกผัด และอาจใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพทั้งในระดับชุมชน เกษตรกรและผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้อง

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.2.2 เพื่อพัฒนากรรมวิธีการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัดที่เหมาะสมได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ปลอดภัย และมีคุณลักษณะตรงตามที่ผู้บริโภคต้องการ

1.2.3 เพื่อศึกษาสารให้กลิ่นรสที่สำคัญในเครื่องปรุงรสพริกผัดจากสูตรและกรรมวิธีที่เหมาะสม

1.2.4 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างเก็บของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด

1.3 สมมติฐานการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development) สามารถพัฒนา ปรับปรุงผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคได้ และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและความปลอดภัยในการบริโภคมากยิ่งขึ้น

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติ และความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริก เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริกที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของผู้บริโภค โดยในงานวิจัยนี้ใช้โมเดลเครื่องปรุงรสพริกผัด ในการศึกษา เริ่มจากหาข้อมูลความต้องการของผู้บริโภคจากการทำ Consumer Survey และศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริกที่ผู้บริโภคต้องการ ในการวิจัยได้กำหนดพันธุ์พริกที่นำมาศึกษา และเตรียมเป็นพริกแห้งเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริก โดยใช้โมเดลเครื่องปรุงรสพริกผัด และศึกษาสารให้กลิ่นรสที่สำคัญในพริกผัดจากสูตรและกรรมวิธีที่เหมาะสม โดยมีการวัดค่าคุณภาพด้านต่าง ๆ ทั้งสมบัติทางเคมี กายภาพ และการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ และศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องปรุงรสพริกผัด เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรส

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

พริกผัด โดยมีเป้าหมายในการวิจัยและพัฒนาให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และสามารถนำผลสำเร็จของงานวิจัยไปถ่ายทอดเพื่อให้เป็นนวัตกรรมเชิงพาณิชย์ได้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องปรุงรส

เครื่องปรุงรส (Seasoning) หมายถึง สิ่งที่ใช้ปรุงแต่งรสของอาหาร เป็นทั้งของแข็งหรือของเหลว ใช้ในปริมาณไม่มากนักเพื่อให้อาหาร มีกลิ่นรสดีขึ้น (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2556ค) เช่น น้ำปลา กะปิ ซอสถั่วเหลือง (Soy Sauce) ถั่วเน่า เต้าเจี้ยว เต้าเจี้ยวญี่ปุ่น (Miso) เกลือ น้ำตาล (Sugar) น้ำส้มสายชู (Vinegar) เครื่องเทศ (Spice) พริกป่น พริกดองน้ำส้ม ซอสพริก ซอสมะเขือเทศ มัสตาร์ด (Mustard) เครื่องปรุงรสอาหารไทย มีการปรุงที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ แตกต่างกันไปตามท้องถิ่นและประเภทอาหาร โดยรสชาติที่เฉพาะนั้นจะมาจากการใช้เครื่องปรุงที่ต่างกันออกไป โดยแบ่งไปตามรสชาติ ได้แก่

2.1.1 รสเค็ม ได้จากน้ำปลา เกลือ ซีอิ๊วขาว ซอสที่ทำจากถั่วเหลือง น้ำมันหอย กะปิ ปลาร้า น้ำบูดู

2.1.2 รสหวาน ได้จากน้ำตาลทราย น้ำตาลงบ น้ำตาลทรายแดง โดยเฉพาะน้ำตาลโตนดและ น้ำตาลมะพร้าว จะให้กลิ่นรสหอมหวาน

2.1.3 รสเปรี้ยว ได้จากมะนาว น้ำส้มสายชู มะขามเปียก มะกรูด มะม่วง สับปะรด กระเจี๊ยบ ตะลิงปลิง มะเขือเทศ เป็นต้น

2.1.4 รสเผ็ด ได้จากพริกขี้หนู พริกชี้ฟ้าสด พริกไทย ขิงและข่า

2.1.5 รสมัน จากกะทิ ทั้งอาหารคาวและอาหารหวานหลายอย่างมีกะทิเป็นส่วนประกอบสำคัญ นอกนั้นได้จากน้ำมันพืชน้ำมันหมู หรือเนยบ้างเล็กน้อย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.1.6 รสขม ได้จากมะระ สะเดา ขี้เหล็ก บอระเพ็ด บางอย่างมีรสขมน้อย บางอย่างมีรสขมมาก รสฝาด ได้จากมะขามเทศฝาด (สุวัฒนา เลียบวัน, 2544)

สำหรับอาหารไทยนั้นขึ้นชื่อในด้านของความจัดจ้าน หรือรสเผ็ด ซึ่งมาจากพริกนานาชนิดที่นิยมนำมาปรุง ทั้งในรูปแบบพริกสด และพริกแห้ง รวมไปถึงพริกที่ถูกปรุงแต่ง แต่ยังคงเด่นในรสเผ็ด และทำให้อาหารมีสีและกลิ่นที่ชวนน่ารับประทานจัดจ้านมากขึ้น นั่นก็คือพริกผัด

2.2 พริกผัด

พริกผัด หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ให้รสเผ็ด ใช้ในการปรุงรส ทำจากพริกป่น นำไปผัดให้มีกลิ่นหอม แล้วนำมาปรุงรสด้วยเกลือ หรืออาจจะผสมหอมเจียว กระเทียมเจียว แล้วปรุงแต่งรสด้วยเครื่องปรุงแต่งรส เช่น น้ำปลา เกลือ กะปิ น้ำตาล แล้วผสมให้เข้ากัน นิยมนำไปปรุงรสก๋วยเตี๋ยว ข้าวซอย กวยจั๊บ กระเพาะปลา หรืออาหารอื่น ๆ ที่ต้องการให้มีรสเผ็ด (Schnuggy, 2012).

2.3 ส่วนประกอบที่สำคัญในพริกผัด

2.3.1 พริกแห้ง

พริกแห้ง มาจากพริกที่มีผลสุกหรือแก่จัด นำมาผ่านกระบวนการทำแห้ง อาจมีก้านหรือไม่มีก้านติดอยู่ก็ได้ สำหรับจำหน่ายปลีกหรือบรรจุปริมาณมากเพื่อขายส่ง ใช้ในการปรุงรสเป็นส่วนประกอบอาหารเพื่อการบริโภค รวมถึงพริกแห้งที่จำหน่ายเพื่อนำไปแบ่งบรรจุ หรือใช้ในการแปรรูป อาจนำไปคั่วแล้วบด ที่เรียกว่าพริกป่น ซึ่งเหมาะแก่การนำไปทำเป็นพริกผัด ส่วนใหญ่ พริกแห้ง (Whole Dried Chili Peppers) ผลิตจากพืชสกุลพริก (*Capsicum* sp.) อยู่ในวงศ์ Solanaceae ได้แก่

2.3.1.1 พริกขี้หนู ได้แก่

(1) พริกขี้หนูผลเล็ก (*Capsicum frutescens* Linn.) เช่น พริกกระเหรี่ยง และพริกขี้หนูสวน

(2) พริกขี้หนูผลใหญ่ (*Capsicum annuum* Linn.) เช่น พริกจินดา พริกหัวเรือ พริกห้วยสีทนและ พริกยอดสน

2.3.1.2 พริกใหญ่ (*Capsicum annuum* Linn.) เช่น พริกบางช้าง พริกหยวก และพริกมัน (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

2.3.2 หอมแดง

หอมแดง (*Allium ascalonicum*) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญ ของประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หัวหอม มีรสฉุน ช่วยขับลม แก้ท้องอืด ช่วยย่อยและเจริญอาหาร แก้บวมน้ำ แก้อาการอักเสบต่างๆ ขับพยาธิ ช่วยให้ร่างกายอบอุ่น หอมแดงมีสารเคอร์ซิติน และสารฟลาโวนอยด์ (Quercetin และ Flavonoid Glycosides) มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถลดระดับคอเลสเตอรอล ช่วยให้การไหลเวียนของเลือดดีขึ้น ลดไขมันในเส้นเลือดที่เป็นสาเหตุของโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจ อาจป้องกันโรคมะเร็งได้ ใช้ลดไข้และรักษาแผลได้ นอกจากนั้น หอมแดง ยังช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด และยับยั้งเส้นเลือดอุดตันด้วยการบริโภคสดประกอบอาหาร หรือบริโภคชนิดผง สารต่างๆ ดังกล่าวในหอมแดงยังมีคุณสมบัติต้านหรือยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์และแบคทีเรีย ในหอมแดงยังมีธาตุฟอสฟอรัสปริมาณสูงช่วยให้มีความจำ การรับประทานหอมไม่มีอันตรายหรือผลข้างเคียง แต่เป็นผลดีกับร่างกายมากกว่าเพราะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงมาก อุดมด้วยวิตามินเอ วิตามินบี วิตามินซี และวิตามินอี ในหอมแดง 100 กรัม มีโปรตีน 2.1 กรัม คาร์โบไฮเดรต 11 กรัม ไขมัน 0.2 กรัม น้ำตาลหลายๆ ชนิดรวม 10.6 กรัม และมีพลังงานเพียง 50-60 แคลอรี่ (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2539)

คนไทยนิยมนำหอมแดง มาเป็นส่วนประกอบเครื่องแกงเผ็ด เป็นส่วนประกอบของไข่เจียวหมูสับ ซุปหางวัว รับประทานสดโดยฝานเป็นแว่นบาง ๆ รับประทานร่วมกับแหนมสด เมี่ยงคำ ปลาเค็มทอดบีบมะนาว หอมแดงซอย กับพริกขี้หนูสวนหั่นฝอย เป็นส่วนประกอบของน้ำพริกกะปิ หอมแดงเผาตำผสมกับน้ำพริกปลาร้า และเป็นส่วนประกอบของหลนทุกอย่าง เป็นส่วนประกอบของขนมหวาน เช่น หอมแดงซอยเจียว ใส่ในข้าวเหนียวหน้าปลาแห้ง ขนมหม้อแกง และไข่ลูกเขย ฯลฯ

2.3.3 กระเทียม

กระเทียม (*Allium sativum* L.) สำหรับในประเทศไทยนิยมปลูกมากในทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประโยชน์หลักของกระเทียม คือการนำมาใช้เพื่อช่วยปรุงรสชาติ

ของอาหาร เช่นการผัด แกง ทอด ยำ ต้มยำ หรือน้ำพริกต่าง ๆ กระเทียมเป็นเครื่องสมุนไพรที่อุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุหลายชนิด และเป็นพืชที่มีธาตุซีลีเนียมสูงกว่าพืชชนิดอื่น ๆ อีกทั้งยังมีสารอะดีโนซีน (Adenosine) ซึ่งเป็นกรดนิวคลีอิกที่เป็นตัวสร้าง DNA และ RNA ของเซลล์ในร่างกาย นอกจากนี้ยังมีการนำกระเทียมไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลาย เช่น กระเทียมเสริมอาหาร กระเทียมสกัดผง สารสกัดน้ำมันกระเทียม กระเทียมดอง เป็นต้น ซึ่งในการนำมาทำพริกผัดนั้นจะใช้กระเทียมเจียว (มนตรี แสนสุข, 2553)

2.3.4 น้ำมัน

น้ำมัน ถือเป็นส่วนประกอบสำคัญในการประกอบอาหาร ซึ่งจัดอยู่ในหมวดของไขมันที่เป็นแหล่งพลังงานและยังมีสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย ถึงแม้ว่าน้ำมันจะมีความสำคัญต่อร่างกาย แต่การรับประทานมากจนเกินไป หรือเลือกใช้ไม่ถูกวิธีการอาจก่อให้เกิดผลเสียให้และก่อให้เกิดโรคกับร่างกายได้เช่นกัน น้ำมันสำหรับปรุงอาหารถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆได้แก่น้ำมันพืชและน้ำมันที่มาจากไขมันสัตว์

2.3.4.1 น้ำมันที่นิยมใช้ปรุงอาหารในปัจจุบัน ได้แก่

(1) น้ำมันมะกอก เป็นน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากที่สุด ซึ่งจะช่วยลดคอเลสเตอรอล ชนิดไม่ดีในร่างกาย อีกทั้งยังมีสารต้านอนุมูลอิสระ มีวิตามินเอ เบต้าแคโรทีน ที่จะช่วยให้ผิวหนังมีความยืดหยุ่น ลดรอยเหี่ยวย่นได้ น้ำมันมะกอกมีจุดเกิดควันต่ำ (หมายถึงเกิดควันได้ง่าย) จึงไม่เหมาะกับการปรุงอาหารที่ต้องใช้ความร้อน นิยมนำมาทำเป็นน้ำสลัด หรือเป็นส่วนประกอบของน้ำสลัด ข้อเสียคือมีราคาแพงและมีกลิ่นค่อนข้างฉุน

(2) น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดทานตะวัน และน้ำมันข้าวโพด มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในระดับปานกลาง ไม่เป็นไขที่อุณหภูมิต่ำ แต่ถ้าผ่านความร้อนอุณหภูมิสูงมากจะเกิดอนุมูลอิสระได้ง่าย จึงเหมาะกับการปรุงอาหารที่ใช้ความร้อนปานกลาง เช่น การผัด หรืออาจนำมาทำน้ำสลัด และมาการีน

(3) น้ำมันรำข้าว น้ำมันรำข้าวเป็นน้ำมันพืชชนิดหนึ่ง ผลิตจากรำข้าว มีโอริซานอล ซึ่งสารตัวนี้มีแต่ในรำข้าว สารตัวนี้จะช่วยต้านอนุมูลอิสระ และป้องกันการเกิด

ออกซิเดชันได้สูง ทำให้ไม่ต้องใส่สารกันหืนในน้ำมันรำข้าว คุณภาพทางโภชนาการของน้ำมันรำข้าวก็ไม่แตกต่างจากน้ำมันถั่วเหลืองนัก

(4) น้ำมันเมล็ดคำฝอย เป็นน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่สุดในบรรดาน้ำมันพืชที่ใช้ปรุงอาหารและยังมีกรดไขมันที่จำเป็นสำหรับร่างกาย ปัจจุบันจึงเป็นที่นิยมของผู้บริโภคอาหารมังสวิรัติและอาหารเพื่อสุขภาพ

(5) น้ำมันปาล์ม เป็นน้ำมันพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีบทบาทใน วงการอาหารบ้านเรามากขึ้น จุดขายที่ใช้ในการโฆษณาคือไม่มีกลิ่นหืนและทอดได้กรอบ เนื่องจากมีกรดไขมันที่มีความอิ่มตัวมากกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นที่กล่าวมา แล้วทำให้น้ำมันปาล์มมีกลิ่นหืนยากกว่าและยังไม่เกิดควันเมื่อผัด หรือทอดอาหารที่อุณหภูมิสูง มีราคาถูกจึงเป็นที่นิยมใช้ในธุรกิจอาหาร แต่ด้วยความที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูงและ มีกรดไลโนอีกต่ำกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น ๆจึงทำให้คอเลสเตอรอลสูงได้

(6) น้ำมันมะพร้าว เป็นน้ำมันที่มีกรดไขมันอิ่มตัวมาก และเป็นไขได้ง่ายเมื่อมีอุณหภูมิต่ำ จึงไม่ค่อยนิยมนำมาปรุงอาหาร แต่จะใช้เพื่อผลิตมาการีนและสบู่

2.3.4.2 วิธีเลือกใช้น้ำมันในการปรุงอาหาร

การใช้น้ำมันปรุงอาหารจะต้องคำนึงถึงความร้อนที่ใช้ประกอบอาหารเป็นหลักเพราะนอกจากจะทำให้อาหารเหล่านั้นมีรสชาติที่เท่ากันแล้ว การเลือกใช้น้ำมันให้เหมาะสมกับชนิดและประเภทของการปรุงอาหารจะทำให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น การผัด ซึ่งใช้น้ำมันเพียงเล็กน้อยหรือขลุกขลิกจะใช้น้ำมันชนิดใดก็ได้ เช่นน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันทานตะวัน น้ำมันข้าวโพด น้ำมันรำข้าว น้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันมะกอก

การทอดอาหารที่ใช้น้ำมันมากและใช้ความร้อนสูงในการประกอบอาหาร เช่น ทอดไก่ทอดปลา ทอดกล้วยแขก ทอดปาท่องโก๋ หรือทอดโดนัท ไม่ควรใช้น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เพราะจะทำให้เกิดควันได้ง่าย น้ำมันเหม็นหืนและทำให้เกิดความหนืดเนื่องจากมีสาร โพลีเมอร์ เกิดขึ้นน้ำมันที่เหมาะสำหรับการทอดอาหารในลักษณะนี้ คือน้ำมันชนิดที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูง เช่น น้ำมันปาล์มหรือน้ำมันหมู เพราะนอกจากจะปลอดภัยจากสารพิษที่จะเกิดขึ้นจากการใช้

น้ำมันผิดประเภทแล้ว ยังได้อาหารที่มีรสชาติดี กรอบ อร่อย ทำน้ำสลัด การทำน้ำสลัดประเภทต่าง ๆ ต้องใช้น้ำมันพืชที่ไม่แข็งตัวในอุณหภูมิต่ำ เป็นน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เช่น น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะกอก สำหรับในการทำพริกผัดนั้น เราจะเลือกใช้เป็นน้ำมันพืชที่เหมาะสำหรับการผัดเพื่อดึงสารที่ทำให้เกิดกลิ่นหอมจาก พริก หอม กระเทียม (ธารดาว ทองแก้ว, 2546)

2.3.5 เกลือ

เกลือเป็นแร่ธาตุ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) สารประกอบในระดับสูงกว่าเกลือชนิดต่าง ๆ เกลือในธรรมชาติก่อตัวเป็นแร่ผลึกรู้จักกันว่า เกลือหิน หรือแฮไลต์ เกลือพบได้ในปริมาณมหาศาลในทะเลซึ่งเป็นองค์ประกอบของแร่ที่สำคัญ ในมหาสมุทรมีแร่ธาตุ 35 กรัมต่อลิตรความเค็ม 3.5% เกลือเป็นสิ่งจำเป็นต่อชีวิตสัตว์ ความเค็มเป็นรสชาติพื้นฐานของมนุษย์ เนื้อเยื่อสัตว์บรรจุเกลือปริมาณมากกว่าเนื้อเยื่อพืช ดังนั้นอาหารของชนเผ่าเร่ร่อนที่ดำรงชีวิตในฝูงต้องการเกลือเพียงเล็กน้อย หรือไม่ต้องการเกลือเลย ขณะอาหารประเภทซีเรียลจำเป็นต้องเพิ่มเกลือ เกลือเป็นหนึ่งในเครื่องปรุงรสที่เก่าแก่ที่สุดและหาได้ง่ายที่สุด และการดองเค็มก็เป็นวิธีการถนอมอาหารที่สำคัญวิธีหนึ่ง

เกลือผลิตจากเหมืองเกลือ หรือจากการระเหยน้ำทะเล หรือน้ำซับที่อุดมไปด้วยแร่ธาตุในบ่อตื้น ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหลักของเกลือคือโซดาไฟและคลอรีน และใช้ในกระบวนการทางอุตสาหกรรมและในการผลิตโพลีไวนิลคลอไรด์ พลาสติก เยื่อกระดาษ และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จากการผลิตเกลือปริมาณสองล้านตันต่อปี มีเพียง 6% ที่ให้มนุษย์บริโภค ส่วนอื่น ๆ ใช้ในการปรับสภาวะของน้ำ กำจัดน้ำแข็งบนถนน และใช้ในการเกษตร เกลือที่กินได้มีขายในหลายรูปแบบ เช่น เกลือสมุทรและเกลือโต๊ะ ปกติจะบรรจุสารป้องกันการรวมตัวเป็นก้อน และอาจเสริมไอโอดีนเพื่อป้องกันภาวะพร่องไอโอดีน นอกจากจะใช้ปรุงอาหารและวางบนโต๊ะแล้วเกลือยังพบได้ในอาหารแปรรูปจำนวนมาก อาหารที่มีโซเดียมมากเกินไปทำให้ความดันโลหิตสูง และอาจเพิ่มความเสี่ยงของกล้ามเนื้อหัวใจตายเหตุขาดเลือด และโรคหลอดเลือดสมอง องค์การอนามัยโลกแนะนำว่าผู้ใหญ่ควรบริโภคโซเดียมน้อยกว่า 2,000 มิลลิกรัม หรือเทียบเท่ากับเกลือ 5 กรัมต่อวัน (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2554ก)

2.3.6 น้ำตาล

น้ำตาล (Sugar) คือ สารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทโมโนแซ็กคาไรด์ (Monosaccharide) และไดแซ็กคาไรด์ (Disaccharide) ซึ่งมีรสหวาน โดยทั่วไปจะได้มากจากอ้อย มะพร้าว แต่โดยทั่วไปแล้วจะเรียกอาหารที่มีรสหวานว่าน้ำตาลแทบทั้งสิ้น เช่น ทำมาจากตาลจะเรียกว่าตาลโตนด ทำมาจากมะพร้าวจะเรียกว่าน้ำตาลมะพร้าว ทำมาจากงวงจากจะเรียกว่าน้ำตาลจาก ทำมาจากงบจะเรียกว่าน้ำตาลงบ ทำมาจากอ้อยแต่ยังไม่ได้ทำเป็นน้ำตาลทรายจะเรียกว่าน้ำตาลทรายดิบ ถ้านำมาทำเป็นเม็ดจะเรียกว่าน้ำตาลทราย หรือถ้านำมาทำเป็นก้อนแข็งคล้ายกรวดจะเรียกว่าน้ำตาลกรวด ฯลฯ น้ำตาล (Sugar) เป็นสารให้ความหวาน (Sweetener) ที่เป็นคาร์โบไฮเดรต ประเภทน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharide) และน้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide)

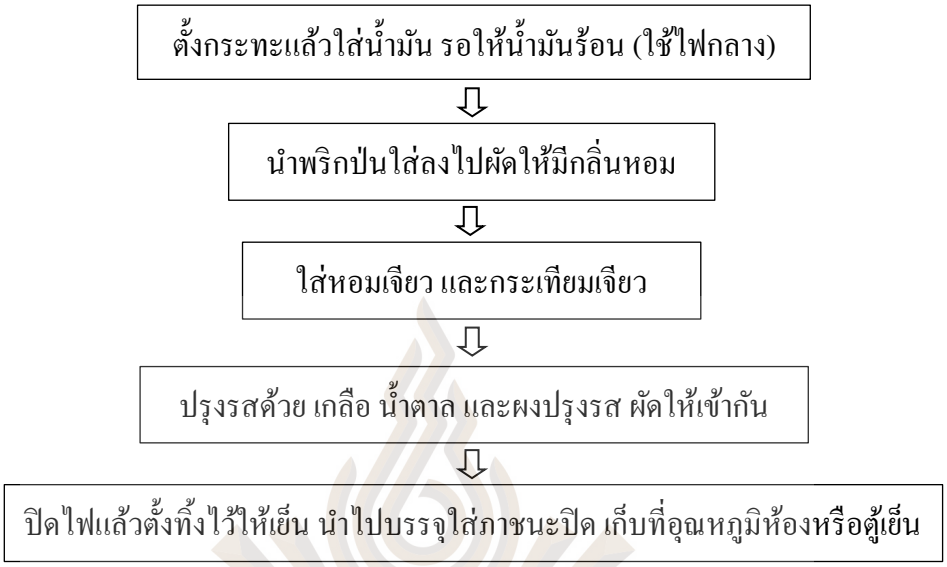
น้ำตาลที่ใช้ในอาหาร ได้แก่ น้ำตาลซูโครส (Sucrose) น้ำตาลกลูโคส (Glucose) และ Glucose Syrup น้ำตาลฟรักโทส (Fructose) และ Fructose Syrup น้ำตาลแล็กโทส (Lactose) (กระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัย กองโภชนาการ, 2544)

2.3.7 ผงปรุงรส

ผงปรุงรส หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อสัตว์ เช่น ไก่ หมูมาให้ความร้อนจนแห้ง บดเป็นผง ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศ เช่นน้ำตาล เกลือ กระเทียม พริกไทย โมโนโซเดียมแอลกลูตาเมต (ผงชูรส) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547ข)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.4. กรรมวิธีการผลิตน้ำพริกผัด



รูปที่ 2.1 กรรมวิธีผลิตพริกผัด

ที่มา : Schnuggy, 2012

2.5 การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด

2.5.1 ข้อมูลการสำรวจตลาด

ตารางที่ 2.1 การนำเข้าและส่งออกของพริกตระกูล Capsicum และเครื่องปรุงรส ปี พ.ศ. 2557 – 2559 (มูลค่า : ล้านบาท)

ประเภท	ตลาดโลก	2557		2558		2559	
		ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
พริกแห้ง	นำเข้า	44,339,078	910	60,034,052	1,627	59,568,657	4,111
	ส่งออก	6,728,908	196	9,204,872	254	4,056,248	268
พริกป่น	นำเข้า	4,170,337	158	1,726,240	115	2,640,564	201
	ส่งออก	2,615,327	91	2,266,960	106	3,874,714	110
พริกสดหรือแช่เย็น	นำเข้า	2,932,627	48	1,200,898	27	1,610,566	96
	ส่งออก	135,487	11	92,272	9	111,539	11
เครื่องปรุงรส	นำเข้า	9,005,694	1,418	12,315,843	1,511	15,327,676	1,694
	ส่งออก	262,403,402	17,982	271,168,909	18,703	286,269,433	19,765

ที่มา : กระทรวงพาณิชย์, 2559

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.5.2 การสำรวจผู้บริโภค (Consumer Survey)

การสำรวจความต้องการของผู้บริโภค (Consumer Survey) เป็นวิธีที่ใช้เพื่อทดสอบความรู้สึกของผู้ทดสอบในแง่ความชอบ หรือการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ผู้ทดสอบในการทดสอบนี้คือกลุ่มคนทั่วไปไม่ต้องจำเป็นได้รับการฝึกฝนหรือผู้บริโภคทั่วไป ส่วนข้อมูลที่ได้จากการทดสอบนี้จะช่วยทำให้ผู้ที่เก็บข้อมูลนำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค การศึกษาความเป็นไปได้ที่ผลิตภัณฑ์จะประสบความสำเร็จในการวางจำหน่าย สำหรับวิธีการทดสอบหาความชอบหรือการยอมรับสามารถใช้วิธีเชิงคุณภา(Qualitative Test) และการยอมรับในเชิงปริมาณ (Quantitative Tests) (นันทิยา พาหุมันโต, 2552)

รัตนาภรณ์ มะโนกิจ (2546) ได้ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพและกรรมวิธีการผลิตพริกป่นเพื่อให้ได้พริกป่นที่มีคุณภาพ สะอาดและปราศจากสารพิษอะฟลาทอกซิน โดยผลิตพริกป่นจากพริกสด และผลิตพริกป่นจากพริกที่ตากแห้งแล้วทำการ Reprocess พบว่าการผลิตโดยใช้พริกสดได้ผลผลิตร้อยละ 18.23 ผลิตได้ 40 ซอง ต้นทุนการผลิตเท่ากับ 100.78 บาท ส่วนการผลิตโดยใช้พริกแห้งให้ผลผลิตร้อยละ 62.75 ผลิตได้ 40 ซอง ต้นทุนการผลิตเท่ากับ 127.97 บาท เมื่อบรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีต้นทุนเท่ากับ 145.97 บาท จากทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค 100 คน พบว่าความชอบโดยรวม ความชอบด้านกลิ่นและความชอบด้านความละเอียดของพริกป่นอยู่ในระดับปานกลาง ความชอบด้านสีอยู่ในระดับความชอบเล็กน้อย โดยร้อยละ 94 ของผู้ตอบแบบสอบถามยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 67 จะซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่ายในตลาด ร้อยละ 44 เห็นด้วยกับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ และร้อยละ 34 ต้องการให้ราคาต่อ 1 ซอง (25 กรัม) อยู่ที่ราคา 7 บาท

2.5.3 การประเมินความชอบ หรือการยอมรับของผลิตภัณฑ์ (Consumer Acceptance Test)

2.5.3.1 การทดสอบการยอมรับ (Acceptance Tests) แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

(1) การใช้สเกล (Hedonic Scaling) ในสมัยก่อนมีการใช้สเกล 7 จุด เป็นเครื่องมือในการสำรวจลักษณะของอาหาร (Gatchalian, 1981) แต่พบว่าผู้บริโภคพยายามหลีกเลี่ยงค่าเกินความจริง สเกล 7 จุด อาจให้เฉพาะ 5 ทางเลือกอย่างมีประสิทธิรูปในสเกลของ ชอบหรือไม่ชอบ เพื่อแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องดังกล่าว สเกลแบบ 9 – point hedonic scaling ได้ถูก

พัฒนาขึ้น ในปี1955และพบว่ามีความไวมากกว่าสเกลที่สั้น (Cross et al.,1978) และต่อมาสเกลแบบ 9 จุดและความแปรปรวนของสเกลดังกล่าวได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางขึ้น วิธีการดังกล่าวเป็นการวัดการยอมรับอย่างแท้จริงจากปฏิกิริยาของผู้บริโภคในเทอมของระดับการชอบ หรือไม่ชอบผลิตภัณฑ์ที่กำหนด ภายใต้สภาวะที่กำหนดไว้ ปฏิกิริยาของผู้ประเมินจะชี้ให้เห็นถึงคำที่พรรณนาบนสเกล การทดสอบโดยวิธี 9-point Hedonic Scale Test (9 = ยอมรับมากที่สุด, 1 = ไม่ยอมรับมาก ที่สุด) เพื่อประเมินคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ ความเผ็ด ความชอบโดยรวม ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการทดสอบการยอมรับในผลิตภัณฑ์อาหารพริกป่น รวมไปถึงน้ำพริกและเครื่องจิ้มต่าง ในการนำไปพัฒนาสูตรเพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

สุภางค์ เรืองฉาย (2552) ได้ทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขามที่ทดแทนด้วยกระเจี๊ยบในอัตราส่วน 50:50 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี 9-point Hedonic Scale Test (9=ยอมรับมากที่สุด, 1=ไม่ยอมรับมากที่สุด) ประเมินคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ ความเผ็ด ความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นตัวแทน ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคมีการยอมรับด้านรสชาติและความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก 7.9-8.0 แสดงว่ามีความเป็นไปได้ในการผลิตเพื่อจำหน่าย

(2) การทดสอบแบบ Food Action Rating Scale วิธีนี้เรียกสั้นๆว่า FACT พบว่า ประโยชน์หลักคือการวัดความชอบ หรือไม่ชอบจากกิริยาท่าทางที่เป็นไปได้ในการบ่งชี้การตอบสนองของผู้บริโภค ในแบบสอบถามอื่นๆ ผู้ประเมินถูกคาดหวังให้ตรวจสอบปฏิกิริยาที่ต้องการทดสอบ ผลิตภัณฑ์ที่ให้รหัสหลายๆ ตัวอย่างอาจถูกนำเสนอแม้ว่าการนำเสนออาจดำเนินการทีละตัวอย่างหรือครั้งละหนึ่งตัวอย่าง (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545)

2.5.4 การใช้พื้นที่ผิวผลตอบ (Response Surface) (กัลยาณี เต็งพงศธร, 2554)

พื้นที่ผิวตอบ (Response surface methodology (RSM) คือวิธีการทางสถิติสำหรับการสร้างแบบจำลองและการวิเคราะห์ปัญหาที่มีผลต่อการตอบสนองต่อความสนใจโดยมีปัจจัยหลายประการ (Bacaouia et al., 2001) นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่นใช้ในการทำ Process Optimization, Food Formulation (Product optimization) ในงานด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หลักการที่สำคัญของการทำพื้นที่ผิวผลตอบเพื่อนำเสนอผลการวิจัย มีดังนี้

2.5.4.1 การที่จะนำเสนอแบบพื้นที่ผิวผลตอบต้องมีแผนการทดลองที่เหมาะสม อย่างน้อยต้องมีตัวแปรอิสระ 2 ตัวขึ้นไป และต้องเป็นเชิงปริมาณ ต้องมีตัวแปรตามอย่างน้อย 1 ตัว ขึ้นไปและต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณด้วย ดังนั้นแผนการทดลองที่จะสามารถสร้างพื้นที่ผิวผลตอบ ได้คือ Factorial design, Mixture design, Central composite design (CCD) และ Plackett and Burman design

2.5.4.2 ระดับของตัวแปรอิสระที่ต้องแปรผันไปนั้น จำเป็นต้องคลอบคลุมพื้นที่ ที่ต้องการศึกษา

2.5.4.3 จากนั้นนำข้อมูลของตัวแปรอิสระแต่ละตัว (Xi) มีสัมพันธ์กับข้อมูลของ ตัวแปรตาม (Yi) เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Model) ซึ่งอาจจะมีทั้งความสัมพันธ์เชิง เส้นตรง (Linear model) ความสัมพันธ์ในเชิง Interaction (Interaction model) และความสัมพันธ์ใน เชิง Quadratic (Quadratic model)

Linear effect : $Y = a_0 + a_1X_1 + e$

Quadratic effect :$Y = a_0 + a_1X_1 + a_{11}X_1^2 + e$

Interaction effect : $Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_{12}X_1X_2 + a_{11}X_1^2 + a_{22}X_2^2 + e$

2.5.4.4 นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปสร้างเป็นภาพสามมิติ หรือที่ เรียกว่าสร้างพื้นผิวผลตอบ ดังนั้นสมการทางคณิตศาสตร์พจน์ทั่วไปเขียนได้ดังนี้

$$Y = \beta_0 + \Sigma\beta_iX_i + \Sigma\beta_{ii}X_i^2 + \Sigma\Sigma\beta_{ii}X_iX_j + e$$

Chaiya, Pongsawatmanit, and Prinyawiwatkul (2015) ได้ศึกษาสูตรที่เหมาะสม สำหรับแป้งสาลีที่ใช้ในการทำ Sponge Cakes ที่ผสมแป้งมันสำปะหลังและ แซนแทนกัม โดยใช้วิธี Central compositse design (CCD) แบบ 2 ปัจจัยในการสร้างพื้นที่ผิวผลตอบ ด้วยการทดลอง ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งมันสำปะหลัง (5-15%) จากแป้งสาลีทั้งหมด 20% จากกราฟ RSM contour plots พบว่าเค้กในสูตรที่ผสมนมเนย 16% แป้งมันสำปะหลัง 11.09-11.88% และแซนแทนกัม 0.1-.0.11 % มีสมบัติทางกายภาพที่ต้องการ (มีปริมาตรสูง มีความนุ่ม ไม่เหนียว และเคี้ยวง่าย) และมี ความชอบโดยรวมสูงสุด

Phimpharian et al. (2011) ได้ศึกษาผลของความเข้มข้น Glucose syrup (2%, 4% and 6%) และ Pectin (0.5%, 1.0% and 1.5%) ต่อลักษณะทางเคมีและกายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของรูปแบบการผลิตขนมสัปปะรดแผ่น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณ Glucose syrup และ Pectin มีผลต่อการขึ้นรูปและปริมาณของแข็งของสับปะรด แต่ไม่ส่งผลต่อความหนา และการเพิ่มปริมาณ Pectin ทำให้มีค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น (b^*) รวมถึงความแข็งอีกด้วย แต่จะไปลดปริมาณความชื้นและค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) จากการทดลองพบว่าในการผลิตสับปะรดแผ่นที่เหมาะสมประกอบด้วย Glucose syrup 3.5 - 6.0% และ Pectin 0.5 – 1.0% โดยให้ผลการยอมรับอยู่ที่ 6.7 – 7.3 (9 – point hedonic scale) ในด้านของลักษณะปรากฏ ความเปรี้ยว ความหวาน ความเหนียว และความชอบโดยรวม

2.6 คุณภาพ/ มาตรฐาน/ ข้อกำหนด (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547ก, 2547ข, 2548)

2.6.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องมีสี กลิ่น และกลิ่นรสตามชนิดของน้ำพริกแกงหรือเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสนั้นๆ โดยต้องไม่มีลักษณะใดเปลี่ยนแปลงไปจากปกติจนรู้สึกได้ ต้องร่วน มีการกระจายตัวของส่วนประกอบอย่างสม่ำเสมอ ต้องเป็นผงแห้ง อาจมีเมล็ดปนอยู่

2.6.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้และสม่ำเสมอ

2.6.3 กลิ่นและรส

ต้องมีกลิ่นและรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นและรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

2.6.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด สิ่งปฏิกูลจากสัตว์ เช่น แมลง หนู นก

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.6.5 วัตถุเจือปนอาหาร

หากมีการใช้กรดเบนโซอิกหรือเกลือของกรดเบนโซอิก (คำนวณเป็นกรดเบนโซอิก) และกรดซอร์บิก หรือเกลือของกรดซอร์บิก (คำนวณเป็นกรดซอร์บิก) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน ต้องไม่เกิน 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.6.6 ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ 11 โดยน้ำหนัก (ผลิตภัณฑ์พริกป่น)
ต้องไม่เกินร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก (ผลิตภัณฑ์น้ำพริกป่นแห้ง)

2.6.7 อะฟลาทอกซิน

ต้องไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

2.6.8 วอเตอร์แอกทิวิตี

ต้องไม่เกิน 0.6

2.6.9 จุลินทรีย์

2.6.7.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^{4} โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
2.6.7.2 เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
2.6.7.3 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (ผลิตภัณฑ์น้ำพริกผัดและพริกป่น)
2.6.7.4 คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.01 กรัม

2.7 การวิเคราะห์คุณภาพ

2.7.1 ความชื้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

เป็นค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหารเป็นสมบัติที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งของอาหาร เนื่องจากความชื้นมีผลต่อการเสื่อมเสียของอาหาร (Food Spoilage) โดยเฉพาะการเสื่อมเสียเนื่องจาก

จุลินทรีย์ (Microbial Spoilage) ซึ่งกระทบต่ออายุการวางจำหน่าย(Shelf Life) อาหารที่มีความชื้นหรือปริมาณน้ำสูงจะเป็นอาหารที่เสื่อมเสียง่าย (Perishable Food) เนื่องจากมีสภาวะเหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย เช่น แบคทีเรียยีสต์ และรา ซึ่งจะส่งผลต่อความปลอดภัยทางอาหาร (Food Safety) อาหารที่มีน้ำสูงเหมาะกับการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค (Pathogen) และการสร้างสารพิษ (Toxin) ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ รวมถึงการสร้างสารพิษของรา (Mycotoxin) เช่น Aflatoxin และ Patulin ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงความร้อนของอาหารด้านต่างๆ เช่น จุดหลอมเหลว จุดเดือด การนำความร้อน (Thermal Conductivity) ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) ส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของอาหาร ได้แก่ เนื้อสัมผัส (Texture) เช่น ความกรอบ ความหนืด (Viscosity) การเกาะติดกันเป็นก้อน (Caking) ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ที่มีผลกระทบทางลบต่ออาหารระหว่างการเก็บรักษา เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Browning Reaction) ปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด (Lipid Oxidation) รวมถึงผลต่อการกำหนดราคาสินค้า เช่น ข้าว เมล็ดธัญพืช จะกำหนดราคารับซื้อผันแปรตามปริมาณความชื้น

2.7.1.1 การแสดงค่าความชื้นของอาหารมี 2 รูปแบบ คือ

(1) ความชื้นฐานเปียก (Wet Basis) เป็นค่าความชื้นที่ใช้ในทางการค้า เป็นค่าที่ใช้บ่งชี้ความชื้นโดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน มักบอกเป็นเปอร์เซ็นต์

(2) ความชื้นฐานแห้ง (Dry Basis) เป็นค่าที่นิยมใช้กันในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้ง (Dehydration) เพราะช่วยให้คำนวณได้สะดวก เนื่องจากน้ำหนักแห้งของอาหารจะคงที่ อาจบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ หรือ จำนวนกรัมของน้ำต่อจำนวนกรัมของของแข็ง (g H_2O/ g solid)

2.7.2 Water Activity (a_w)

วอเตอร์แอคทีวิตี้ (Water Activity) หรือ ปริมาณน้ำอิสระ เขียนย่อว่า a_w เป็นค่าที่แสดงระดับพลังงานของน้ำ มีความสำคัญต่ออายุการเก็บ การเสื่อมเสีย และความปลอดภัยของอาหาร เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนาไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ เราสามารถใช้ค่า Water Activity ในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็นหรือไม่เป็นสาเหตุที่ทาให้อาหารเสีย ตลอดจนใช้ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของ

อาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ เพราะเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ภายใต้ค่า Water Activity ที่จำกัด โดยเราจะต้องทาให้อาหารมีค่า Water Activity ต่ำกว่าที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ สามารถแบ่งอาหารตามค่า Water Activity ออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

2.7.2.1 อาหารสด (Fresh Food) เป็นอาหารที่เน่าเสียง่าย (Perishable Food) ที่มีค่า Water Activity มากกว่า 0.85 เช่น เนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้ อาหารทะเล

2.7.2.2 อาหารกึ่งแห้ง (Intermediate Moisture Food) หมายถึง อาหารที่มีค่า Water Activity ระหว่าง 0.6-0.85 เช่น นมข้นหวาน ผลไม้แช่อิ่ม กุ้งปรุงรส

2.7.2.3 อาหารแห้ง (Dried Food) หมายถึงอาหารที่มีค่า Water Activity น้อยกว่า 0.6 เช่น นมผง ผักผลไม้อบแห้ง กุ้งแห้ง น้าผลไม้ผง เก๊กฮวยผงชง ดื่มกระชายผงชงดื่ม วัดค่า Water Activity ด้วยเครื่องหาค่า Water Activity แล้ววิเคราะห์ผล บันทึกการทดลอง (สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

รัตนาภรณ์ มะโนกิจ (2546) ได้ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพและกรรมวิธีการผลิตพริกป่นเพื่อให้ได้พริกป่นที่มีคุณภาพและสะอาดปราศจากสารอะฟลาทอกซิน โดยทดลองผลิตพริกป่นจากพริกสด และพริกที่ตากแห้งแล้วโดยการ Reprocess พบว่าพริกป่นที่ทำจากพริกสดมีค่า a_w เท่ากับ 0.26 และพริกป่นจากพริกแห้งมีค่า a_w เท่ากับ 0.25 ดังนั้นผลิตภัณฑ์พริกป่นจึงจัดอยู่ในกลุ่มประเภทอาหารแห้ง

2.7.3 สี

สีในอาหาร มีผลต่อความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค แสดงถึงความสด ใหม่ หรือบ่งบอกการเสื่อมเสียของอาหาร สียังมีความสัมพันธ์กับคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร สีในอาหารขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ชนิดและความเข้มข้นของรงควัตถุ พันธุ์ ความแก่อ่อน สีของอาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการแปรรูปอาหาร และการเก็บรักษาอาหารเนื่องมาจากความร้อน เอนไซม์ การเปลี่ยนแปลง ค่า pH สารเคมี ออกซิเจน แสง นอกจากนี้ยังเกิดจาก ปฏิกิริยาต่างๆ ระหว่างองค์ประกอบของอาหารเอง เช่นปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard Reaction) เป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (Duran & Calvo, 2009)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.7.3.1 การเห็นสีของมนุษย์ ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนคือ

(1) แหล่งกำเนิดแสง (light Source) แสงคือรูปหนึ่งของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า แสงในช่วงที่ตามนุษย์มองเห็นได้ (Visible Wavelength) ความยาวคลื่นระหว่าง 400-700 นาโนเมตร แหล่งกำเนิดแสง ได้แก่ แสงอาทิตย์ แสงจันทร์ หรือแหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น แสงเทียน หลอดไฟเพื่อความเป็นมาตรฐานของการเห็นสี CIE ได้กำหนดแหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน (Standard Light Source)

(2) วัตถุ (Object) เมื่อแสงในช่วงที่ตามองเห็นได้ ตกกระทบวัตถุที่มีรงควัตถุ ซึ่งวัตถุจะดูดซับ (Absorb) สะท้อน (Reflect) หรือส่งผ่าน (Transmit) แสงแต่ละความยาวคลื่นได้ต่างๆ แตกต่างกัน

(3) ผู้สังเกต (Observer) ตามนุษย์ มองเห็นวัตถุเป็นสีต่างๆ เนื่องจากแสงที่สะท้อนออกจากวัตถุ มาเข้าตา ซึ่งในตามีเซลล์รับแสง ซึ่งทำหน้าที่มองเห็นสีต่างๆ ตามระดับคลื่นแสงที่กระตุ้น คือ สีแดง (R) สีเขียว (G) และ สีน้ำเงิน (B) แล้วประมวลผลรับรู้เป็นสีต่างๆ

2.7.3.2 วิธีการวัดค่าสี

การวัดค่าสี (ค่า L^* a^* และ b^*) ด้วยเครื่องวัดสี โดยที่ค่า L^* แสดงถึงค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว) ค่า a^* แสดงถึงค่า ความเป็นสีแดงและสีเขียว ถ้าค่า a^* เป็นบวกจะเป็นสีแดง ถ้า a^* เป็นลบจะเป็นสีเขียว และค่า b^* แสดงถึงค่าความเป็น สีเหลืองและสีน้ำเงิน ถ้าค่า b^* เป็นบวกจะเป็นสีเหลือง ถ้า b^* เป็นลบจะเป็นสีน้ำเงิน (จินดา รัตนถาวรกิติ, 2553)

วิลัศนา โพธิ์ศรี, สิทธิวัฒน์ เลิศศิริ, และนิจฉรา ทูลธรรม (2550) ศึกษาโครงสร้างกลิ่นและรสที่สำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องจิ้มสมุนไพรซึ่งส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค โดยการวัดด้วยเครื่องมือและผู้ทดสอบชิม มาตรฐานตัวอย่างน้ำพริกตาแดงในงานวิจัยนี้ผลิตจากวัตถุดิบหลัก 4 ชนิด คือ พริกแห้ง กระเทียม หอมแดง และข่า จำนวน 9 สูตร และตัวอย่างทางการค้าอีก 2 ยี่ห้อ เพื่อคัดเลือก 4 สูตรมาวิจัยต่อ จากการวิเคราะห์ค่าสีของน้ำพริกตาแดงในสูตรที่มีปริมาณหอมแดงและมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงนั้นได้รับคะแนนความชอบจากผู้บริโภคมากกว่าสูตรอื่น ผลการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำพริก

ตาแดงที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* ขณะที่ค่า a^* และ b^* ลดลงในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งส่งผลให้สีของตัวอย่างน้ำพริกตาแดงในภาพรวมเปลี่ยนเป็นสีแดงคล้ำ

2.7.4 ความหืน

การหืน (Rancidity) เป็นปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไขมันและน้ำมัน ทำให้มีกลิ่นผิดปกติและสมบัติทางเคมีและทางกายภาพเปลี่ยนไป การหืนเกิดขึ้นได้ 3 แบบ ดังนี้ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549)

2.7.4.1 ลิโพไลซิส (Lipolytic Rancidity) เป็นปฏิกิริยาการไฮโดรไลซิสที่พันธะเอสเทอร์ในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ หรือลิพิดด้วยเอ็นไซม์ไลเพส ความร้อน กรด ด่าง และความชื้น หรือปฏิกิริยาเคมีใดๆก็ตาม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า ลิโพไลซิส หรือ lipolytic rancidity หรือ hydrolytic rancidity การเกิดลิโพไลซิสจะเป็นปฏิกิริยาหลักที่เปิดขึ้นขณะทอดอาหารที่มีน้ำหรือมีความชื้นสูงและใช้อุณหภูมิสูง ปริมาณกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาลิโพไลซิส ยังมีผลทำให้อุณหภูมิที่เกิดควันและแรงตึงผิวของน้ำมันลดต่ำลงด้วย กรดไขมันที่อยู่ในรูปอิสระมีความไวต่อการเกิดออกซิเดชันมากกว่าที่อยู่ในรูปเอสเทอร์กับกลีเซอรอล

Hydrolytic rancidity เป็นการหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสไขมัน และน้ำมันด้วยเอนไซม์ไลเพสและความชื้น ทำให้ไขมันและน้ำมันเกิดการสลายตัวได้เป็น กรดไขมันอิสระ โดยเฉพาะกรดไขมันอิสระที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีจำนวนคาร์บอน 4-12 อะตอม จะมีกลิ่นเหม็นหืนมาก เช่น การหืนของน้ำมันมะพร้าว เนย และน้ำมันหมู เมื่อเกิดการหืนจะทำให้ไขมันและน้ำมันมีกลิ่นและรสชาติเปลี่ยนไป อย่างไรก็ตามไขมันและน้ำมันบางชนิดเมื่อเกิด Hydrolytic rancidity แล้วไม่สามารถสังเกตได้ด้วยการดมกลิ่น หรือชิมรส ต้องตรวจวิเคราะห์โดยวิธีทางเคมี คือ ต้องวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้น ค่าที่ได้เรียกว่า Acid Value (A.V.) ค่า A.V. ของไขมันหรือน้ำมัน คือ จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทำให้กรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมันจำนวน 1 กรัม เป็นกลางพอดี ซึ่งนิยมเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดโอเลอิก ดังนั้น ค่า A.V. จะเป็นตัวชี้บ่งภาวะหรือระดับการหืนของไขมันและน้ำมัน ถ้าค่า A.V. สูง แสดงว่าไตรกลีเซอไรด์ถูกไฮโดรไลซ์เป็นกรดไขมันอิสระมากแสดงว่าเกิดการหืนแบบ hydrolytic rancidity มาก

2.7.4.2 การหืนเนื่องจากออกซิเดชัน (Oxidative rancidity) เป็นการหืนที่เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน (รูปที่ 2.2) เป็นกระบวนการทางธรรมชาติที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลออกซิเจนกับไขมันไม่อิ่มตัว เกิดเป็น peroxide linkage ขึ้นระหว่างพันธะคู่ ซึ่งจะเกิดต่อเนื่องตลอดเวลาเมื่อไขมันและน้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้มีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติไป การหืนด้วยปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นมากโดยเฉพาะในไขมันและน้ำมันที่ให้ปรุงอาหาร การมีโลหะ เช่น ทองแดง และตะกั่ว จะเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น รวมไปถึงความร้อนและแสงเช่นกัน

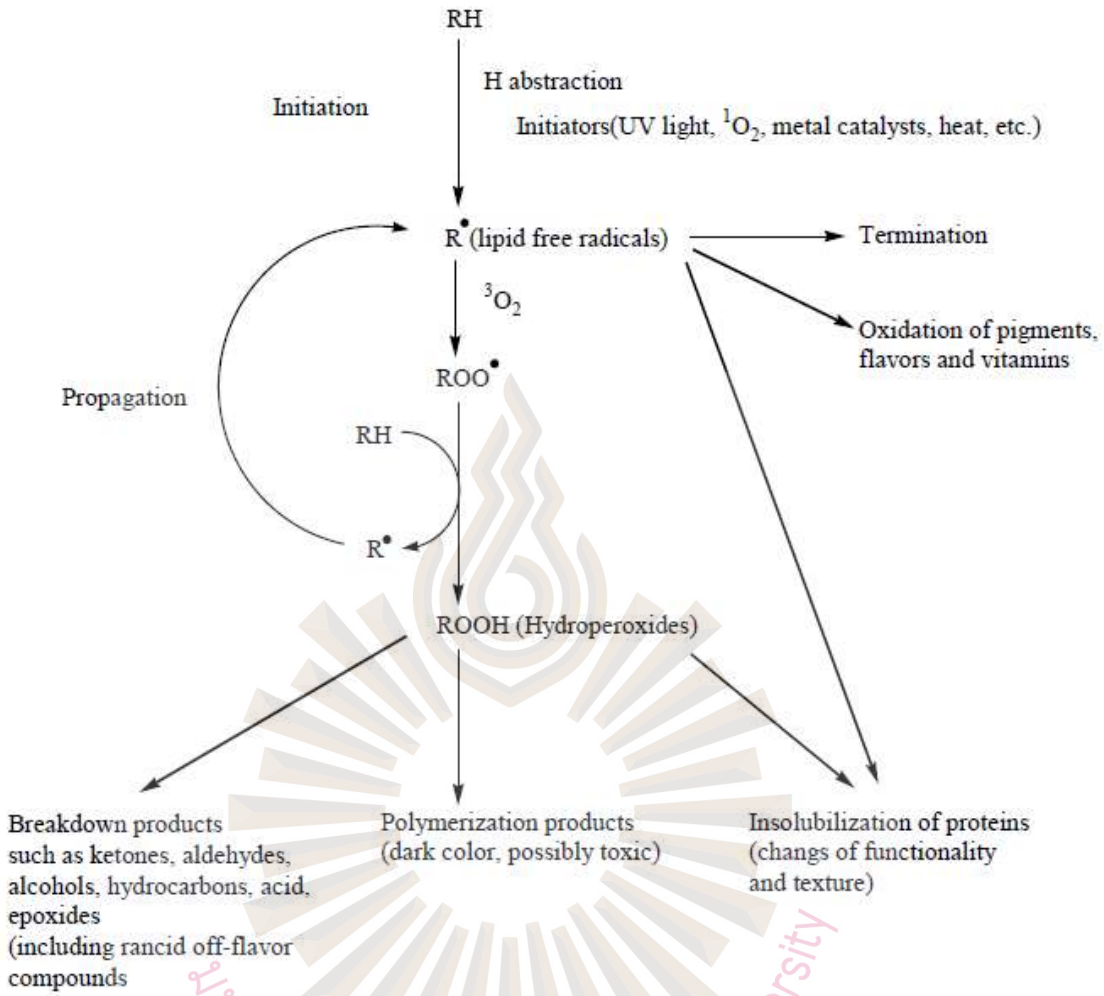
ปฏิกิริยาการเกิด peroxide linkage

$$-HC = CH- + O_2 \longrightarrow -HC-CH(OO\bullet)- \qquad (2\text{-}1)$$

การเกิดการหืนโดยปฏิกิริยานี้ทำให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็นต่อร่างกายถูกทำลาย มีผลทำให้คุณค่าทางโภชนาการของไขมันและน้ำมันลดลงด้วย และยังทำลายพวกวิตามินต่างๆ ที่ละลายในไขมันและน้ำมันอีกด้วย การหืนที่เกิดโดยปฏิกิริยาออกซิเดชันนี้ยังอาจเกิดขึ้นได้เมื่อมีเอนไซม์ลิพอกซิเดส (Lipoxidase) ช่วยเร่งปฏิกิริยาซึ่งจะเป็น enzymatic oxidation

ไขมันและน้ำมันที่เกิดการหืนเนื่องจากออกซิเดชัน จะมีค่า I.N. (Iodine Number) ลดต่ำลง การตรวจวิเคราะห์ว่าไขมันและน้ำมันเกิดการหืนเนื่องจากออกซิเดชันมากน้อยเพียงใด ทำได้โดยการหาค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide Value หรือ PV) คือการหาปริมาณสารเพอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นในน้ำหรือไขมันนั้น

ค่า P.V. หมายถึง จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.002 นอร์มัล ที่ใช้ในการไทเทรตน้ำมันหรือไขมัน 1 กรัมหรือ หมายถึงจำนวนมิลลิสมมูลของเพอร์ออกไซด์ออกซิเจน (Peroxide Oxygen) ที่มีในน้ำมันหรือไขมัน 1 กิโลกรัมถ้าค่า P.V. สูงแสดงว่าน้ำมันหรือไขมันเกิดการหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันมาก



รูปที่ 2.2 การเกิด autoxidation ของ lipid

ที่มา: Shahidi, Janitha, & Wanasundara,1992

(1) วิธีการตรวจสอบความหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน

การเกิดลิพิดออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่ซับซ้อนและมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมีของลิพิด การตรวจสอบเพื่อวัดการเกิดออกซิเดชันของลิพิดทำได้หลายวิธี ตัวอย่าง ได้แก่

(1.1) การหาค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide Value)

เพอร์ออกไซด์เป็นผลิตภัณฑ์แรกของการเกิดออโตออกซิเดชัน ซึ่งวัดปริมาณที่เกิดขึ้นได้โดยใช้ความสามารถของเพอร์ออกไซด์ ที่จะทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมไอ

โอไดด์ได้เป็นไอโอดีน (ดังสมการที่ 2-2) แล้วหาปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้นโดยการไทเทรชันหรือไอโอดิเมตรี (Iodimetry) หรือออกซิไดซ์เฟอร์รัสไอออนให้เป็นเฟอร์ริกไอออน โดยวิธีไทโอไซยาเนต

$$ROOH + 2KI \longrightarrow ROH + I_2 + K_2O \qquad (2\text{-}2)$$

(1.2) การหาค่า Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว จะทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาร์บิวทูริกทำให้เกิดสี ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากปฏิกิริยา condensation ของมาลอนอัลดีไฮด์ (Malonadehyde) กับกรดไทโอบาร์บิวทูริก 2 โมเลกุล อย่างไรก็ตามการเกิดออกซิเดชันอาจไม่จำเป็นต้องเกิดมาลอนอัลดีไฮด์เสมอไปเพราะสารประกอบพวก Alkanals, Alkenals และ 2,4-dienals กับกรดไทโอบาร์บิวทูริก จะให้สีเหลืองและดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร มีเพียง 2,4-dienals เท่านั้นที่ให้สีแดงและดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร

สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารนิยมใช้ค่า TBARS เป็นดัชนีในการวัดการเสื่อมคุณภาพของไขมันในอาหาร เมื่อ TBARS เท่ากับ 0.1-0.3 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม แสดงว่าไขมันเสื่อมเสียเล็กน้อย แต่ถ้า TBARS มากกว่า 3 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ทำให้ผู้บริโภคสามารถรับรู้กลิ่นแปลกปลอมทางประสาทสัมผัสต่ออาหารได้ และถ้าค่า TBARS มากกว่า 7 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม แสดงว่า อาหารมีกลิ่นเหม็นหืนและเสื่อมเสียแล้ว (Tanikawa, 1985)

วิภาวดี สาแดง, ฑิฆัมพร ไม้เรียง, เบญจมาภรณ์ พิมพา และสมหวัง เล็กจริง (2558) การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งและน้ำพริกเห็ดแครง ที่บรรจุในขวดแก้วปิดสนิทโดยผ่านการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 98±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เย็น (4±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า P.V. ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นโดยในสัปดาห์สุดท้ายค่า P.V. ของคั่วกลิ้งเห็ดแครงที่เก็บอุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิแช่เย็น เพิ่มจาก 1.12 เป็น 12.33 มิลลิสมมูลต่อกิโลกรัม และ 10.18 มิลลิสมมูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนของน้ำพริกเห็ดแครงมีค่า PVที่เก็บอุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิแช่เย็น เพิ่มจาก 1.98 เป็น 15.4 มิลลิสมมูลต่อกิโลกรัม และ 11.44 มิลลิสมมูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสองภายหลังเก็บ 1 เดือน ยังคงมีค่า P.V. ที่ไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด (ค่า P.V. ของผลิตภัณฑ์ประเภทน้ำพริกผัด

ต้องไม่เกิน 30 มิลลิสมมูลต่อกิโลกรัม) (มอก., 2547) ส่วนค่า TBARS ของคั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน โดยในสัปดาห์สุดท้ายคั่วกลิ้งเห็ดแครงมีค่า TBARS ที่เก็บอุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิแช่เย็น เพิ่มจาก 2.71 เป็น 9.28 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม และ 6.86 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำพริกเห็ดแครงมีค่า TBARS ที่เก็บอุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิแช่เย็น เพิ่มจาก 1.88 เป็น 13.91 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม และ 7.47 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสองภายหลังเก็บ 1 เดือน จัดอยู่ในเกณฑ์ของอาหารมีกลิ่นเหม็นหืนและเสื่อมเสียแล้ว (Tanikawa, 1985)

2.7.4.3 Ketonic rancidity เป็นการเกิดปฏิกิริยา enzymatic oxidation ที่โมเลกุลของกรดไขมันชนิดอิ่มตัว ได้เป็นสารประกอบจำพวกคีโตน

2.7.5 ความเผ็ด

ความเผ็ดของพริกเป็นคุณสมบัติพิเศษของพริกในการชูรสอาหาร ความนิยม บริโภคพริกของกลุ่มชนหลายกลุ่มเกิดจากความนิยมรสเผ็ด คนในแถบเขตร้อนมีความนิยม รสเผ็ดมากกว่าคนในเขตหนาว สารที่ให้รสชาติเผ็ดร้อนคือสารกลุ่มแคปไซซินอยด์จัดเป็นสารในกลุ่มอัลคาลอยด์ มีสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่มีขั้ว เช่น อะซิโตน เมทธานอล ไดคลอโรมีเทน ไดเอทธิล อีเทอร์ และเฮกเซน (ตติยา โชคบุญเปี่ยม, 2550)

2.7.5.1 สารในกลุ่มแคปไซซินอยด์สามารถแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อยได้แก่

(1) แคปไซซิน มีชื่อทางเคมีว่า N-[(4-hydroxy-3-methoxyphenyl) methyl]-8-methyl-6- nonanamide มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{18}H_{27}NO_3$ สารนี้จะพบมากบริเวณไส้กลางหรือรกของพริกประมาณ 0.10% เนื้อของผลพริก และเมล็ด ประมาณ 0.10%, 0.07% ตามลำดับ สมบัติทางกายภาพของสารนี้ มีลักษณะเป็นผลึกผงละเอียดสีขาว ไม่มีกลิ่น น้ำหนักโมเลกุล 305.4 g mol^{-1} จุดเดือด 210 - 220 องศาเซลเซียส และมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 64.5 องศาเซลเซียส และมีสมบัติเป็นกรดอ่อน ซึ่งพบมากที่สุดในสารกลุ่มแคปไซซินอยด์

(2) ไดไฮโดแคปไซซิน เป็นสารที่มีปริมาณมากรองจากสารแคปไซซิน มีชื่อทางเคมีว่า N-[(4-hydroxy-3-methoxyphenyl) methyl]-8-methylnonanamide สูตรโมเลกุล

$C_{18}H_{29}NO_3$ สารนี้มีน้ำหนักโมเลกุล 307.44 g mol^{-1} มีจำนวนคาร์บอนอะตอม 18 ตัว คาร์บอนอะตอมที่สร้างพันธะคู่กับออกซิเจนจนถึงคาร์บอนอะตอมตำแหน่งสุดท้ายจะมีพันธะเดี่ยว ในธรรมชาติพบว่าสารแคปไซซินเปลี่ยนรูปเป็นสารไดไฮโดแคปไซซินได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชั่น

(3) โฮโมแคปไซซิน เป็นสารที่พบในปริมาณน้อย พบว่ามีจำนวนคาร์บอนอะตอม 19 ตัว คาร์บอนอะตอมที่สร้างพันธะคู่กับออกซิเจนจนถึงคาร์บอนอะตอมตำแหน่งสุดท้ายจะเป็นพันธะคู่

(4) โฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน เป็นสารที่พบในปริมาณน้อย พบว่ามีจำนวนคาร์บอนอะตอม 19 ตัว คาร์บอนอะตอมที่สร้างพันธะคู่กับออกซิเจนจนถึงคาร์บอนอะตอมตำแหน่งสุดท้ายจะเป็นพันธะเดี่ยว

(5) นอร์ไฮโดรแคปไซซิน เป็นสารที่พบปริมาณมากรองจากสารไดไฮโดรแคปไซซิน และเป็นสารในกลุ่มแคปไซซินอย์ที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมน้อยที่สุด คือ 17 ตัว

2.7.5.2 วิธีการทดสอบความเผ็ด (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2554ง)

ผู้ที่วัดค่าความเผ็ดแบบคนแรกเป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมนีชื่อ วิลเบอร์ สโควิลล์ (WilburScoville) ใน พ.ศ.2455 โดยในช่วงนั้นเขาได้ตั้งชุดทดสอบขึ้นมาประกอบด้วยกลุ่มคนซึ่งจะทำหน้าที่ในการชิมและให้คะแนนพริก หลักการของวิธีนี้ โดยการทำให้สารละลายที่สกัดได้จากพริกเจือจางลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งสารละลายนั้นไม่มีความเผ็ดเหลืออยู่เลย พร้อม ๆ กับการจดบันทึกว่าทำการเจือจางทั้งหมดกี่ครั้ง ถ้ามีการเจือจางมากครั้งก็แสดงว่าพริกนั้นเผ็ดมาก ถ้าเจือจางน้อยครั้งก็แสดงว่าเผ็ดน้อย และนำค่าการเจือจางรายงานค่าความเผ็ดในหน่วยที่เรียกว่า Scoville Heat Unit (SHU) (Scoville, 1912 ; Weaver, 1984) ซึ่งค่าดังกล่าวจะเป็นตัวกำหนดคุณภาพและราคาของผลิตภัณฑ์ประเภทพริกได้

Toontom, Posri, Lertsiri, and Meenune (2016) ได้ศึกษาผลของการอบแห้งต่อความเผ็ดกลิ่นฉุนของพริกแห้งที่ผ่านกระบวนการทำแห้ง 3 วิธีได้แก่ freeze(FD), hot air (HD) และ sun (SD) โดยทำการทดสอบผู้บริโภค 120 คนที่ไม่ผ่านการฝึกฝน และผู้ที่ผ่านการฝึกฝน 15

คน ใช้วิธีทางประสาทสัมผัส 9-point hedonic scale ซึ่งใช้สารละลายมาตรฐาน 1-penten-3-one (1P3O) (สารสำคัญที่ให้คุณลักษณะกลิ่นฉุน) และแคปไซซิน (สารที่ให้ความเผ็ด) ในการทดสอบระดับความฉุนได้ใช้ตัวอย่างพริกป่น 2.5 กรัมใส่ในขาดแก้วที่ห่อด้วยอลูมิเนียมฟอล์ยเพื่อป้องกันอิทธิพลจากสีและเป็นการควบคุมกลิ่นไม่ให้มีกลิ่นอื่นมาปะปน หลังจากนั้นให้ผู้ทดสอบสูดดมตัวอย่างแล้วกลั้นหายใจประมาณ 3-5 วินาที และทำการเช็ดจมูกด้วยกระดาษทิชชูเพื่อให้เตรียมพร้อมกับตัวอย่างถัดไป สำหรับความเผ็ดจะใส่ตัวอย่าง 2.5 กรัมลงในถ้วยชิม แล้วใช้ไฟสีแดง หลังจากนั้นให้ผู้ทดสอบชิม แล้วให้คะแนนความเผ็ด ก่อนชิมตัวอย่างถัดไปให้ดื่มน้ำตาล 10% ในน้ำเปล่า ตามด้วยน้ำเปล่าอีก 5 ครั้ง แล้วพัก 5 นาทีถึงจะทำการทดสอบตัวอย่างถัดไป ผลทดสอบพบว่าพริกที่อบแห้งด้วยวิธี FD ให้ความเผ็ดมากที่สุด และยังให้กลิ่นฉุนสูงกว่า พริกแห้ง HD และ SD ถึงแม้ว่าผู้ทดสอบชิมจะไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่าพริกแห้ง FD และ HD ได้แต่จากผลทดสอบพบว่า HD เป็นพริกที่มีค่าความชื่นชอบมากที่สุด จากการศึกษาพบว่าวิธีการทดสอบจากมนุษย์เป็นไปตามวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกแห้งตามความต้องการของผู้บริโภคได้

2.7.6 จุลินทรีย์

ชาคริยา ฉลาด และสุนันทา ข้องสาย (2555) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับบ่งชี้ชนิดจุลินทรีย์และตรวจหาสารพิษอะฟลาทอกซินจากอาหารที่จำหน่ายในจังหวัดตรังจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ เต้าหู้ยี้ เต้าเจี้ยว ซีอิ๊ว ถั่วลิสงแห้ง ถั่วลิสงป่น พริกแห้ง พริกป่น หอม กระเทียมและเครื่องแกง รวม 100 ตัวอย่าง พบว่า 1) จุลินทรีย์ทั้งหมดที่แยกได้มี 15 สายพันธุ์ เป็นแบคทีเรีย 3 สกุล (*Bacillus, Staphylococcus* และ *Pediococcus*) เชื้อรา 4 สกุล (*Aspergillus*, *Fusarium, Syncephalastrum* และ *Penicillium*) โดยพบ แบคทีเรีย (7.6×10^6 CFU/g) และเชื้อรา (5.3×10^6 CFU/g) มีปริมาณสูงสุดในตัวอย่างอาหารถั่วลิสงป่น 2) การตรวจหาสารพิษอะฟลาทอกซิน บี1 ด้วยวิธี ELISA จากตัวอย่างอาหารทั้งหมด พบว่ามีอาหาร 24 ตัวอย่าง จากถั่วลิสงป่น ถั่วลิสงแห้ง พริกป่นและพริกแห้ง มีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน บี1 อยู่ในช่วง 26.08–289.52 ppb ซึ่งมีระดับสูงกว่าที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ (กำหนดไม่เกิน 20 ppb) ในทางตรงกันข้าม ตัวอย่างอาหารเต้าเจี้ยว หอม กระเทียมและเครื่องแกง มีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน บี1 อยู่ ในช่วง 0.00–2.84 ppb ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับต่ำ และไม่พบปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน บี1 ในตัวอย่าง อาหารเต้าหู้ยี้และซีอิ๊ว

2.7.7 สิ่งแปลกปลอม

สิ่งแปลกปลอม (Light Filth) หมายถึง สิ่งที่น่ารังเกียจ ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เป็นชิ้นเล็กๆ (Particles) ลอยในชั้นน้ำมัน แยกจากผลิตภัณฑ์โดยใช้ส่วนผสมที่เป็นของเหลวที่มีชั้นน้ำมัน ตัวอย่างสิ่งแปลกปลอม เช่น แมลงทั้งตัว ชิ้นส่วนแมลง ขนสัตว์ฟันแทะ ขนนก (Feather Barbules) เป็นต้น

2.7.7.1 การวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอม

แบ่งวิธีวิเคราะห์เป็น 2 วิธีดังนี้

(1) วิธีที่ไม่มีการย่อยตัวอย่าง วิธีนี้จะใช้วิธีวิเคราะห์ที่เรียกว่า Heptane Water ซึ่งสามารถตรวจสิ่ง ปนปลอมได้อย่างรวดเร็ว

(2) วิธีที่มีการย่อยตัวอย่าง (digest) การวิเคราะห์วิธีนี้จะต้องนำตัวอย่างมาย่อยด้วยกรด HCl เข้มข้น และให้ความร้อนด้วย Autoclave หรือ hot plate ตัวอย่างที่ใช้ตรวจ เช่น ก๋วยเตี๋ยว มะกะโรนี สปาเกตตี้ และขนมปัง เป็นต้น (ทนงพันธ์ สัจจปาละ, 2557)

2.7.8 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือ ค่า pH เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้เพื่อบอกระดับความมากน้อยของความเป็นกรด หรือด่างของสารละลาย ในทางวิทยาศาสตร์ pH มีค่า เท่ากับ logarithm ของความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน ซึ่งค่า pH สัมพันธ์โดยตรงกบอัตราส่วนของไฮโดรเจนอิออนและไฮดรอกซิลอิออนถ้าสารละลายไฮโดรเจนอิออนมากจะยิ่งเป็นกรดมาก แต่ถ้าปริมาณไฮดรอกซิลอิออน มีมากกว่าไฮโดรเจนอิออนสารละลายนั้นจะเป็นด่างและถ้าอิออนทั้งสองมีปริมาณเท่ากัน สารละลายนั้นจะเป็น กลาง และเนื่องจากจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียและก่อให้เกิดโรคมีความสามารถในการเจริญในอาหารที่มีค่า pH ในแต่ละช่วงต่างกัน ดังนั้น

2.7.8.1 อาหารจึงถูกแบ่งตามสภาพความเป็นกรด-ด่างออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

(1) อาหารหรือเครื่องดื่มที่มีสภาพเป็นกรด จะมีค่า pH ต่ำกว่า 4.6 เช่น น้ำส้ม น้ำมะนาว น้ำสับปะรด เป็นต้น ซึ่งความเป็นกรดจะทำให้สปอร์ของจุลินทรีย์ไม่เติบโต

รวมทั้งมีความทนทานต่อความร้อนต่ำ การฆ่า เชื้อจะเน้นที่เชื้อยีสต์และรา ดังนั้นจึงสามารถใช้ความร้อนที่อุณหภูมิน้ำเดือดปกติ 100 องศาเซลเซียส ในการฆ่าเชื้อได้

(2) อาหารหรือเครื่องดื่มที่มีสภาพเป็นกรดต่ำ จะมีค่า pH สูงกว่า 4.6 ได้แก่ น้ำผักต่างๆ นมสด ชา กาแฟ เป็นต้น ซึ่งในสภาพการบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทหรือไร้อากาศจะเหมาะต่อการเจริญและสร้างสารพิษ ของเชื้อ *Clostridium botulinum* นอกจากนี้ เชื้อดังกล่าวยังสามารถสร้างสปอร์ที่มีความทนทานต่อความร้อน ดังนั้นการฆ่า เชื้อจึงต้องใช้ความร้อนสูงถึง 116-121 องศาเซลเซียส

2.7.8.2 การวัดค่า pH ของอาหาร แบ่งออกได้เป็น 2 วิธี

(1) Colorimetric method หรือวิธีการวัดโดยดูการเปลี่ยนแปลงของสี ซึ่งจะทำโดยใช้สีที่ไวต่อการ เปลี่ยนแปลงในช่วงจำเพาะของค่า pH นั้นๆ ดังนั้นสีที่เลือกใช้ควรเป็นสีที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดที่ค่า pH ของสารละลายที่จะวัด กรณีที่ใช้สารละลายอินดิเคเตอร์การหาค่า pH จะทำโดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนสีกับมาตรฐาน และ การใช้กระดาษวัดpH ซึ่งเป็นกระดาษแถบที่ผ่านการเตรียมด้วยสีอินดิเคเตอร์เพื่อหาค่า pH ทำโดย หยดสารละลายหรือผลิตภัณฑ์อาหารที่จะทดสอบลงบนกระดาษแถบวัด pH นี้กระดาษจะเปลี่ยนสีตามค่าความ เป็นกรด-ด่างของตัวอย่างที่จะนำมาทดสอบ แล้วนำไปเทียบกับมาตรฐานเพื่อบอกค่า pH อย่างไรก็ตาม ค่า pH ที่ได้จากวิธีการเหล่านี้เป็นค่าโดยประมาณ

(2) วิธีการวัดทางไฟฟ้าโดยใช้เครื่องวัด pH เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เครื่องจะทำงานโดยวัดค่าความ ต่างศักย์ที่เกิดขึ้นระหว่าง glass และ reference electrodes ขณะจุ่มอยู่ในสารละลายที่ จะวัด แล้วเปลี่ยนค่าความต่าง ศักย์ไปเป็นค่า pH ซึ่งจะอ่านได้โดยตรงจากเครื่องวัด pH โดยแบ่งเป็น 2 แบบคือ digital meter ซึ่ง แสดงค่า pH เป็นตัวเลข และ analog meter ที่แสดงค่าเป็น pH ด้วยเข็มและสเกล (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2556)

วิภาวดี สาแดง และคณะ (2558). การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งและน้ำพริกเห็ดแครง ที่บรรจุในขวดแก้วปิดสนิทโดยผ่านการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 98±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เย็น (4±2 องศา-เซลเซียส) เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็นมีค่า pH เพิ่มขึ้น

วิลัศนา โพธิ์ศรี และคณะ (2550) ในการวิจัยโครงสร้างกลิ่นและรสที่สำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องจิ้มสมุนไพรซึ่งส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค จากการวิเคราะห์ค่าสีของน้ำพริกตาแดงสูตร SH ที่มีปริมาณหอมแดงและมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง และได้รับคะแนนความชอบจากผู้บริโภคมากกว่าสูตรอื่นนั้น ในการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำพริกตาแดงที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าค่า pH เพิ่มขึ้น

2.8 สารสำคัญที่ทำหน้าที่ให้กลิ่นรสในพริกและผลิตภัณฑ์น้ำพริก

2.8.1 สารให้กลิ่นรส

สารประกอบระเหยในพริก พบว่ามีมากกว่า 125 ชนิด (Pino et al., 2007) โดยมีสารประกอบหลักๆ อยู่ในกลุ่ม phenol, aldehydes, acids, ketones, alchohol, ethers, nitrogen compound, aromatic hydrocarbons, alkane, esters และ lactones (Mateo, Aguirrezabal, Dominguez, & Zumalacarregui,1997) และยังพบสารหอมระเหยในพริก 64 ชนิด (Luning, Theo de, Harry, & Jacques,1994) โดยมี 6 ชนิดหลัก คือ hexanal, 2-isobutyl-3-methoxypyrazine, 2,3-butanedione, 3-carene, trans-2-hexanal และ linalool โดยพบว่า 2,3-butanedione, 3-carene, trans-2-hexanal และ linalool จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อผลพริกสุกมากขึ้น (Mazida, Salleh, & Osman, 2005)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 2.2 สารประกอบระเหยได้ที่พบในพริก

กลุ่มสารเคมี	สารประกอบ	กลิ่นรส
Aldehydes	(Z)-3-hexanal	Green, grassy, fresh aroma
	(E)-2-hexanal	
	Hexanal	
	(E,Z)-2,6-nonadienal	Cucumber odor
	(E,E)-2,4-decadienal	Fried chicken odor
	(E,Z)-2,4-decadienal	
	Benzaldehyde	Almond note
Alcohols	(Z)-3-hexanal	Green, grassy, fresh aroma
	(E)-2-hexanal	
	Hexanal	
Esters	Methyl salicylate	Wintergreen-like odor
	Hexyl isopentanoate	Fruity notes, apple
	(Z)-3-hexanyl isopentanoate	Fruity, sweet green, apple-like
	Hexyl pentanoate	Fruity odor notes
	Ethyl acetate	Sweet odor
Terpenes	(E)-β-ocimene	Rancid, sweaty odor
	Limonene	Citrus odor
	Linalool	Floral
	3-carene	Red bell pepper, rubbery
Ketones	1-penten-3-one	Chemical/ pungent, spicy odor
	2,3-butanedione	Caramel odor
	Non-1-en-4-one	Sweet mushroom-like odor, contribute to cooked bell pepper Aroma
	Non-(E)-2-en-4-one	
	Nona-(E,E)-2,5-dien-4-one	
	2-heptanone	
	Hept-(E)-3-en-2-one	
	β-ionone	Violet-like, fruity, woody
Bases	2-methoxy-3-isobutylpyrazine	Green bell pepper odor
Furans	Furfural	Almond note
	2-pentylfuran	

ที่มา : Carolina & Sheryl, 2010

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.8.2 กลไกการเปลี่ยนแปลงของสารให้กลิ่นรสในพริกระหว่างกระบวนการแปรรูป

กระบวนการแปรรูปของพริกนั้นมีมากมาย เช่น การอบแห้ง การรมควัน การบรรจุกระป๋อง การดอง และการแช่แข็ง เป็นต้น ในแต่ละการผลิตก็มีกระบวนการและปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสของพริกในกระบวนการต่าง ๆ (Mateo et al.,1997)

2.8.2.1 การอบแห้ง

กลุ่มของสารประกอบระเหยในพริก ได้แก่ acid, alcohol, ketone, aldehyde, ester, pyrrole, furan และ hydrocarbon นั้นเมื่อผ่านการทำแห้งแล้ว เกิดความแตกต่างของสารประกอบระเหยใน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ลดลง หายไป หรือเปลี่ยนรูปไป ได้แก่ 5-methyl-undecance และ 2,3-dihydro-3 ส่วนกลุ่มที่เพิ่มขึ้น คือ 5-dihydroxy-6-methyl-4-(4H)-pyranone ที่สามารถพบได้ในพริกแห้งทุกชนิด ซึ่งให้กลิ่นของสมุนไพรและคาราเมล ในการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์ที่ 37 องศาเซลเซียส พบว่ามีสาร acetic acid เพิ่มขึ้นและสารประกอบที่สามารถพบเฉพาะในการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ ได้แก่ 2-methyl-tridecane (mild waxy odour); 2,3-butanediol (onion-like odour); dihydro-2(3H)-furanone (creamy odour); 1-methyl-1H-pyrrole (herbal odour); tetramethylpyrazine (nutty odour) และ 2-methyl-propanoic acid (cheesy odour) พบสารประกอบระเหย 2-methylpropionic และ 2-methylbutyric acid เกิดจากการย่อยสลายสายห่วงโซ่กรดไขมัน ที่เกิดขึ้นในกระบวนการออกซิเดชันอยู่ในรูปของสารประกอบ 2-acetyl pyrrole และ furfural มาจากตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งด้วย freeze dry และการอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน (Toontom, Meenune, Posri, & Lertsiri,2012)

Shimin, Ting, and Casimir (2014) พบสารประกอบระเหยทั้งหมด 65 ชนิดในพริกสดและพริกคั่ว จากเมล็ดของพริก Trichosanthes kirilowii ประเทศจีน โดยพบสายสั้นๆ ของสารประกอบ aldehydes ในเมล็ดดิบ และพบสารประกอบใหญ่ๆ ได้แก่ alkyl prrazine, 2-butanaol, ethanol และ 3-methylbutanal ในเมล็ดที่คั่วแล้ว ซึ่งเป็นกลิ่นที่ดีและเป็นกลิ่นเฉพาะที่ได้จากการคั่วพริก

Chairote and Intachum (2016) ได้ศึกษาผลกระของความร้อนในการอบแห้งต่อสารให้กลิ่นรสที่พบในพริกหนุ่ม โดยทำการวิเคราะห์พริกหนุ่มด้วยเครื่อง GC-MS จากพริกหนุ่มอบแห้ง (Hot Air Oven ที่ 60 องซาเซลเซียส, Hot Oven ที่ 100 องซาเซลเซียส และ Tray Dryer

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Oven ที่ 80 องซาเซลเซียส) พบสาร n-hexanal, furfural, 2-hexenal, 2-hexenol, δ-3-carene, α-pinene, δ-3-carene isomer, (E, E)-2, 4-decadienal, 2-methyltridecane, γ-himachalene, (E)-farnesene, pentadecanal and neophytadiene แต่หลังจากผ่านกระบวนการให้ความร้อนพบว่า n-hexenal, 2-hexenal and 2-hexenol มีปริมาณลดลง และมีการผลิต Furfural และ neophytadiene เพิ่มขึ้นยกเว้นวิธีอบแห้ง Tray dry นั้น จะไม่เกิด furfural และมีปริมาณสารกลิ่นรสน้อยลง ในทางกลับกัน การใช้เครื่องอบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการอบแห้งของพริกหนุ่ม

2.8.2.2 การบรรจุกระป๋อง

จากกระบวนการในการบรรจุกระป๋องพบว่าสารประกอบ 2-isobutyl-3-methoxypyrazine มีความเข้มข้นลดลงถึง 82 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับ jalapeno สด ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส หรือทำลายบางส่วนในสารประกอบที่จะใช้ในการประกอบอาหาร เนื่องจากความต่างอุณหภูมิในกระบวนการ (Huffman, Schadle, Villalon, & Burns, 1978)

2.8.2.3 การลวก

บางปัญหาด้านคุณภาพที่พบจากการทำแห้งและการแช่แข็งแบบไม่ลวกของผักทำให้เกิดกลิ่นรสไม่พึงประสงค์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้เกิดกลิ่นเหมือนฟางจากการทำปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ ดังนั้นการลวกจึงเป็นที่นิยมนำมาใช้ในการยับยั้งเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว อย่างไรก็ตาม การลวกส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารระเหยที่ต้องการ ในการลวกพริกหยวกก่อนนำไปทำแห้งนั้นส่งผลให้พริกแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ลดลงเมื่อเทียบกับพริกหยวกที่ไม่ลวกก่อนทำแห้ง แต่การลวกยังส่งผลให้กลิ่นรสที่ดี ความสดของสีลดลงมากกว่าพริกที่ไม่ลวก (Kuzniar, Bowers, & Craig, 1983)

2.8.2.4 การแช่แข็ง

ในกระบวนการแช่แข็งนั้น ทำให้น้ำในเซลล์ของผักก่อตัวเป็นน้ำแข็ง ส่งผลให้เอ็นไซม์และสสารในผนังเซลล์แตกออก นอกจากนี้ทำให้สารเคมีในกระบวนการทำงานของเอ็นไซม์ถูกชะลอ แต่ไม่หยุดในระหว่างที่ของเหลวแข็งตัว

เอนไซม์ Lypoxygenase ที่เป็นตัวเริ่มต้นปฏิกิริยาในการเกิด Aldehydes และ Alcohol ในปฏิกิริยาออกซิเดชัน ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะช่วยทำให้เกิดความสดและเกิดกลิ่นเขียว อย่างไรก็ตามการแช่แข็งเป็นระยะเวลานานสามารถทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้ ดังนั้นการลวกจึงเป็นวิธีที่สามารถลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในการแช่แข็งได้ (Nielsen, Larsen & Poll, 2003)

2.8.2.5 การผัด

การผัดถือเป็นการให้ความร้อนอย่างหนึ่งที่สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารให้กลิ่นรสโดยมีสาเหตุหลักจากความผันผวนในกระบวนการเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันทำให้เกิดการยับยั้ง pathway ซึ่งจะทำลายการเกิด 9-hydroperoxides (Wu, Liou, & Wang, 1986)

2.8.2.6 การคั่ว

การคั่ว (roasting) เป็นวิธีการทำให้อาหารสุก (cooking) โดยใช้ความร้อนแห้ง มักใช้กับอาหารที่มีชิ้นขนาดเล็ก เช่น ถั่วลิสง กาแฟ โกโก้ งา พริก ซึ่งระหว่างการคั่วมีการกวน คน พลิกกลับ อาหารอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ความร้อนส่งผ่านไปยังอาหารอย่างทั่วถึง อาหารที่ผ่านการคั่วจะมีความชื้นต่ำ เกิดกลิ่นหอม และเกิดสีน้ำตาลจากความร้อน :ซึ่งในการทำน้ำพริกหรือพริกแกงต่างๆ ที่นิยมในประเทศไทยส่วนใหญ่มีพริกเป็นส่วนประกอบ โดยการนำพริกไปคั่วก่อนจึงนำไปทำให้ละเอียด ดังนั้นวิธีการคั่วจึงเป็นวิธีการที่สำคัญอย่างนึงในการทำน้ำพริกของไทย (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2554ข; มนตรี น่วมจิตร์, จงกล สุภารัตน์, และศิริชัย ต่อสกุล, 2558)

2.9 การวิเคราะห์สารให้กลิ่นรสในพริกและผลิตภัณฑ์

2.9.1 GC-MS (Gas Chromatography – Mass Spectrometry) (โสมไสล วงค์จันตา และคณะ, 2556)

GC-MS เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารตัวอย่าง ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของเครื่อง GC ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการแยกองค์ประกอบของสารที่มีอยู่ในตัวอย่างให้ออกมาทีละองค์ประกอบก่อนที่จะเข้าสู่ detector และส่วนของเครื่อง MS ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ detector ในการตรวจสอบดูว่าองค์ประกอบต่างๆ ที่ผ่านออกมาจากเครื่อง GC นั้นมีเลขมวลเท่าไหร่ เพื่อที่จะระบุได้ว่า สารที่เราสนใจอยู่นั้นประกอบด้วยองค์ประกอบใดบ้าง

2.9.1.1 Gas Chromatograph (GC) ทำหน้าที่ในการแยกองค์ประกอบของสารที่สามารถระเหยกลายเป็นไอ (volatile organic compounds) ได้กลไกที่ใช้ในการแยกองค์ประกอบต่างๆ ในสารตัวอย่างอาศัยหลักการของความชอบที่แตกต่างกันขององค์ประกอบตัวอย่างที่มีต่อเฟส 2 เฟส คือ stationary phase และ mobile phase นอกจากนี้ยังสามารถใช้เฟสอยู่กับที่ในการแยกย่อย

(1) ประเภทของแก๊สโครมาโตกราฟีได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1.1) แก๊สโครมาโตกราฟีแบบของแข็ง (Gas-solid chromatography, GSC) จะใช้ของแข็ง เช่น ซิลิกาเจลเป็นเฟสอยู่กับที่ในการแยกสารที่เกิดขึ้นเป็นแบบการดูดซับ ดังนั้นการแยกสารขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการดูดซับของสารที่บรรจุในคอลัมน์ แต่โดยทั่วไปแล้วไม่เป็นที่นิยมในการใช้มากนัก

(1.2) แก๊สโครมาโตรกราฟีแบบของเหลว (Gas-liquid chromatography, GLC) จะใช้ของเหลวเป็นเฟสอยู่กับที่ ดังนั้นจึงต้องเคลือบของเหลวให้เป็นชั้นบางๆ บนของแข็งที่เฉื่อยที่เรียกว่า solid support กลไกการแยกสารที่เกิดขึ้น เป็นแบบพาร์ทิชันซึ่งสามารถใช้ได้ในอุณหภูมิที่กว้างและให้ผลการทดลองที่ดีกว่า CGS จึงทำให้ GLC เป็นที่นิยมใช้

(2) องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง GC แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

(2.1) Injector คือ ส่วนที่สารตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าสู่เครื่องแก๊สโครมาโตรกราฟีและระเหยเป็นไอก่อนที่จะเข้าสู่ column อุณหภูมิที่เหมาะสมของ injector ควรเป็นอุณหภูมิที่สูงพอที่จะทำให้สารสามารถระเหยได้ แต่ต้องไม่ทำให้สารสลาย ตัวอย่างของ injector ได้แก่ Split, Splitless, On column

(2.2) Oven คือส่วนที่ใช้สำหรับบรรจุ column และเป็นส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิของ column ให้เปลี่ยนไปตามความเหมาะสมกับสารที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งการควบคุมอุณหภูมิของ oven มี 2 แบบคือ

ก. Isothermal temperature

ข. Temperature programming ข้อดีของการทำ Gradient temperature คือสามารถใช้กับสารตัวอย่างที่มีจุดเดือดกว้าง และยังช่วยลดเวลาในการวิเคราะห์

(2.3) Detector คือ ส่วนที่จะใช้สำหรับตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างและดูว่าสารที่เราสนใจมีปริมาณเท่าใด

2.9.1.2 MS (Mass spectrometer) เป็น Detector ที่ใช้ตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง โดยอาศัยกลไก คือ โมเลกุลขององค์ประกอบที่ถูกแยกออกมาจากสารตัวอย่างโดยเครื่อง GC จะถูกไอออไนซ์ในสภาวะสุญญากาศแล้วตรวจวัดออกมาเป็นเลขมวล (Mass Number) เทียบกับฐานข้อมูลอ้างอิง Wiley 275.L แล้วแปลผลออกมาเป็นชนิดของสารที่ตรวจวัดได้

(1) องค์ประกอบที่สำคัญของ MS แบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่

(1.1) Ionization Source แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

ก. Electron Ionization (EI) เป็นการทำให้สารเกิด Fragment โดยใช้ลำ Electron ซึ่ง Ionization chamber ต้องมีความดันต่ำประมาณ 10^{-8} Torr โดย Electron จาก Filament ที่ร้อนจะถูกโฟกัสผ่านห้องนี้ และถูกดึงเข้าหา repeller voltage ที่มีความต่างศักย์ 70 โวลต์ ซึ่งจะให้พลังงานกับ electron เป็น 70 eV ทำให้ของผสมที่ซับซ้อนของไอออนเกิดการแตกหัก (Fragmentation) ที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและความอุดมสัมพัทธ์

ข. Chemical Ionization (CI) เป็นการทำให้สารเกิดการ Fragment ด้วยวิธีทางเคมีผสมสารตัวอย่าง (ความดัน 10^{-4} Torr) เข้ากับแก๊สที่ทำปฏิกิริยาด้วย (ความดัน 1 Torr) แล้วผ่านสารผสมเข้าไปใน Ionization chamber โดยการทำให้เกิดการ Fragment ด้วยการชนกันกับ Electron เช่นเดียวกัน แก๊สที่ใช้ได้แก่ Methane, Isobutane, Ammonia

(1.2) Mass Analyzer เป็นเครื่องวิเคราะห์มวล มีหลายแบบ คือ Magnetic-sector analyzer, Electrostatic analyzer, Time-of-flight analyzer, Ion cyclotron resonance

analyzer, Quadrupole mass spectrometer ใช้หลักการวิเคราะห์ด้วยสนามแม่เหล็ก คือเป็น Path-stability mass spectrometer ซึ่งมีแหล่งผลิต ion source 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะทำให้ตัวอย่างกลายเป็นไอออน และส่วนที่สอง ทำให้สารมาตรฐานกลายเป็นไอออน ลำไอออนทั้งสองจะถูกบังคับให้ผ่านเครื่องแยกไอออนชุดเดียวกัน ดังนั้นไอออนทั้งหมดจะได้รับอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กในสภาวะเดียวกัน แต่ถูกตรวจวัดด้วยเครื่อง Detector แยกกันซึ่งมีข้อดีคือ ทำให้สามารถวัดมวลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

(1.3) Detector โดยทั่วไปมีหลายอย่าง คือ Faraday cup detector, Electron multiplier detector, Scintillation counter detector, Photographic plate detector

2.9.1.3 หลักการทำงานของเครื่อง GC-MS

เตรียมสารตัวอย่างให้เรียบร้อย แล้วนำสารตัวอย่างมาฉีดเข้าทาง injector ของเครื่อง GC จากนั้นสารก็จะถูกแยกออกจากกันเป็นองค์ประกอบต่างๆ เมื่อผ่านเข้าสู่ column ที่อยู่ใน oven แต่สารที่จะนำมาฉีดนั้นต้องเป็นสารละลายใสไม่มีตะกอน จากนั้นองค์ประกอบใดที่ถูกแยกออกมาจาก column ก่อนก็จะผ่านเข้าไปสู่เครื่อง MS ซึ่งมีสภาวะเป็นสุญญากาศก่อนแล้วเข้าไปเจอกับion source ซึ่งทำหน้าที่ ionize โมเลกุลที่ผ่านเข้ามา ทำให้กลายเป็นประจุ จากนั้นประจุเหล่านั้นก็จะเดินทางผ่านเครื่องคัดเลือกและแยกแยะขนาดของประจุ (Mass Analyzer) ดูว่าประจุเหล่านั้นประกอบไปด้วยขนาดมวลเท่าใดบ้าง ก่อนที่จะเดินทางเข้าสู่เครื่องวัดปริมาณประจุ (Detector) เพื่อตรวจหาปริมาณของประจุแล้วแปรผลออกมาเป็นปริมาณขององค์ประกอบแต่ละตัวที่มีอยู่ในสารตัวอย่างนั้น

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.9.1.4 ข้อจำกัด

สารตัวอย่างต้องเป็นสารระเหยง่ายเมื่อฉีดเข้าไปในเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีแล้วต้องมีความเสถียร ไม่เกิดการสลายตัวเมื่อถึงอุณหภูมิที่ทำการระเหย นอกจากนี้แก๊สโครมาโตกราฟียังมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์สารโมเลกุลไม่มีขั้วหรือสารที่มีความเป็นขั้วเล็กน้อยจะสามารถแยกแยะโมเลกุลของสารอินทรีย์ได้เพียงร้อยละ 20 แต่สามารถทำให้วิเคราะห์สารต่างๆได้เพิ่มขึ้นด้วยการทำอนุพันธ์เทคโนโลยีในปัจจุบัน เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีได้รับการพัฒนาทุกๆส่วนประกอบ รวมไปถึงการพัฒนาโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน การวิเคราะห์และการรายงานผลของเครื่องมือในปัจจุบันที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย (นันทิยา พาหุมันโต, 2552)

2.9.1.5 ข้อดีและข้อเสียของเครื่อง GC-MS

(1) สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งแบบทั่วไปและแบบเฉพาะเจาะจงให้sensitivity สูง

(2) สามารถบ่งชี้ชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างได้

(3) สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

(4) ราคาแพง และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องสูง

(5) ต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญจำเพาะเจาะจง

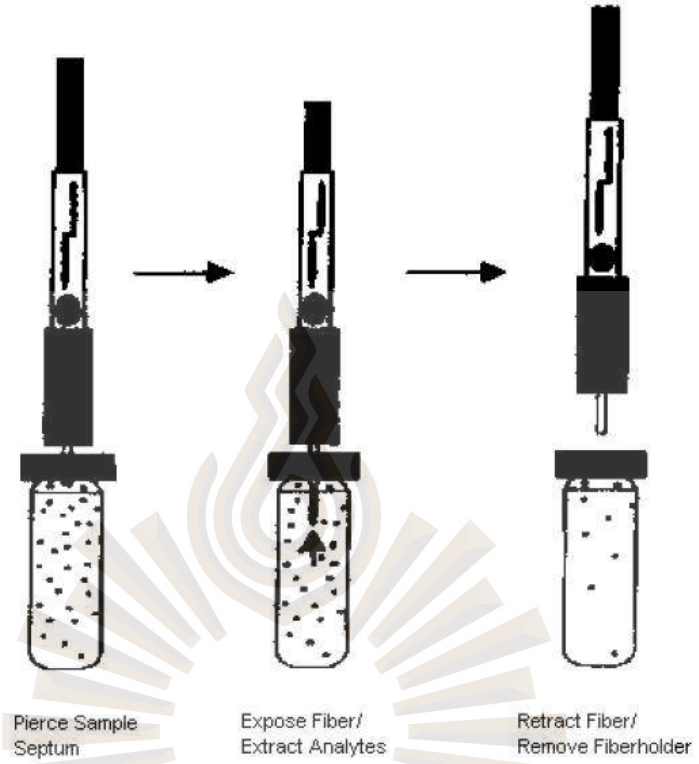
2.9.1.6 Solid-Phase Microextraction (SPME)

รูปที่ 2.3 ประเภทและส่วนประกอบของ Solid-Phase Microextraction (SPME)

ที่มา : นันทิยา พาหุมันโต, 2552

Solid phase microextraction (SPME) เป็นเทคนิค headspaceในการสกัดและเก็บสารตัวอย่างที่ได้รับความนิยมมากใน ด้านเคมีวิเคราะห์ ได้ถูกเผยแพร่โดย Janus Pawliszyn ในปี 1990 ดังรูปที่ 2.3 หลักการทำงานของ SPME (รูปที่ 2.4 และรูปที่ 2.5) คือสาร polymer ที่ coated บน silica fiber จะทำหน้าที่ absorb สารตัวอย่างที่เป็น Volatile Compounds ในขวดเก็บตัวอย่าง แล้วนำ fiber ที่ absorb สารตัวอย่างแล้วมาฉีดใน injector port ของ GC หรือ GC-MS ที่ร้อนเพื่อทำการ

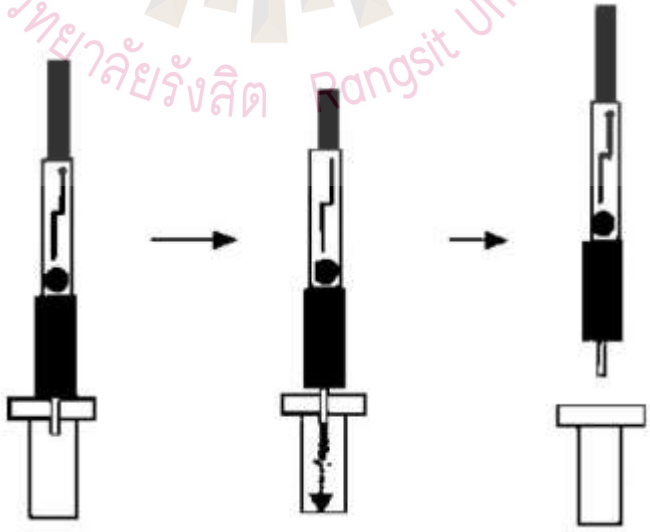
Desorb สารตัวอย่าง และนำมาวิเคราะห์ผลด้วย GC หรือ GC-MS สาร polymer ที่ coated บน fiber จะแตกต่างกันการเลือกใช้งานขึ้นอยู่กับ สารตัวอย่างที่เราต้องการวิเคราะห์



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการสกัดด้วย Solid-Phase Microextraction (SPME)

ที่มา : นันทิยา พาหุมันโต, 2552

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการปล่อยสารระเหยเข้าสู่เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

ที่มา : นันทิยา พาหุมันโต, 2552

(1) ชนิดของสาร polymer ที่เคลือบบน silica fiber เช่น

(1.1) 100 um polydimethylsiloxane (100 um PDMS) สำหรับสาร Volatiles

(1.2) 7 um polydimethylsiloxane สำหรับสารที่เป็น Nonpolar High Molecular Weight Compounds

(1.3) 85 um polyacrylate สำหรับสารที่เป็น Polarsemivolatiles 70 um Carbowax/divinylbenzene สำหรับ Alcohols and Polar Compounds

(1.4) 50/30 um divinylbenzene/Carboxen สำหรับสารที่เป็น Odor Compounds เป็นต้น

2.9.2 Sensory Evaluation (ธงชัย สุวรรณสิชณ์, 2550)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เป็นกฎเกณฑ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อวัดค่า วิเคราะห์ผลและสรุปผลจากปฏิกิริยาต่างๆ ต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากความรู้สึกของมนุษย์ในแง่การมองเห็น การสัมผัส และการได้ยิน เป็นต้น ผลของการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์การรับรู้ผลิตภัณฑ์ว่ามีความเป็นเอกภาพและมีความสำคัญต่อการยอมรับของมนุษย์ได้ ปฏิกิริยาของมนุษย์ต่อผลิตภัณฑ์สามารถที่จะอธิบายได้ในลักษณะที่คล้ายกับการวิเคราะห์ทางด้านเคมี กายภาพ และทางด้านชีวภาพของผลิตภัณฑ์ โดยแบ่งการประเมินทางประสาทสัมผัสได้เป็น 3 ประเภท ตามลักษณะที่ต้องการ คือ

2.9.2.1 การทดสอบแยกความแตกต่าง (discriminative test)

เป็นการทดสอบเพื่อการวิเคราะห์ตัวอย่างหรือผลิตภัณฑ์ประเภทหนึ่ง สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ การทดสอบความต่าง (Difference Test) และ การทดสอบความไว (Sensitivity test) วิธีการทดสอบความต่าง ได้แก่ การเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ (Paired Comparison Test) เป็นวิธีที่มีการเสนอ 2 ตัวอย่างพร้อมกันเพื่อให้ผู้ทดสอบเปรียบเทียบตัวอย่าง 2 ตัวอย่างในลักษณะประมาทสัมผัสเฉพาะที่ต้องการเปรียบเทียบความแตกต่าง ในทิศทางที่มากกว่าหรือน้อยกว่ากัน วิธีการนี้เรียกอีกอย่างว่า 2AFC (Two Alternative Forced Choice Test)

การเลือกตัวอย่างที่เหมือนกับตัวอย่างอ้างอิงจากตัวอย่างคู่ (Duo-Trio Test) เป็นการทดสอบความแตกต่างในตัวอย่างที่นำมาทดสอบ 2 ตัวอย่าง โดยผู้ทดสอบจะดำเนินการทดสอบตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง (A และ B) ที่เรียกว่า Duo พร้อมกับอีกหนึ่งตัวอย่างเรียกว่า ตัวอย่างมาตรฐาน ที่เลือกมาจากตัวอย่างใดตัวอย่างหนึ่งใน 2 ตัวอย่าง ผู้ทดสอบจะต้องบอกว่าตัวอย่างใดในสองตัวอย่างที่มีลักษณะเหมือนกับตัวอย่างมาตรฐาน การทดสอบวิธีการนี้ความน่าจะเป็นที่ผู้ทดสอบจะมีโอกาสตอบได้ถูกต้องเท่ากับ 1 ใน 2 หรือ 50%

การเลือกตัวอย่างที่แตกต่างจากสามตัวอย่าง (Triangle Test) เป็นการทดสอบความแตกต่างในตัวอย่างที่นำมาทดสอบ 2 ตัวอย่าง เช่นตัวอย่าง A และ B โดยมีการนำเสนอตัวอย่างพร้อมกันให้ผู้ทดสอบจำนวน 3 ตัวอย่างที่มีเลขรหัส 3 หลักกำกับ ซึ่งรูปแบบที่นำเสนอให้ผู้ทดสอบแต่ละคนสุ่มเสนอเป็นรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งใน 6 รูปแบบคือ AAB ABA BAA ABB BAB หรือ BBA โดยผู้ทดสอบจะต้องประเมินหาตัวอย่างที่แตกต่างหรือตัวอย่างคี่ (Odd Sample) ออกมาจากตัวอย่างคู่ที่เหมือนกัน (Identical Samples) การทดสอบนี้นอกจากจะมีประสิทธิภาพในการหาความแตกต่างแล้วยัง สามารถนำการทดสอบนี้ไปใช้ในการคัดเลือกผู้ทดสอบว่ามีความสามารถในการแยกแยะความแตดต่างได้ดีหรือไม่เพราะโอกาสความน่าจะเป็นคือ 1 ใน 3 เท่านั้น

การจัดลำดับ (Ranking Test) การทดสอบนี้เหมาะสำหรับในกรณีที่มีตัวอย่างที่ต้องการเปรียบเทียบความแตกต่าง 3 ตัวอย่างขึ้นไป ผู้ทดสอบจะประเมินอย่างที่ได้รับตามลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ผู้ดำเนินการทดสอบต้องการศึกษาโดยผู้ทดสอบจะทำการเรียงลำดับความเข้มของตัวอย่าง ตามลักษณะทางประสาทสัมผัสนั้น

การทดสอบความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม (Difference-From-Control) วิธีนี้มีการเสนอตัวอย่างที่กำหนดให้เป็นตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างอ้างอิง หรือตัวอย่างมาตรฐานให้กับผู้ทดสอบก่อนเพื่อใช้เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ต้องการทดสอบอีก 1 ตัวอย่างหรือมากกว่า วิธีนี้ผู้ทดสอบจะอธิบายความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ออกมาเป็นระดับค่าคะแนนความแตกต่างเทียบกับตัวอย่างควบคุมว่ามีความแตกต่างมากน้อยแค่ไหน ตัวอย่างระดับค่าคะแนนความแตกต่างที่ใช้เช่น 0 ถึง 10 โดยที่ 0 หมายถึงไม่มีความแตกต่างไปจนถึง 10 หมายถึงแตกต่างมากที่สุดจากตัวอย่างควบคุม

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.9.2.2 การทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive Test)

เป็นการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่นักวิจัยทางด้านนี้จะสนใจในเรื่องการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มากกว่าแค่มีอะไรแตกต่างกัน ดังนั้น วิธีการทดสอบเพื่อหาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาจะสามารถช่วยในการแยกแยะลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสำคัญในผลิตภัณฑ์ และยังให้ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความเข้มของลักษณะทางประสาทสัมผัสว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใดในตัวอย่างที่นำมาประเมิน การทดสอบแบบเชิงพรรณนาเป็นการทดสอบเชิงวิเคราะห์จึงนำมาใช้ในงานที่ต้องการศึกษาหาส่วนผสม หรือตัวแปรของกรรมวิธีการผลิต ว่ามีผลอย่างไรต่อคุณลักษณะสำหรับผลิตภัณฑ์ เพื่อศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับส่วนผสมและกรรมวิธีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือกรรมวิธีการผลิต การตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางประสาทสัมผัสต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษา การหาความสัมพันธ์ระหว่างการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัส กับการวัดค่าทางกายภาพ หรือเคมี วิธีการทดสอบนี้จะให้ข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบประกอบด้วย

(1) การอธิบายการรับรู้ลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่าง ได้แก่ ลักษณะที่มองเห็น (Appearance) เช่น สี ขนาด รูปร่าง เป็นต้น กลิ่นรส (Aroma) เป็นความรู้สึกที่สัมผัสได้ทางจมูก กลิ่นรส(Flavor) เป็นความรู้สึกภายในปากทางด้านกลิ่นรส และความรู้สึกอื่น ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น ร้อน เผ็ด เย็น เนื้อสัมผัส (Texture) เป็นความรู้สึกด้านแรงที่ใช้ในการบดเคี้ยวตัวอย่างและลักษณะทางด้านรูปร่าง รูปทรง ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสัมผัสด้วยมือหรือภายในเยื่อบุช่องปาก เหงือก ลิ้น เพดานปาก ความรู้สึกอื่นๆ เช่นความรู้สึกที่เกิดขึ้นภายหลังการกลืนตัวอย่าง (Aftertaste)

(2) ปริมาณ หรือ ความเข้มของลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่าง (Intensity) ว่ามีอยู่ในปริมาณเท่าไหร่โดยใช้สเกลในการวัดค่าที่กำหนดขึ้นตามมาตรฐานการทดสอบในแต่ละการทดสอบ เช่นแบบ Category scale, Line scale หรือ Magnitude estimation scale เป็นต้น

(3) ลำดับการรับรู้ (Order of Perception) เป็นลำดับก่อนหลังของความรู้สึกที่รับรู้ได้ในลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่าง ทั้งก่อนและหลังชิมตัวอย่าง ซึ่งเป็นความรู้สึกของลักษณะที่หลงเหลืออยู่หลังจากชิมตัวอย่างแล้ว เช่นความรู้สึกคอแห้ง ขมติดคอ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

(4) ความรู้สึกโดยรวม (Overall Impression) เป็นความรู้สึกโดยรวมของกลุ่มลักษณะทางประสาทสัมผัส เช่นความเข้มของกลิ่นโดยรวม ความเข้มของกลิ่นรสโดยรวม ความเป็นเนื้อเดียวกัน การทดสอบเชิงพรรณนาในเชิงวิเคราะห์จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ผู้ทดสอบที่ได้รับการคัดเลือกและผ่านการฝึกฝนมาแล้วเป็นอย่างดีเป็นผู้ทำการประเมินตัวตัวอย่าง โดยที่คณะผู้ทดสอบจะมีการบันทึกความรู้สึกเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ มีการกำหนดคำศัพท์และคำจำกัดความที่ใช้ในการอธิบายลักษณะทางประสาทสัมผัสร่วมกัน และกำหนดระดับความเข้มของความรู้สึกซึ่งเป็นสัญลักษณ์ ตัวหนังสือ หรือตัวเลข เป็นต้น สำหรับวิธีการทดสอบเชิงพรรณนามีอยู่หลายวิธี ได้แก่ วิธีการทดสอบหาข้อมูลเฉพาะทางกลิ่นรส (Flavor Profile Method)วิธีการทดสอบหาข้อมูลเฉพาะทางเนื้อสัมผัส (Texture Profile Method) วิธีวิเคราะห์แบบพรรณนาเชิงปริมาณ (Quantitative Descriptive Analysis) วิธีวิเคราะห์สเปคตรัมลักษณะทางประสาทสัมผัส (Sensory Spectrum Analysis) และวิธีการหาข้อมูลลักษณะเฉพาะทางประสาทสัมผัสแบบเลือกอิสระ (Free Choice Profiling Method)

2.9.2.3 การทดอบความชอบ หรือการยอมรับ (Affective Test)

เป็นวิธีที่ใช้เพื่อทดสอบความรู้สึกของผู้ทดสอบในแง่ความชอบ หรือการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ผู้ทดสอบในการทดสอบนี้คือ กลุ่มคนทั่วไป ไม่ต้องจำเป็นได้รับการฝึกฝน การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Untrained Panel) หรือผู้บริโภคทั่วไป เหมาะสำหรับการหาความชอบหรือการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ (Consumer Test) การสำรวจความต้องการของผู้บริโภค (Consumer Survey) ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบนี้จะช่วยทำให้ผู้ที่นำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค การศึกษาความเป็นไปได้ที่ผลิตภัณฑ์จะประสบความสำเร็จในการวางจำหน่าย สำหรับวิธีการทดสอบหาความชอบหรือการยอมรับสามารถใช้วิธีเชิงคุณภาพ (Qualitative Test) เช่นการอภิปรายกลุ่ม (Focus Group Discussion) หรือวิธีการทดสอบหาความชอบและการยอมรับในเชิงปริมาณ (Quantitative Tests) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

(1) การทดสอบความชอบ (Paired Preference Test)

(1.1) การทดสอบเปรียบเทียบแบบคู่ (Paired Comparison) ในการทดสอบนี้จะมีเงื่อนไขปกติสำหรับการทดสอบผลิตภัณฑ์ที่ประยุกต์ใช้ในการประเมินทาง

ประสาทสัมผัสในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างรหัสควรจะมีลักษณะเหมือนกันในทุก ๆ ลักษณะ ยกเว้นลักษณะที่ต้องการทราบ และทำการผันแปรลักษณะนั้น ๆ เป็นสิ่งทดลอง

(1.2) การทดสอบลำดับความชอบ (Ranking for Preference) เพื่อเป็นการช่วยให้นักพัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถสืบค้นสูตรผลิตภัณฑ์สำหรับการทดสอบ ผู้บริโภค ตัวอย่างที่แตกต่างกันจะถูนำเสนอเพื่อประเมินความชอบกับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้ทำการฝึกฝนมาก่อน ผู้บริโภคที่มีการทดสอบผลิตภัณฑ์และได้ลำดับผลิตภัณฑ์ที่สูงจะถูกเลือกเป็นผู้บริโภคสุดท้ายในการทดสอบต่อไป ผลิตภัณฑ์ที่ถูกลำดับที่สูงสุดโดยผู้บริโภคสามารถถูกนำเสนอเป็นผลิตภัณฑ์ในการประเมินผู้บริโภคเพื่อตรวจสอบความชอบระหว่างผลิตภัณฑ์ด้วยกันหรือกับผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาด

(2) การทดสอบการยอมรับ (Acceptance Tests)

(2.1) การใช้สเกล (Hedonic Scaling) ในสมัยก่อนมีการใช้สเกล 7 จุด เป็นเครื่องมือในการสำรวจลักษณะของอาหาร (Gatchalian, 1981) แต่พบว่าผู้บริโภคพยายามหลีกเลี่ยงค่าเกินความจริง สเกล 7 จุด อาจให้เฉพาะ 5 ทางเลือกอย่างมีประสิทธิรูปในสเกลของ ชอบหรือไม่ชอบ เพื่อแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องดังกล่าว สเกลแบบ 9 – point hedonic scaling ได้ถูกพัฒนาขึ้นในปี 1955 และพบว่ามีความไวมากกว่าสเกลที่สั้น (Cross et al., 1978) และต่อมาสเกลแบบ 9 จุดและความแปรปรวนของสเกลดังกล่าวได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางขึ้น วิธีการดังกล่าวเป็นการวัดการยอมรับอย่างแท้จริงจากปฏิกิริยาของผู้บริโภคในเทอมของระดับการชอบหรือไม่ชอบผลิตภัณฑ์ที่กำหนด ภายใต้สภาวะที่กำหนดไว้ ปฏิกิริยาของผู้ประเมินจะชี้ให้เห็นถึงคำที่พรรณนาบนสเกล

(2.2) การทดสอบแบบ Food Action Scale test วิธีนี้เรียกสั้นๆ ว่า FACT พบว่าได้มีการนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อวัดการยอมรับผลิตภัณฑ์ ประโยชน์หลักคือการวัดความชอบ หรือไม่ชอบจากกิริยาท่าทางที่เป็นไปได้ในการบ่งชี้การตอบสนองของผู้บริโภคในแบบสอบถามอื่น ๆ ผู้ประเมินถูกคาดหวังให้ตรวจสอบปฏิกิริยาที่ต้องการทดสอบ ผลิตภัณฑ์ที่ให้รหัสหลายๆ ตัวอย่างอาจถูกนำเสนอแม้ว่าการนำเสนออาจดำเนินการทีละตัวอย่างหรือครั้งละหนึ่งตัวอย่าง

2.10 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างเก็บ

ในการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น ต้องอยู่ในบรรจุภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน สามารถจัดเก็บได้โดยไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติ หรือไม่ได้ตามลักษณะที่เป็นไปตามมาตรฐาน ดังนั้นจึงมีการตรวจสอบตัวอย่างเพื่อรักษา ตรวจสอบคุณภาพระหว่างการเก็บโดยการวัดค่าทางเคมี ทางกายภาพ และทางชีวภาพ เช่นความชื้น a_w ค่าสี กลิ่นรส ความเผ็ด คุณภาพทางประสาทสัมผัส จุลินทรีย์ เป็นต้น

โพลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) มักจะรู้จักกันในนามของถุงร้อน ด้วยคุณสมบัติเด่นของ PP ซึ่งมีความใสและป้องกันความชื้นได้ดี มากกว่าครึ่งหนึ่งของ PP ที่นิยมใช้กันจะเป็นรูปของฟิล์ม อย่างไรก็ตาม การป้องกันอากาศซึมผ่านของ PP ยังไม่ดีเท่าพลาสติกบางชนิด เนื่องจากช่วงอุณหภูมิในการหลอมละลายมีช่วงอุณหภูมิสั้นทำให้ PP เชื่อมติดได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฟิล์มประเภท OPP ที่มีการจัดเรียงโมเลกุลในทิศทางเดียวกันจะไม่สามารถเชื่อมติดได้เลย คุณสมบัติเด่นอีกประการหนึ่งของ PP คือ มีจุดหลอมเหลวสูงทำให้สามารถใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับบรรจุอาหารในขณะร้อน (Hot-Fill) การใช้งานของ PP กับผลิตภัณฑ์อาหาร

2.10.1 ใช้บรรจุอาหารร้อน เช่น ถุงร้อน (ชนิดใส)

2.10.2 ใช้บรรจุอาหารที่ต้องผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อ โดยที่ PP จะเป็นองค์ประกอบหนึ่ง ของวัสดุที่ใช้ผลิตซองประเภทนี้ ซึ่งนิยมเรียกว่า retort pouchซองนี้จะสามารถใช้แทนกระป๋องโลหะได้ บางครั้งจึงเรียกว่า Flexible Can retort pouch

2.10.3 ใช้ทำถุงบรรจุผักและผลไม้

2.10.4 ใช้ทำซองบรรจุอาหารแห้ง เช่น บะหมี่สำเร็จรูป (instant noodle) และอาหารที่มีไขมันอายุการเก็บรักษาไม่สูง เช่น คุกกี้ (cookie) ถั่วทอด เป็นต้น

2.10.5 ใช้ทำกล่องอาหาร ลัง ถาด และตะกร้า

อลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminum foil, AL) มีคุณสมบัติเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ดีที่สุดถ้าเทียบกับฟิล์มพลาสติกชนิดอื่นๆ ตามที่กล่าวมาข้างต้น แต่ก็มีราคาแพงที่สุดเช่นกัน โดยฟอยล์อลูมิเนียมมีคุณสมบัติในการป้องกันก๊าซต่างๆ น้ำ กลิ่น น้ำมัน และแสง ได้อย่างดีเยี่ยม จึงสามารถ ปกป้องและถนอมผลิตภัณฑ์ที่ได้ยาวนานกว่า ฟิล์มชนิดอื่นๆโดยอลูมิเนียมฟอยล์ใช้ได้ กับบรรจุภัณฑ์อาหาร และ ยา ฯลฯ ทั้งที่เป็นของแข็งและ ของเหลว ถ้าหากผลิตภัณฑ์กัดกร่อนก็ยังสามารถ เคลือบฟอยล์อลูมิเนียมด้วยสารอื่นๆที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ผิวของอลูมิเนียมฟอยล์มีความมันวาวสวยงามเช่นเดียวกับฟิล์ม Metalized อีกด้วย (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2559; Plastics Institute of Thailand, 2018)

วิลัศนา โพธิ์ศรี และคณะ (2550)ได้ทำการวิจัยโครงสร้างกลิ่นและรสที่สำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องจิ้มสมุนไพรซึ่งส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยการวัดด้วยเครื่องมือและผู้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ทดสอบชิมมาตรฐาน ซึ่งได้วิจัยเกี่ยวกับน้ำพริกตาแดง ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75-85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาทีโดยเลือกสูตรที่ผู้บริโภคให้ความนิยมที่สุดมาทดสอบอายุการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลี่ยนเป็นสีคล้ำขึ้น ค่า a_w ลดต่ำลงระหว่างการเก็บ ขณะที่ค่า pH เพิ่มขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ภายหลังการเก็บยังคงไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำพริกคือ ไม่เกิน $1x10^4$ CFU/g (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547ก)

วิภาวดี สาแดง และคณะ (2558) ได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งและน้ำพริกเห็ดแครง ที่บรรจุขวดแก้วปิดสนิทโดยผ่านการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 98±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เย็น (4±2 องศาเซลเซียส) นาน 1 เดือนและวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการประเมินทางประสามสัมผัส พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครงที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็นมีค่า pH ค่า a_w และคะแนนความชอบลดลง และมีค่าเพอร์ออกไซด์ (PV) กรดไทโอบาร์บิวทูริก (TBARS) ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) และยีสต์ราเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าสี (*L* a* b**) และปริมาณความชื้นไม่เปลี่ยนแปลง สำหรับปริมาณเชื้อ coliform และ *E. coli* มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ตลอดการเก็บ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

พริกสดพันธุ์จินดา หอมแดง และกระเทียม ซื้อจากตลาดสี่มุมเมือง จังหวัดปทุมธานี พริกสดนำมาคัดเฉพาะมีผลดี สีแดงจัด สม่ำเสมอ หอมแดงสด และ กระเทียมสด มีผลดี ไม่มีรอยเน่าหรือแมลงกัดกิน เก็บที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส และทำการวิจัยภายใน 1 เดือน

3.2 เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมี

3.2.1 สารเคมี

3.2.1.1 Acetic acid (Fluka, Buchs, Switzerland)

3.2.1.2 Aflatoxin test kit was purchased from MycoJudge (Tokyo, Japan)

3.2.1.3 Chloramphenicol (Sigma, Darmstadt, Germany)

3.2.1.4 Desoxycholate Agar Medium (Nissui Pharmaceutical Co., Ltd., Osaka, Japan)

3.2.1.5 Ethanol (NACALAI TESQUE, INC., Kyoto, Japan)

3.2.1.6 Potato Dextrose Agar (Merck , Darmstadt, Germany)

3.2.1.7 Sodium chloride (Merck , Darmstadt, Germany)

3.2.1.8 Sodium metabisulphite (Ajax Finechem Pty Ltd, Australia)

3.2.1.9 Standard Agar Medium (Nissui Pharmaceutical Co., Ltd., Osaka, Japan)

3.2.1.10 TBARS Assey Kit (Oxford Biomrdical Research, Icn., Toyko, Japan)

3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.3.2.1 Autoclave (SX - 300 Tomy Digital Biology CO.,LTD., Japan)

3.3.2.2 Benchmark Plus Microplate Reader User Manual (Bio-RAD Model 550, USA)

3.3.2.3 Blender (HR2118 Philips, Amsterdam, Netherlands)

3.3.2.4 Centrifuge (Liston C 2202, Kaluga Oblast, Russia)

3.3.2.5 Digital analytical balance (Adventure™ ARC120, Ohaus Corp. Pine Brook, NJ, USA)

3.3.2.6 Digital analytical balance (Sartorius ED224S, Germany)

3.3.2.7 Dispersing and mixing (Polytron by Kinemayica, Luzern, Switzerland)

3.3.2.8 Drying Oven (Fnd Co Ltd., Bangkok,Thailand)

3.3.2.9 Gas chromatography (7890A/5375C Agilent Technologies, California, USA)

3.3.2.10 Gravity convection oven (Yamato DV61, Haverhill, USA)

3.3.2.11 High Speed Mini Centrifuge (Fastgene NG003, Dueren, Germany)

3.3.2.12 Hot air oven (Yamato DV61, Tokyo, Japan)

3.3.2.13 Incubator shaker (BR-3000LF TAITEC, Saitama-ken,Japan)

3.3.2.14 Nylon Syringe Filter 0.45 micron (Filtrex Technologies, California, USA)

3.3.2.15 Pulsifier (Microgen Bioproducts Ltd., Camberley, UK)

3.3.2.16 Spectrophotometer (CR-10, MINOLTA. CO. LTA , Japan)

3.3.2.17 Vacuum Packaging Machines (VAC-STAR S210, Sugiez, Switzerland)

3.3.2.18 Water activity instrument (AquaLab Series 3, Washington, USA)

3.3.2.19 Water bath (Personal-11 SJ set TAITEC,Saitama-ken,Japan)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติ และความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องปรุงรสพริกผัด

ศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติ และความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องปรุงรสพริกผัด โดยการสร้างแบบสอบถาม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดตรงกับความต้องการของผู้บริโภค แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ (ภาคผนวก ง.) ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทางประชากรศาสตร์ ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการซื้อ และการบริโภค ส่วนที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์พริกแห้ง พริกป่น และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริก โดยใช้กลุ่มเป้าหมายเป็นผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 150 คน ด้วย วิธีการสุ่มตัวอย่างโดยไม่อาศัยความน่าจะเป็น

(Non-probability) แบบสะดวก (Convenience sampling) (สุชาติ ประสิทธิรัฐสินธุ์, 2540; Kotler, 1997) กำหนดเกณฑ์อายุของผู้บริโภคตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป ในมหาวิทยาลัยรังสิต และเขตจังหวัดปทุมธานี

3.3.2 การเตรียมวัตถุดิบและศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบ

ศึกษาการเตรียมวัตถุดิบ และคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด ดังนี้ พริกแห้ง โดยการเตรียมพริกแห้งที่มีคุณภาพสูงนำพริกสดมาล้าง ลวก และแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และกรดซิตริกความเข้มข้นที่เหมาะสม (Chaethong & Pongsawatmanit, 2015) จากนั้นนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 ชั่วโมงจนได้พริกแห้งที่มีความชื้นสุดท้ายประมาณ 8%

เตรียมหอมเจียว และกระเทียมเจียว โดยใช้หอมแดง กระเทียม (ปอกเปลือก) ล้างทำความสะอาด กระเทียมบดหยาบ ส่วนหอมแดงหั่นเป็นเส้น ขนาดประมาณ 0.1 เซนติเมตร คลุกด้วยน้ำมันพืช 10% w/w แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส 7 ชั่วโมง ตรวจสอบคุณภาพพริกแห้ง หอมเจียว และกระเทียมเจียวที่เตรียมได้โดยวัดปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) วัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) ด้วยเครื่อง AquaLab (Series 3, Washington, USA) และวัดค่าสี *L**, *a**, *b** ด้วยเครื่องวัดสี Color Reader (MINOLTA.CO.LTD, รุ่น CR-10, ประเทศญี่ปุ่น)

3.3.3 การพัฒนาสูตรและกรรมวิธีที่เหมาะสมของการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด

ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของเครื่องปรุงรสพริกผัด โดยกำหนดส่วนประกอบหลัก ได้แก่ พริกแห้งบดหยาบ และกระเทียมเจียว หอมเจียว ในปริมาณเท่ากัน โดยการศึกษาปริมาณน้ำมันผัด จำนวน 4 ระดับ อัตราส่วนของแห้ง:น้ำมัน เท่ากับ 2:1, 1:1, 1:1.5, 1:2 และศึกษาอุณหภูมิและเวลาการผัดที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิค Response surface method (RSM) เพื่อหาอุณหภูมิ (X_1) และระยะเวลาการผัด (X_2) ในกรรมวิธีการทำเครื่องปรุงรสพริกผัด เลือกใช้แผนการทดลองแบบ central composite design (CCD) ที่ 3 ระดับ (-1, 0, 1) เพื่อทดสอบหาอุณหภูมิ (X_1) (80-120°C) และเวลาการผัด (X_2) (10-30 min) ที่เหมาะสม โดยใช้โปรแกรม Design-Expert software (Trial Version 8.0.5.2, Stat-Ease Inc., Minneapolis, MN, USA) และวิเคราะห์ค่าตอบสนอง (Y) ได้แก่ ปริมาณความชื้น ค่า a_w ค่าสี *L**, *a**, *b** และคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-

point hedonic scale) ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบรวม โดยผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 50 คน เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุด เพื่อศึกษาในขั้นถัดไป

3.3.4 การวิเคราะห์คุณภาพและสารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด

ตรวจสอบคุณภาพโดยวัดปริมาณความชื้น a_w ค่าสี และวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา วิเคราะห์หา TBARS วิเคราะห์หาปริมาณ aflatoxin และวิเคราะห์สารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด ด้วยเทคนิค solid phase microextraction (SPME) ตามสภาวะการวิเคราะห์ที่เหมาะสมของ (Mazida et al., 2005)

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด ใช้วิธีให้คะแนนความชอบ (9 - point hedonic scale) ร่วมกับการทำ Just About Right scale (JAR) ต่อปัจจัยคุณภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส ความเผ็ด และความชอบรวม รวมทั้งถามการยอมรับ และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค จำนวน 100 คน แบบ Central Location Test (CLT) สถานที่ทดสอบ คือ แหล่งชุมชน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างโดยไม่อาศัยความน่าจะเป็น (Non-probability) แบบสะดวก (Convenience sampling) (สุชาติ ประสิทธิรัฐสินธุ์, 2540; Kotler, 1997)

3.3.5 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดในระหว่างเก็บ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด ที่พัฒนาได้ เก็บในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมอย่างน้อย 2 ชนิด (ทึบแสงและโปร่งแสง) ที่ผู้บริโภคต้องการหรือนิยมซื้อ (ข้อมูลจากการทำ consumer survey) เก็บที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ คือ (20, 30 และ 40 องศาเซลเซียส) โดยมีอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิควบคุม สุ่มตัวอย่างเครื่องปรุงรสพริกผัด โดยสุ่มตัวอย่างละ 3 ซองและวัดค่า 2 ซ้ำ โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ และสมบัติทางเคมีกายภาพอื่นๆ ได้แก่ ปริมาณความชื้น a_w ค่าสี L^*, a^*, b^* วิเคราะห์ค่า TBARS และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยวิธีให้คะแนนความชอบ (9 - point hedonic scale) ต่อปัจจัยคุณภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบรวม รวมทั้งถามการยอมรับ จนตัวอย่างมีคุณภาพเสื่อมเสียหรือไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

3.4 แผนการดำเนินการ

ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาดำเนินการ.....12.....เดือน

กิจกรรม	ระยะเวลา (เดือน)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
การสำรวจตลาด และการศึกษาลักษณะของเครื่องปรุงรสพริกผัด ที่ผู้บริโภคต้องการ												
การเตรียมวัตถุดิบและศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบ												
การพัฒนาสูตรและกรรมวิธีที่เหมาะสมของการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด												
การวิเคราะห์คุณภาพและสารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด												
การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด ในระหว่างเก็บ												
เขียนรายงานและ/หรือตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย												

สถานที่ทำการทดลอง และ/หรือ เก็บข้อมูล

1) วิทยาลัยนวัตกรรมเกษตร เทคโนโลยีชีวภาพ และอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต

2) ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต

3) Department of Food Science, Ishikawa Prefectural University, Japan

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 4

ผลการวิจัย

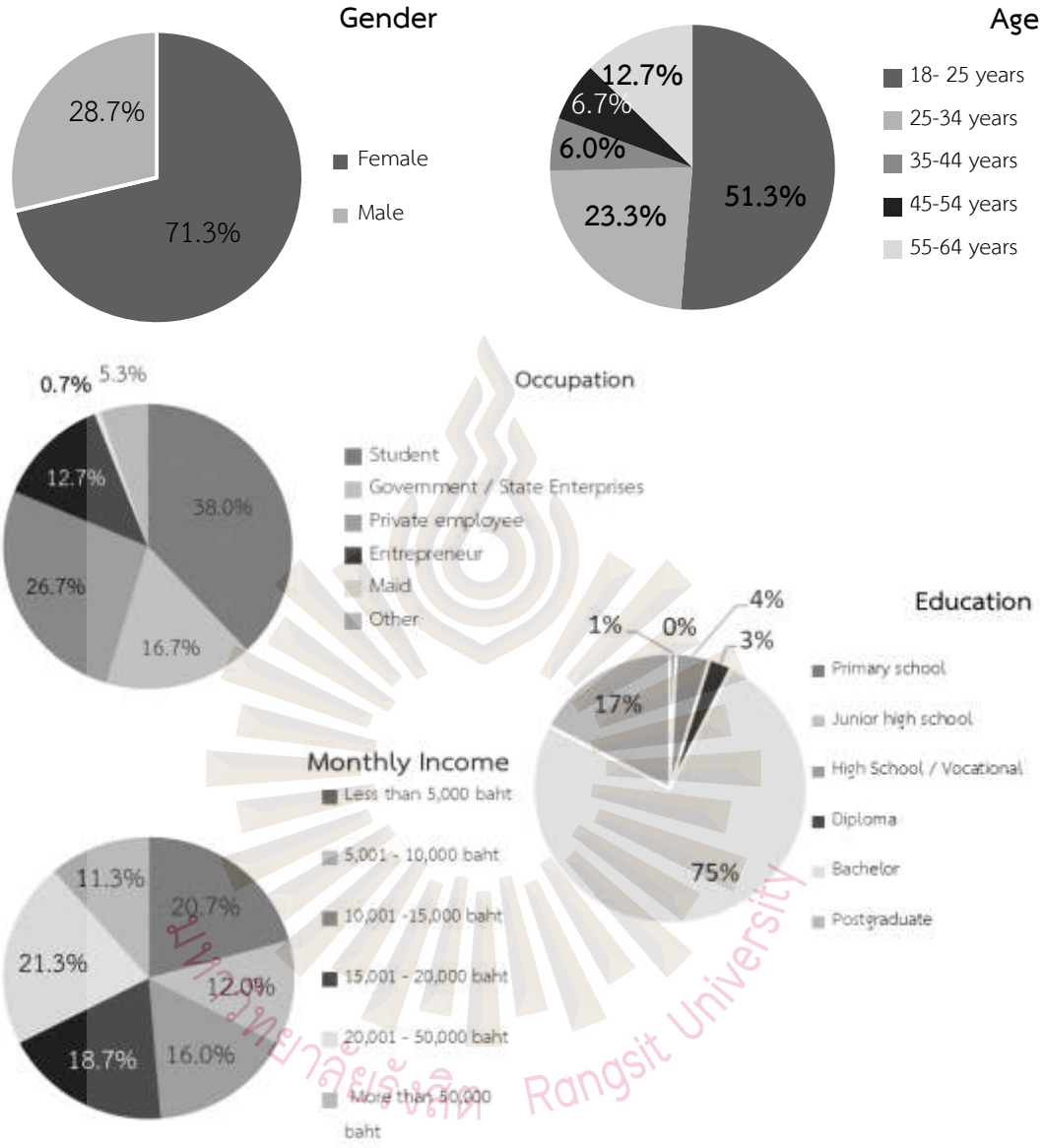
4.1 ผลการศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติ และความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องปรุงรสพริกผัด

จากการศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติ และความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริก โดยการสร้างแบบสอบถาม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริกให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค จำนวน 150 คน

4.1.1ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 150 คน พบว่าสัดส่วนเป็นเพศชายร้อยละ 29 และเพศหญิงร้อยละ 71 โดยส่วนใหญ่อายุอยู่ในช่วง 18-25 ปี การศึกษาระดับปริญญาตรี อาชีพนักศึกษาและพนักงานเอกชน และรายได้ 20,001-50,000 บาท (รูปที่ 4.1)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

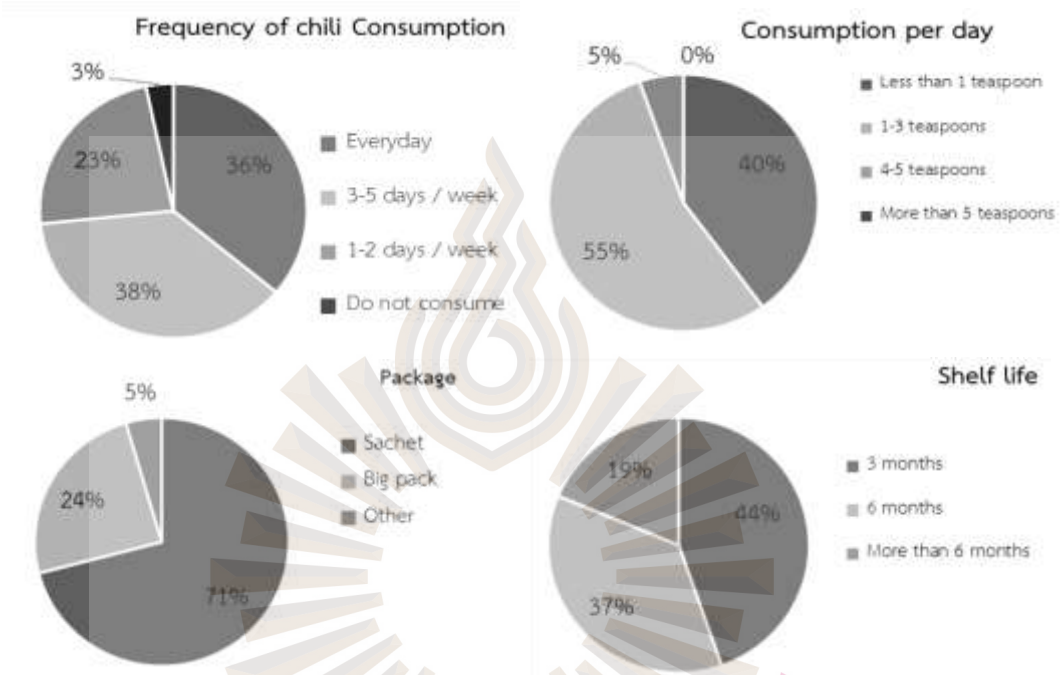


รูปที่ 4.1 กราฟวงกลมแสดง เพศ, อายุ, อาชีพ, ระดับการศึกษา และเงินเดือนจากกลุ่มตัวอย่าง

4.1.2 พฤติกรรมการซื้อและการบริโภค

ผลสำรวจจากผู้บริโภคทานเผ็ดร้อยละ78 มีการบริโภคพริกในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ พริกสด พริกแห้ง พริกป่น พริกคั่ว และส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ เช่น ซอสพริก น้ำพริก โดยมีเปอร์เซ็นต์การบริโภคพริกป่นสูงสุด ร้อยละ 61 และปริมาณการบริโภคพริก 3-5 วันต่อสัปดาห์ บริโภคในปริมาณ 1-3 ช้อนชาต่อวัน แหล่งซื้อพริกส่วนใหญ่ คือ ตลาดสด ผู้บริโภคต้องการให้พริกผัดมีบรรจุ

ภัณฑ์ในรูปแบบซองเครื่องปรุงเล็ก และควรมีอายุการเก็บนาน 3-6 เดือน (รูปที่ 4.2) จากข้อมูลมีผู้บริโภคชอบรับประทานพริกผัดร้อยละ 59 ส่วนที่ไม่ชอบ ให้เหตุผล คือ พริกผัดมีน้ำมันเยอะ สีดำไหม้ กลิ่นแรง ทานแล้วเลี่ยน มีความเผ็ดเกินไป ส่วนผสมหลักในผลิตภัณฑ์พริกผัดที่ผู้บริโภคคิดว่าควรจะมี คือ พริกแห้ง น้ำมันพืช หอมแดง และกระเทียม



รูปที่ 4.2 กราฟวงกลมแสดงข้อมูลการบริโภคผลิตภัณฑ์พริกกลุ่มตัวอย่าง (*N*=150)

ตารางที่ 4.1 แสดงระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อพริกแห้ง/พริกป่นและผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริก โดยปัจจัยที่มีผลต่อผู้บริโภคในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์สูงสุด คือ ความสะอาดและความปลอดภัย เครื่องหมายรับรองคุณภาพ รสชาติที่ดี และอายุการเก็บ ซึ่งผู้บริโภคให้ความตระหนักสูงสุดถึงคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ สินค้าต้องมีเครื่องหมายรับรองคุณภาพ ต้องมีการแปรรูปจากพริกที่มีคุณภาพปลอดภัย ไม่มีเชื้อรา ไม่มีสิ่งแปลกปลอม เช่น เศษฝุ่นผง แมลง และต้องไม่มีสารตกค้างในผลิตภัณฑ์ พริกแห้ง พริกป่น หรือผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากพริก และผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและปลอดภัย ต้องผ่านกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐานถูกสุขลักษณะ (GMP) (ตารางที่ 4.2) จากข้อมูลการสำรวจผู้บริโภคสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกผัดต่อไป เพื่อให้ได้พริกผัดที่รสชาติดี มีมาตรฐานในการผลิต และตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

ตารางที่ 4.1 The importance of factors affecting the buying decision of dried chili, chili powder and products (*N*=150).

Buying decision variables	Score*	Importance
Clean and safe	4.83 ± 0.38	Extremely important
Standard certification	4.59 ± 0.63	Extremely important
Taste	4.53 ± 0.66	Extremely important
Shelf life	4.52 ± 0.67	Extremely important
Appearance	4.41 ± 0.66	Very important
Food label	4.41 ± 0.73	Very important
Process	4.40 ± 0.77	Very important
Convenience in purchase	4.36 ± 0.65	Very important
Odor	4.31 ± 0.80	Very important
Packaging	4.29 ± 0.74	Very important
Nutrition value	4.23 ± 0.84	Very important
Color	4.21 ± 0.83	Very important
Price	4.13 ± 0.78	Very important
Hotness	4.10 ± 0.76	Very important
Brand	3.98 ± 0.92	Moderately important
Origin	3.96 ± 1.02	Moderately important
Promotion	3.93 ± 0.96	Moderately important
Advertisement	3.91 ± 0.95	Moderately important

* The importance score is between 1-5 (1 is the least significant and 5 is the most significant).

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 4.2 Consumers' awareness of dried chili, chili powder and products (*N*=150).

Attitudes towards quality and safety	Strongly agree (%)	Agree (%)	Disagree (%)	Strongly disagree (%)
You consider the quality and safety.	79.3*	20.7	0.0	0.0
The product must have a standard certification.	72.0	26.0	2.0	0.0
Brand affect to buying decision.	40.7	45.3	13.3	0.7
Source of sales affect to quality and safety of the products.	53.3	41.3	5.3	0.0
Quality depends on price.	48.0	38.7	12.7	0.7
Color intensity affect to hotness level. (darker is more spicy)	46.0	36.7	16.7	0.7
Quality and safety products must be naturally red color and no synthetic adding.	60.0	36.7	3.3	0.0
Dried chili, chili powder and products are generally has mold contamination.	52.0	35.3	9.3	3.3
Dried chili, chili powder and products contained aflatoxin.	52.0	36.0	8.0	4.0
Aflatoxin can cause cancer	67.3	28.0	4.0	0.7
Quality and safety products must have no mold.	76.7	21.3	2.0	0.0
Quality and safety products must not contain foreign matter e.g dust, insect etc.	79.3*	18.7	2.0	0.0
Quality and safety products must not contain chemical residues.	79.3*	18.0	2.0	0.7
Quality and safety products must process from the fresh chili from a GAP certified farm.	68.7	26.7	4.0	0.7

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 4.2 Consumers' awareness of dried chili, chili powder and products (*N*=150).(ต่อ)

Attitudes towards quality and safety	Strongly agree (%)	Agree (%)	Disagree (%)	Strongly disagree (%)
Quality and safety products must manufacture from a GMP certified factory.	70.7	26.7	2.7	0.0
The higher quality and safety products commanding higher prices.	60.7	36.0	3.3	0.0

* Top 3 high score percentage of attitudes towards quality and safety from consumers (*N*=150).

4.2 ผลการเตรียมวัตถุดิบและศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบ

ศึกษาการเตรียมวัตถุดิบ และวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด ได้แก่ พริกแห้ง หอมเจียว และกระเทียมเจียว

เตรียมพริกแห้งด้วยวิธีการของ Chaethong and Pongsawatmanit (2015) เริ่มจากนำพริกสดที่คัดเลือกเฉพาะผลที่สมบูรณ์มาล้าง นำไปลวกที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที และแช่ในสารละลาย 0.25% โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และ 1.0% กรดซิตริก นาน 30 นาที จากนั้นนำไปอบแห้งด้วย Tray dryer ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 ชั่วโมง จนได้พริกแห้ง ดังภาพที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพพบว่าพริกแห้งมีค่าความชื้นอยู่ที่ 8.15% wb ซึ่งใกล้เคียงกับค่าความชื้นในอุดมคติของพริกแห้ง (Wall & Bosland,1993) ค่า Water activity อยู่ที่ 0.430 และ ค่าสี L^* (ค่าความสว่าง) 30.61, a^* (สีแดง) 31.10 และ b^* (สีเหลือง) 26.93 (ตารางที่ 4.3) จากงานวิจัยของ Wall and Bosland (1993) รายงานว่าค่าความชื้นของพริกแห้งในอุดมคติ คือ 8% แต่ถ้าเกิน 11% จะทำให้เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราและเกิดสารพิษอะฟลาทอกซิน แต่ในทางกลับกันถ้าความชื้นน้อยกว่า 4% จะทำให้สีของผลิตภัณฑ์ซีดลง (Toontom et al., 2012) และผลเป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตร คือ พริกแห้งต้องมีความชื้นไม่เกิน 13.5%

หอมแดงเจียว และกระเทียมเจียว เตรียมโดย นำหอมแดงและกระเทียมเลือกผลที่ไม่เน่าเสีย มาปลอกเปลือกและล้างทำความสะอาด หลังจากนั้นนำไปสไลด์ให้ได้ความหนา 0.1 เซนติเมตร

จากนั้นนำไปคลุกน้ำมันถั่วเหลือง 10% (w/w) และอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสนาน 7 ชั่วโมง จะได้หอมแดงเจียว และกระเทียมเจียว ดังรูปที่ 4.3 หลังจากเตรียมวัตถุดิบเสร็จเรียบร้อยนำไปตรวจสอบคุณภาพโดยการวัดค่าความชื้น ค่า Water activity เนื่องจากค่าความชื้นในอาหารเป็นค่าที่สำคัญต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ (Labuza, Heidelbaugh, Silver, & Karel, 1971) ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งต้องไม่เกิน 0.65 ซึ่งเป็นปริมาณที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Young, 2008) ค่า a_w และค่าสี ก็มีความสำคัญต่อการรับรู้และตัดสินใจเลือกของผู้บริโภคในอาหารแห้ง (Inchuen, Narkrugsa, & Pornchaloempong, 2010) พบว่าหอมแดงเจียว และกระเทียมเจียว มีค่าความชื้นเท่ากับ 5.39 และ 4.74 % wb, ค่า water activity หอมแดงเจียวอยู่ที่ 0.461 และกระเทียมเจียวอยู่ที่ 0.442 ค่าสีของหอมแดงเจียวและกระเทียมเจียวมีค่าดังตารางที่ 4.3 Therdthai, Wuttijumnong, Jangchud, and Kusucharid (2007) และ Utama-ang, Cheewinworasak, Simawonthamgul, and Samakradhamrongthai (2018) รายงานว่าค่าความชื้นและค่า a_w ของหอมแดงเจียวและกระเทียมเจียวไม่ควรเกิน 5% และ 0.69 ตามลำดับ ซึ่งมีลักษณะเป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตร พริกแห้ง (มกษ. 3001-2553) และ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สมุนไพรทอด (มผช. 682/2558)

รูปที่ 4.3 พริกแห้ง หอมแดงเจียว และกระเทียมเจียวที่เตรียมได้

ตารางที่ 4.3 สมบัติทางเคมีกายภาพของส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด

Ingredient	Color			a_w (-)	Moisture Content (%,wb)
	L^*	a^*	b^*		
Dried chilies	30.61±0.30	31.10±0.59	26.93±0.58	0.430±0.011	8.15±0.01
Fried shallot	38.04±0.31	6.20±2.73	6.76±4.90	0.461±0.000	5.39±0.13
Fried garlic	52.14±0.53	6.54±1.93	30.26±3.40	0.442±0.002	4.74±0.25

Mean±standard deviation (n = 3) within the same column followed by different lower case are significantly different ($p \leq 0.05$) by Duncan's multiple range test.

4.3 ผลการพัฒนาสูตรและกรรมวิธีที่เหมาะสมของการผลิตพริกผัด

ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของเครื่องปรุงรสพริกผัด กำหนดส่วนประกอบหลัก ได้แก่ พริกแห้งบดหยาบ กระเทียมเจียว หอมเจียว ในปริมาณเท่ากัน โดยศึกษาปริมาณน้ำมัน 4 ระดับ คือ อัตราส่วนของแห้ง:น้ำมัน เท่ากับ 2:1 1:1 1:1.5 และ 1:2 (รูปที่ 4.4) ได้นำมาทดสอบคุณลักษณะทางเคมีกายภาพ และทดสอบทางประสามสัมผัส

รูปที่ 4.4 ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่มีปริมาณน้ำมันต่างกัน
(อัตราส่วนส่วนประกอบแห้ง : ปริมาณน้ำมัน)

ผลการทดสอบสมบัติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่มีปริมาณน้ำมันต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในด้านค่าสี ปริมาณความชื้น และค่า Water Activity ($p \leq 0.05$) โดยค่าสี L^* (lightness) จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของน้ำมันเพิ่มขึ้น ค่า a^* (redness), b^* (yellowness) และ a_w มีค่าลดลงสอดคล้องกับค่าความชื้นที่ลดลง แต่ค่าความชื้นมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่มีปริมาณน้ำมันแตกต่างกัน โดยมีค่าความชื้นอยู่ที่ 2.68 ถึง 3.71 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.4) การที่ค่าความชื้นต่ำเป็นการช่วยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้ (Young, 2008)

ตารางที่ 4.4 สมบัติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่มีปริมาณน้ำมันต่างกัน

Dried ingredients : Oil (w/w)	Color			Water Activity (a_w)	Moisture Content (%)
	L^*	a^*	b^*		
2:1	20.6 ± 1.0b	16.1 ± 1.8a	21.3 ± 1.8a	0.488 ± 0.003a	3.08 ± 0.44ab
1.5:1	18.5 ± 1.1c	14.1 ± 0.9b	20.8 ± 1.5a	0.474 ± 0.004b	3.71 ± 0.09b
1:1	21.6 ± 0.8b	12.9 ± 1.0b	15.7 ± 1.7b	0.476 ± 0.007b	3.43 ± 0.18b
1:2	22.9 ± 0.5a	9.0 ± 0.8c	7.2 ± 2.2c	0.463 ± 0.005c	2.68 ± 0.10b

Mean±standard deviation (n = 3) within the same column followed by different lower case are significantly different ($p \leq 0.05$) by Duncan's multiple range test.

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่มีปริมาณน้ำมันต่างกัน พบว่า ปริมาณน้ำมัน ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในเครื่องปรุงรสพริกผัดทุกสูตร แต่พบว่าคะแนนความชอบด้านสีและกลิ่น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยเครื่องปรุงรสพริกผัดสูตรที่มีอัตราส่วนส่วนประกอบแห้ง 2 ส่วน ต่อปริมาณน้ำมัน 1 ส่วน และอัตราส่วนของแห้ง 1.5 ส่วน ต่อปริมาณน้ำมัน 1 ส่วน มีค่าความชอบด้านลักษณะปรากฏสูงสุด (6.9 และ 6.7)และค่าความชอบโดยรวมสูงสุด (7.2 และ 6.9) ดังตารางที่ 4.5 แต่ในเครื่องปรุงรสพริกผัดสูตร ส่วนประกอบแห้ง 1 ส่วน ต่อปริมาณน้ำมัน 1 ส่วน และอัตราส่วนของแห้ง 1 ส่วน ต่อปริมาณน้ำมัน 2 ส่วน ได้คะแนนความชอบน้อยเนื่องจากผู้ทดสอบชิมให้เหตุผลว่ามีปริมาณน้ำมันมาก ซึ่งสูตรที่จะนำไปทำการพัฒนาและศึกษาต่อ คือ เครื่องปรุงรสพริกผัดสูตรที่มีอัตราส่วนของแห้ง:ปริมาณน้ำมัน เท่ากับ 2:1 เนื่องจากมีปริมาณน้ำมันน้อยที่สุด เพราะน้ำมันเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในผลิตภัณฑ์เป็นสาเหตุของกลิ่นหืน ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บสั้นลง ดังนั้นถ้าในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดมีปริมาณน้ำมันน้อยจะทำให้อายุการเก็บนานขึ้น (Fennema, 1996; Tasaudom, Srapinkaraburi, & Nipronrum, 2009)

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่มีปริมาณน้ำมันต่างกัน

Sensory quality	Dried ingredients : Oil (w/w)			
	2:1	1.5:1	1:1	1:2
Appearance	6.9 ± 1.7a	6.7 ± 1.5a	6.1 ± 1.9a	4.9 ± 2.6b
Color^{ns}	6.8 ± 1.8	6.7 ± 1.3	6.5 ± 1.6	6.5 ± 1.9
Oil content	7.1 ± 1.8a	6.7± 1.7a	5.5 ± 2.3b	3.9 ± 2.4c
Odor^{ns}	7.0 ± 2.1	6.5 ± 2.11	6.3± 1.7	6.1 ± 1.8
Overall liking	7.2 ± 1.8a	6.9 ± 1.8a	6.5 ± 1.5ab	5.6± 2.2b

Mean±standard deviation (n = 50) within the same column followed by different lower case are significantly different ($p \leq 0.05$) by Duncan's multiple range test.

จากการศึกษาอุณหภูมิและเวลาการคั่วที่เหมาะสมโดยการใช้เทคนิค Response Surface Methodology (RSM) และวางแผนการทดลองแบบ Central Composite Design (CCD) ที่ 3 ระดับ (-1, 0, 1) เพื่อทดสอบหาอุณหภูมิ (X_1) (80-120°C) และเวลาการคั่ว (X_2) (10-30 min) ที่เหมาะสม โดยใช้โปรแกรม Design-Expert software (Trial Version 8.0.5.2, Stat-Ease Inc., Minneapolis, MN, USA) ได้ทั้งหมด 13 ชุดการทดลอง ดังตารางที่ 4.6 ได้เครื่องปรุงพริกผัด ดังรูปที่ 4.5 แล้ววิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบรวม โดยผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 50 คน

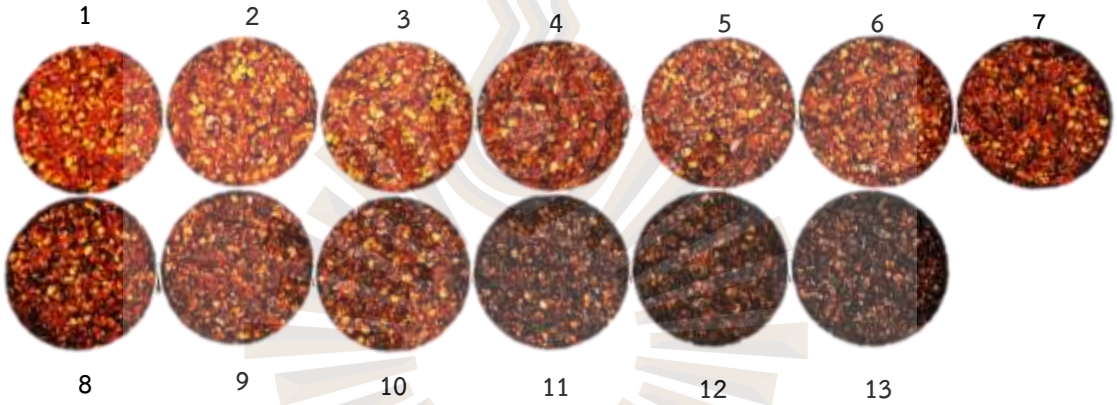
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 4.6 การออกแบบการทดลองแบบ CCD ในการศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาการคั่วเครื่องปรุงรสพริกผัด

Experimental	Temperature (°C, X_1)		Time (min, X_2)	
Number	Coded	Actual	Coded	Actual
1	+1	120	-1	10
2	+2	128	0	20
3	0	100	0	20
4	0	100	0	20
5	-1	80	+1	30
6	-2	72	0	20
7	0	100	0	20
8	0	100	0	20
9	+1	120	-1	10
10	0	100	-2	6
11	0	100	0	20
12	-1	80	-1	10
13	0	100	+2	34

ในการใช้เทคนิค RSM เพื่อหาอุณหภูมิ (X_1) และระยะเวลาการคั่ว (X_2) ที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด จากการวิเคราะห์สมการถดถอยเพื่อหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (model) โดยใช้ข้อมูลการทดลองจาก 13 ชุดการทดลอง (ตารางที่ 4.7-4.8) กำหนดค่า $R^2 > 0.75$ พบว่า model ที่ดีที่สุดของคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์แสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบ linear และ quadratic model (ตารางที่ 4.9) และจากสมการสามารถสร้าง surface plot จากสมการที่ได้ดังกล่าว (ดังภาพที่ 4.6 และ 4.7) พบว่าเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการคั่วเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง (*L**) ค่าสีแดง (*a**) และสีเหลือง (*b**) ลดลง และความชื้นจะลดลงตามอุณหภูมิและเวลาในการคั่วที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต (2561) ได้ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการคั่วพริก พบว่าอุณหภูมิของการคั่วมีผลต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์พริกป่น โดยปริมาณความชื้น วอเตอร์แอกทิวิตี และพารามิเตอร์สี จะลดลง เมื่ออุณหภูมิการคั่วเพิ่มขึ้น สภาวะการคั่วที่เหมาะสมจากคะแนนการยอมรับสูงสุด ได้จากการคั่วที่อุณหภูมิ 120-123°C และใช้เวลา 17-21 นาที

ค่าการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ปริมาณน้ำมัน และความชอบโดยรวม ซึ่งมีคะแนนเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการคั่วเพิ่มขึ้น ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง และมีคะแนนความชอบลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิ เนื่องจากการคั่วที่อุณภูมิสูงเป็นระยะเวลานานทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning) ทำให้อาหารมีสีน้ำตาลไหม้ และส่งผลต่อสารให้กลิ่นรส รวมไปถึงคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส (Chen et al., 2018) และจากรูปที่ 4.6 และ 4.7 แสดงให้เห็นว่ากราฟมีความโค้ง เพิ่มขึ้นลดลง แสดงให้เห็นว่าผลของอุณหภูมิและเวลามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.5 ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่อุณหภูมิการคั่ว และ เวลาแตกต่างกัน

1 อุณหภูมิ 72 °C เวลา 20 นาที
2 อุณหภูมิ 80 °C เวลา 10 นาที
3 อุณหภูมิ 80 °C เวลา 30 นาที
4 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 6 นาที
5 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 20 นาที
6 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 20 นาที
7 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 20 นาที
8 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 20 นาที
9 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 20 นาที
10 อุณหภูมิ 100 °C เวลา 34 นาที
11 อุณหภูมิ 120 °C เวลา 10 นาที
12 อุณหภูมิ 120 °C เวลา 30 นาที
13 อุณหภูมิ 128 °C เวลา 20 นาที

ตารางที่ 4.7 สมบัติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่อุณหภูมิและเวลาการคั่วแตกต่างกัน

Treatment (°C/ min)	Physical quality				
	Color			Water Activity (a_w)	Moisture Content (%)
	*L**	*a**	*b**		
1. (72/20)	32.0 ± 1.0a	31.8 ± 5.1de	31.9 ± 3.7a	0.338 ± 0.003e	4.18 ± 0.21a
2. (80/10)	28.3 ± 0.3b	28.3 ± 7.7e	30.0 ± 3.0ab	0.317 ± 0.002f	3.82 ± 0.04b
3. (80/30)	25.3 ± 1.4c	35.8 ± 4.2cd	24.5 ± 3.7bc	0.297 ± 0.002g	3.81 ± 0.13b
4. (100/6)	20.5 ± 0.4d	40.2 ± 0.9bc	26.1 ± 5.2abc	0.294 ± 0.000g	3.37 ± 0.17c
5.(100/20)	20.6 ± 0.7d	42.8 ± 3.3abc	24.5 ± 7.7bc	0.404 ± 0.003c	3.29 ± 0.13c
6. (100/20)	19.5 ± 1.2d	43.8 ± 3.2ab	24.0 ± 6.2bc	0.408 ± 0.004c	3.15 ± 0.04cd
7. (100/20)	17.7 ± 0.7e	46.0 ± 2.5ab	20.8 ± 5.0cd	0.407 ± 0.002c	2.93 ± 0.01e
8. (100/20)	19.6 ± 1.4d	42.7 ± 6.5abc	19.8 ± 9.2cd	0.411 ± 0.006c	2.92 ± 0.01e
9. (100/20)	17.6 ± 1.3e	48.6 ± 11.1a	23.6 ± 4.0bc	0.417 ± 0.003b	3.03 ± 0.03de
10 (100/34)	15.6 ± 1.2f	42.6 ± 2.6abc	15.8 ± 5.2c	0.409 ± 0.002c	2.04 ± 0.05f
11(120/10)	15.6 ± 0.7f	17.0 ± 3.6f	20.4 ± 3.6cd	0.425 ± 0.002a	1.55 ± 0.00g
12(120/30)	12.6 ± 1.4g	14.9 ± 2.6f	14.9 ± 4.0d	0.400 ± 0.006d	0.69 ± 0.05i
13 (128/20)	12.2 ± 0.6g	13.2 ± 0.9f	14.2 ± 1.6d	0.411 ± 0.002c	0.93 ± 0.06h

Mean±standard deviation (n = 3) within the same column followed by different lower case are significantly different ($p \leq 0.05$) by Duncan's multiple range test.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 4.8 คะแนนคุณลักษณะต่างๆ ทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่อุณหภูมิและเวลาการคั่วแตกต่างกัน

Treatment (n=30) (°C/ min)	Sensory quality				
	Appearance	Color	Oil content	Odor	Overall Linking
1. (72/20)	6.5 ± 1.6a	6.2 ± 1.7abcd	6.3 ± 1.4ab	6.0 ± 2.1abc	6.5 ± 1.4ab
2. (80/10)	5.8 ± 1.6ab	5.8 ± 1.7bcd	5.9 ± 1.7ab	5.7 ± 1.9abc	5.9 ± 1.5ab
3. (80/30)	5.9 ± 1.5ab	5.7 ± 1.7cd	5.9 ± 1.8ab	5.4 ± 1.7abc	6.1 ± 1.5ab
4. (100/6)	5.2 ± 1.7b	5.6 ± 1.7d	6.1 ± 1.8ab	4.8 ± 2.3c	5.6 ± 1.8b
5.(100/20)	6.5 ± 1.5a	6.4 ± 2.0abcd	5.9 ± 1.7ab	6.4 ± 1.9ab	6.6 ± 1.6ab
6. (100/20)	6.5 ± 1.8a	6.9 ± 1.3ab	6.7 ± 1.3a	6.2 ± 1.9ab	6.7 ± 1.6a
7. (100/20)	6.7 ± 1.5a	7.2 ± 1.3a	6.7 ± 1.6a	6.4 ± 1.8a	7.0 ± 1.4a
8. (100/20)	6.7 ± 1.8a	6.8 ± 1.5abc	6.6 ± 1.5a	6.1 ± 1.9ab	6.8 ± 1.5a
9. (100/20)	6.8 ± 1.6a	6.6 ± 1.9abcd	6.6 ± 1.4a	6.2 ± 1.9ab	6.7 ± 1.7a
10 (100/34)	6.0 ± 2.1ab	6.7 ± 1.6abcd	6.2 ± 1.7ab	6.1 ± 1.7ab	6.5 ± 1.5ab
11(120/10)	3.5 ± 2.5c	3.1 ± 2.3e	5.4 ± 2.5b	5.3 ± 2.4abc	4.6 ± 2.3c
12(120/30)	3.5 ± 2.4c	3.2 ± 2.2e	5.2 ± 2.5b	4.9 ± 2.6c	4.6 ± 2.4c
13 (128/20)	4.1 ± 2.9c	3.6 ± 2.9e	5.5 ± 2.5b	5.2 ± 2.6bc	4.2 ± 2.7c

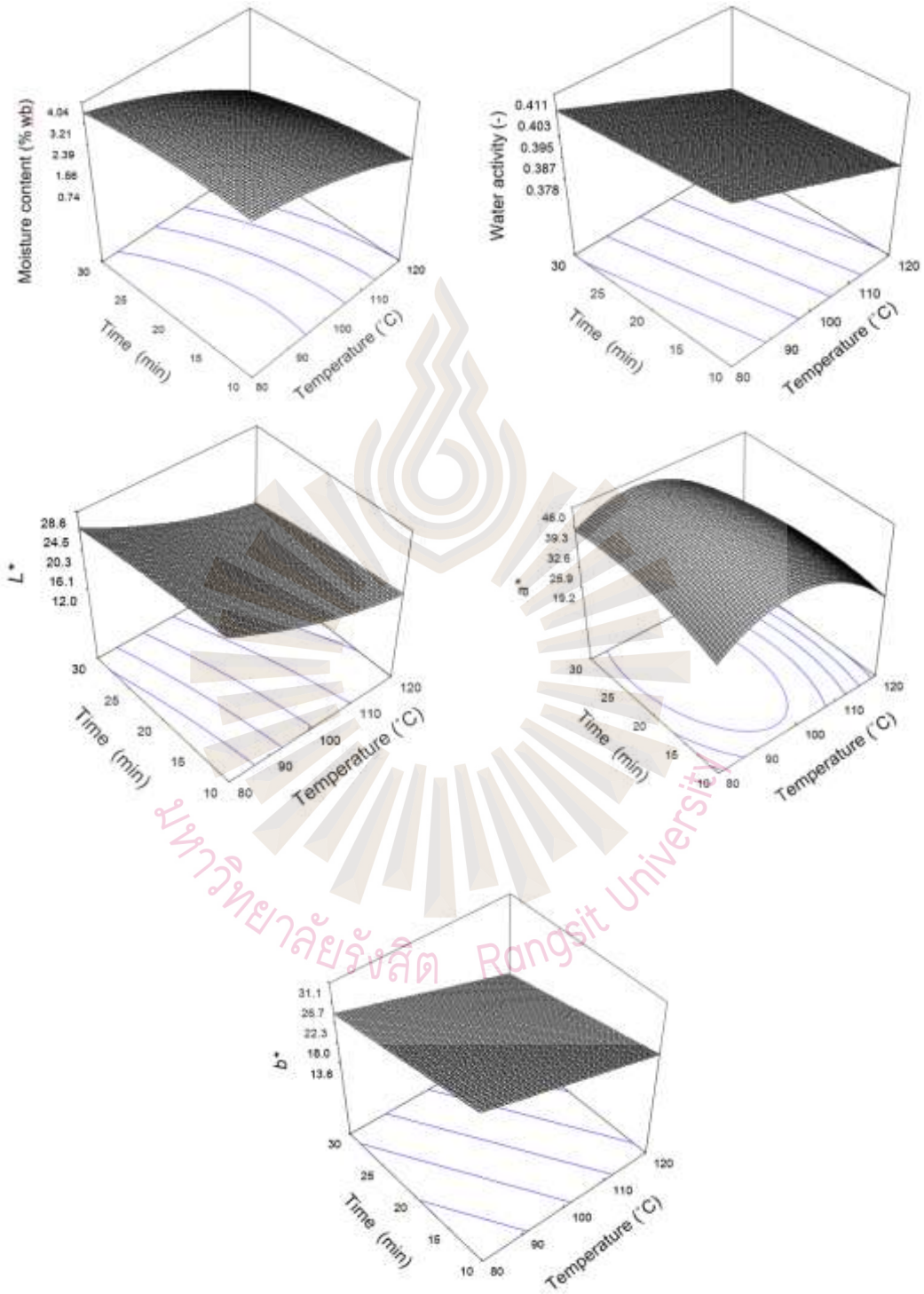
Mean±standard deviation (n = 50) within the same column followed by different lower case are significantly different ($p \leq 0.05$) by Duncan's multiple range test.

ตารางที่ 4.9 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการคั่ว ที่มีต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ และคะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเครื่องปรุงรสพริกผัด

Characteristics	Predicted models[†]	R^2	Probability
Physicochemical properties			
Moisture (%)	$3.07 + 1.25X_1 - 0.34X_2 - 0.30X_1^2 - 0.22X_2^2 + 0.21X_1X_2$	0.98	0.000[††]
a_w	$0.39 + 0.013X_1 - 0.0029X_2$	0.77	0.034
L^*	$19.02 + 6.72X_1 - 1.62X_2 + 1.67X_1^2 - 0.41X_2^2 - 0.02X_1X_2$	0.98	0.000
a^*	$44.79 + 7.34X_1 + 1.10X_2 - 13.36X_1^2 - 3.60X_2^2 + 2.42X_1X_2$	0.92	0.001
b^*	$22.35 + 5.56X_1 - 3.19X_2$	0.92	0.000
Sensory Acceptability			
Appearance	$6.83 + 1.04X_1 + 0.16X_2 - 0.9X_1^2 - 0.70X_2^2 + 0.11X_1X_2$	0.89	0.003
Color	$6.90 + 1.03X_1 + 0.20X_2 - 1.18X_1^2 - 0.60X_2^2 + 0.072X_1X_2$	0.87	0.005
Oil content	$6.50 + 0.37X_1 - 0.054X_2 - 0.45X_1^2 - 0.30X_2^2 + 0.088X_1X_2$	0.80	0.022
Odor	$6.37 + 0.45X_1 + 0.32X_2 - 0.44X_1^2 - 0.46X_2^2 + 0.20X_1X_2$	0.89	0.004
Overall liking	$6.85 + 0.82X_1 + 0.17X_2 - 0.86X_1^2 - 0.48X_2^2 - 0.029X_1X_2$	0.97	0.000

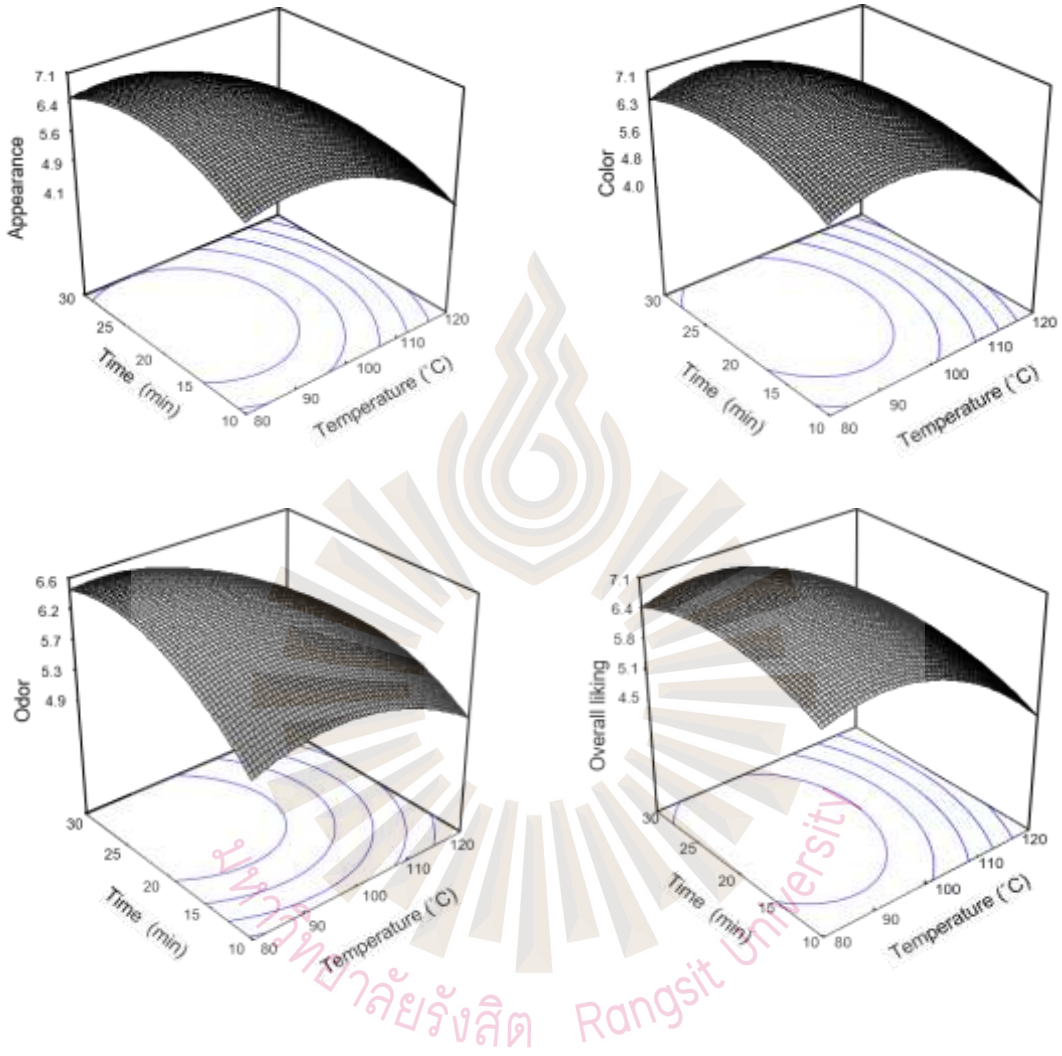
[†] X_1 = frying temperature (° C) and X_2 = frying time (min).

[††] Significant at $p \leq 0.05$



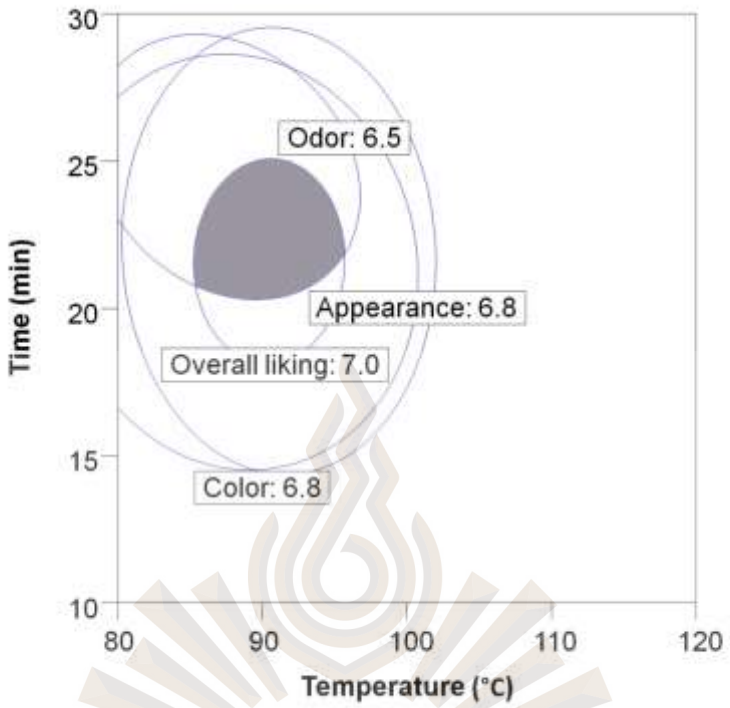
รูปที่ 4.6 พื้นที่ผิวตอบสนองจากผลของเวลาและอุณหภูมิในการคั่วเครื่องปรุงรสพริกผัดต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รูปที่ 4.7 พื้นที่ผิวตอบสนองจากผลของเวลาและอุณหภูมิในการคั่วเครื่องปรุงรสพริกผัด
ต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ
ในด้าน สี กลิ่น และ ความชอบโดยรวม

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รูปที่ 4.8 A superimposed contour plot ของคะแนนการยอมรับจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยพื้นที่แรเงาแสดงสภาวะที่เหมาะสมในการคั่วเครื่องปรุงรสพริกผัด (86-95°C และ 21-25 นาที)

ในการหาสภาวะที่เหมาะสมสามารถวิเคราะห์จาก Superimposed plot (Garcia, Sriwattana, No, Herrera, & Prinyawiwatkul, 2009; Palomar, Galvez, Resurreccion, & Beuchat,1994) โดยในการทดลองนี้กำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจ คือ ค่าคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด เพื่อแสดงจุดหรือพื้นที่ที่เหมาะสมของอุณหภูมิและระยะเวลาการคั่ว จากการทำ Superimposed plots (รูปที่ 4.8) แสดงให้เห็นถึงช่วงอุณหภูมิและระยะเวลาในการคั่วที่เหมาะสมจากพื้นที่ซ้อนทับ อยู่ในช่วงอุณหภูมิการคั่ว 86-95 °C และเวลาการคั่ว 21-25 นาที ซึ่งเมื่อทำการ Validation ช่วงสภาวะดังกล่าว โดยเลือกมา 4 จุดในพื้นที่แรเงา ได้เป็น 4 ชุดการทดลอง (ตารางที่ 4.10) เพื่อผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัดและทดสอบสมบัติทางกายภาพและประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส จากการทดสอบเพื่อยืนยันผลของการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด พบว่าค่าที่วิเคราะห์ได้ส่วนใหญ่จากการทดลองการทำ Validation ไม่แตกต่างกันกับค่าที่ได้จากสมการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับสูตร D

($p \leq 0.05$) ดังนั้น จึงคัดเลือกสูตร D คือ อุณหภูมิการคั่วเท่ากับ 90°C เป็นเวลา 22 นาที เป็นสภาวะการผลิตที่นำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป

ตารางที่ 4.10 ค่าที่ได้จากการทดลองทำ Validation สภาวะที่เหมาะสมในการคั่วเครื่องปรุงรสพริกผัด

Characteristics	Inside optimum point				
	A	B	C	D	Predicted*
Physicochemical properties					
Moisture (%)^{ns}	3.33	3.31	3.34	3.26	3.59
a_w	0.289^{b}	0.288^{b}	0.278^{b}	0.275^{b}	0.401^{a}
L^*	26.4^{a}	25.4^{ab}	25.0^{ab}	24.3^{b}	23.0^{c}
a^*	22.2^{bc}	22.4^{b}	20.8^{c}	21.5^{bc}	45.4^{a}
b^*	41.9^{a}	39.9^{ab}	37.1^{b}	31.8^{c}	24.5^{d}
Sensory Acceptability					
Appearance^{ns}	6.8	6.8	6.6	7.1	7.1
Color^{ns}	6.6	6.9	6.7	7.0	7.1
Oil content^{ns}	6.9	6.7	6.8	6.8	6.6
Odor^{ns}	5.8	6.3	6.3	6.5	6.6
Overall liking^{ns}	6.4	6.5	6.5	6.8	7.1

หมายเหตุ *ค่าที่ได้จาก Predicted models

a,b,c อักษรกำกับต่างกันในแนวนอนหมายถึงค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และ ns หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

A = 95 °C /22 นาที

B = 86 °C /21 นาที

C = 90 °C /25 นาที

D = 90°C /22 นาที

4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพและสารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด

จากผลข้อ 4.3 ได้คัดเลือกสภาวะการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัดมา 1 จุด คือ การคั่วที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 22 นาที หรือจุด D ในขั้นตอนการทำ Validation มาใช้ในการเตรียมตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพและวิเคราะห์สารให้กลิ่นรส รวมทั้งใช้ในการศึกษาการ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ระหว่างเก็บ นำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากสภาวะดังกล่าวมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ ได้แก่ ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) a_w ค่าสี และวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (BAM, 2001a) ยีสต์และรา (BAM, 2001b) วิเคราะห์หาปริมาณ Aflatoxin (MycoJudge, Tokyo, Japan) ประเมินการยอมรับของผู้บริโภค และตรวจวิเคราะห์สารให้กลิ่นรสที่สำคัญในผลิตภัณฑ์ ด้วย GC-MS โดยเทคนิค Solid Phase Micro-Extraction (SPME) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในผลิตภัณฑ์พริกแห้ง น้ำพริก พริกสด รวมไปถึงผลิตภัณฑ์ที่ต้องการวิเคราะห์สารให้กลิ่นรส (Toontom et al., 2012)

ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ผลิตได้จากสภาวะที่เหมาะสมที่คัดเลือกมามีค่าคุณภาพด้านต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.11 โดยค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 5.11 %wb ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานผงปรุงรสอาหาร ต้องมีความชื้นไม่เกิน 13% และไม่เกิน 15% ตามเกณฑ์อาหารแห้ง (Jay, 1998) โดยน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547ข) a_w ของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.329 ซึ่งไม่เกิน 0.6 ตามเกณฑ์ของอาหารแห้ง (Jay, 1998) และมาตรฐานผงปรุงรส (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547ข) เนื่องจากค่า a_w เป็นปัจจัยสำคัญในการประเมินอายุการเก็บอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547ข) ค่าสีของผลิตภัณฑ์ และมีค่าใกล้เคียงกับน้ำพริกเผา (จินดา รัตนภาวรกิติ, 2553) และเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์กับมาตรฐานพบว่า ค่าจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ผลิตได้ มีค่าจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามมาตรฐานน้ำพริกผัด (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547ก) ส่วนค่าการวิเคราะห์ปริมาณ Aflatoxin ในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ผลิตได้พบว่ามีค่า 0.36 µg/kg ซึ่งมาตรฐาน มอก. : น้ำพริกแกงและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส ต้องมีค่า Aflatoxin ไม่เกิน 20 µg/kg (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) และปริมาณกรดไทโอบาร์บิวทูริก (TBARS) ที่วัดได้ในผลิตภัณฑ์ภายหลังการผลิตใหม่ (Day0) มีค่าเท่ากับ 2.01 mg Malonaldehyde (MDA)/kg sample, wb ซึ่งค่า TBARS เป็นดัชนีในการวัดการเสื่อมคุณภาพของไขมันในอาหาร (Tanikawa, 1985)

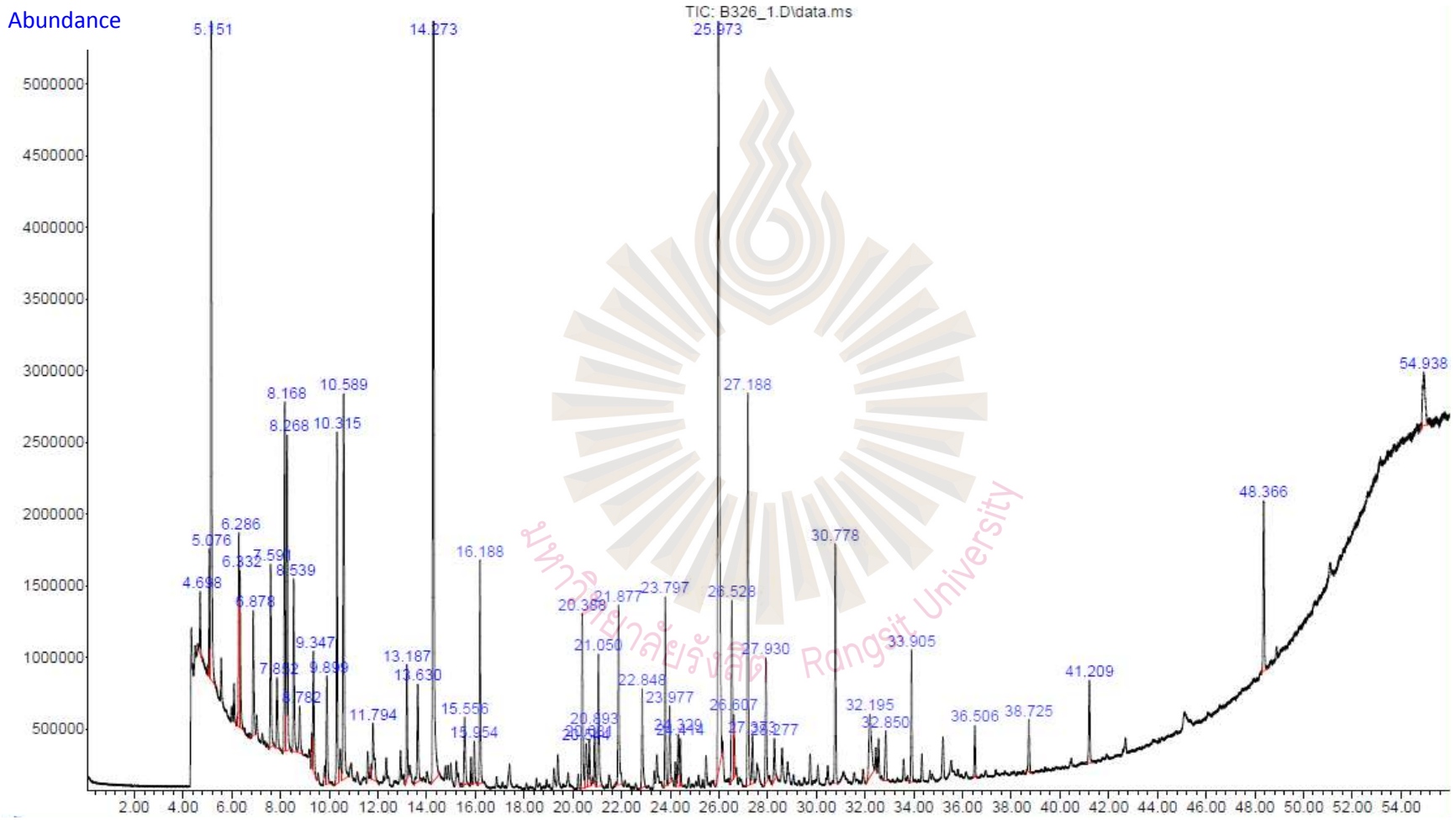
ตารางที่ 4.11 ค่าคุณภาพด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด (Day0)

Characteristics	Mean±SD
Physicochemical properties	
Moisture (%,wb)	5.11±0.01
a_w	0.329±0.000
L^*	21.46±0.53
a^*	15.35±0.65
b^*	7.11±0.30
Aflatoxin (µg/kg)	0.36±0.00
TBARS (mg/kg MDA)	2.01±0.20
Microbiological properties	
Total microorganisms (CFU/g)	ND
Yeasts and Molds (CFU/g)	ND

Note : ND mean not detect.

Mean ± standard deviation (n = 3)

ผลวิเคราะห์สารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด ด้วย GC-MS โดยใช้เทคนิค solid phase micro-extraction (SPME) ได้โครมาโตแกรมของสารที่ระเหยได้ในผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่ 4.9 และวิเคราะห์ชนิดของสารที่ระเหยได้ที่พบในผลิตภัณฑ์ ตารางที่ 4.12



รูปที่ 4.9 SPME Chromatogram ของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ได้จากการคั่วที่อุณหภูมิ 90°C 22 นาที

ตารางที่ 4.12 สารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ได้จากการคั่วที่อุณหภูมิ 90°C 22 นาที

RT(min)	Compound	Peak Area%	Quality	Attributes*
	Alcohols			
8.782	Ethanol	0.60	86	Sweet
14.273	Prop-2-en-1-ol	12.07	80	Garlic liked odor
38.725	Benzyl alcohol	0.59	97	Sweet, Flower
	Aldehydes and Ketones			
6.286	Propanal, 2-methyl-	1.65	91	Wine
6.333	2-Propanone	1.54	80	-
8.168	Butanal, 2-methyl-	3.41	91	Roasted, Musty, Chocolate, Nutty, Fermented
8.268	Butanal, 3-methyl-	3.20	95	Malty, Roasted flavor
9.899	Pentanal	1.20	91	Fermented, Bready, Fruity, Nutty,Berry
13.187	Hexanal	1.10	95	Fruity, Hey-liked, Freshy cut grass, Leaf odor, Grassy
13.630	2-Butenal, 2methyl-, (E)-	1.19	94	Green, Fruity
15.954	2-Pentenal, 2-methyl-	0.45	96	Spicy, Fruity, Green, Pulpy
20.544	2-Butanone, 3-hydroxy	0.65	80	-
21.050	2-Propanone, 1-hydroxy- (CAS)	1.70	49	Sweet flavor
21.877	2-heptenal, (E)-	2.13	98	Fatty, Green, Pungent
26.528	Furfural	2.13	95	Roasted flavor, Caramel, Woody

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 4.12 สารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ได้จากการคั่วที่อุณหภูมิ 90°C 22 นาที (ต่อ)

RT(min)	Compound	Peak Area%	Quality	Attributes*
26.607	2-furan-carboxaldehyde	0.75	38	Smoke
27.930	Ethanone, 1-(2-furanyl)- (CAS)	1.37	91	Diffusive, Pungent, Green, Ethereal
32.195	Benzeneacetaldehyde	1.52	95	Roasted, Sweet, Flora
41.209	Ethanone, 1-(1H-pyrrol-2-yl)-(CAS)	0.92	94	Musty, Nutty-liked with a coumarin nuance
48.366	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl	1.90	90	Caramel odor
	Acids and Esters			
7.591	Acetic acid ethyl ester	1.82	91	Ether-liked, Fruity
7.852	Carbamic acid, methyl-, ethyl ester	0.85	9	-
16.188	Isobutyl 3-methylbut-3-enyl carbonate	2.31	50	-
20.893	Propanoic acid, 2-methyl-, 4-methylpentyl ester	0.50	90	Sweet, Floral, Fruity,
23.797	4-Methylpenthl 2-methylbutanoate	1.78	91	Fruity (tabasco, chili pepper)
24.414	4-methylpentyl 3-methylbutanoate	0.45	90	Fruity,Waxy,Soapy
25.973	Acetic acid (CAS)	12.74	91	Sharp vinegar, Green, Herbal, Woody, Sour
28.277	4-Methylpentyl 4-methylpentanoate	0.49	45	Weak fruit, Peach
32.859	Butanoic acid, 2-methyl-	0.63	80	Cheesy

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 4.12 สารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ได้จากการคั่วที่อุณหภูมิ 90°C 22 นาที(ต่อ)

RT(min)	Compound	Peak Area%	Quality	Attributes*
	Hydrocarbon compounds			
4.698	Hexane	0.49	91	Alkane
5.076	Propane, 2-methoxy-2-methyl-	1.00	64	Minty
5.151	Heptane	7.86	91	Alkane
8.539	Methane, dichloro-	1.81	97	-
9.347	Heptane, 2,2,4,6,6-pentamethyl-	1.34	83	
11.794	Toluene	0.90	91	Paint, Sweet, Pungent, Benzene-liked
22.848	Tridecane, 2-methyl-	1.08	94	-
33.905	gamma-himachalene	1.36	99	-
54.940	1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	1.32	86	-
	Sulfur-containing compounds			
15.556	Diallyl sulfide	0.85	99	Green, Floral
20.388	Disulfide, methyl 2-propenyl	1.90	96	Spicy
20.681	(E)-1-Methyl-2-(prop-1-en-1-yl)disulfane	0.51	97	-
23.977	Trisulfide, dimethyl	0.83	97	Alliaceous, Onion, Fresh, Savory, Green
27.188	Diallyl disulfide	4.08	95	Spicy
27.373	(E)-Allyl-2-(prop-1-en-1-yl)disulfane	0.56	95	-
30.778	Trisulfide, methyl 2-propenyl	2.41	98	-
36.506	Trisulfide, di-2-propenyl	0.51	98	-

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 4.12 สารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ได้จากการคั่วที่อุณหภูมิ 90°C 22 นาที (ต่อ)

RT(min)	Compound	Peak Area%	Quality	Attributes*
	Others			
6.878	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	1.25	90	-
10.315	Cyclotetrasiloxane, octamethyl- (CAS)	3.14	91	-
10.589	Acetonitrile	4.55	53	Ether-liked, Sweet, Burnt, Faint, Distinct
24.329	Oxazole, 4,5-dihydro-2,4-dimethyl-	0.57	64	Boiled beef

*https://www.flavornet.org/flavornet.html
http://www.thegoodscentscompany.com/

ตารางที่ 4.13 สารให้กลิ่นรสที่สำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ได้จากการคั่วที่อุณหภูมิ 90°C 22 นาที (Peak Area ≥3.0%)

RT(min)	Compound	Peak Area%	Quality	Attributes*
25.973	Acetic acid (CAS)	12.74	91	Sharp vinegar, green, herbal, woody, sour
14.273	Prop-2-en-1-ol	12.07	80	Garlic
5.151	Heptane	7.86	91	Alkane
10.589	Acetonitrile	4.55	53	Ether-liked, sweet, burnt, Faint, distinct
27.188	Diallyl disulfide	4.08	95	Spicy
8.168	Butanal, 2-methyl-	3.41	91	Roasted, Musty, Chocolate, nutty, Fermented

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 4.13 สารให้กลิ่นรสที่สำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ได้จากการคั่วที่อุณหภูมิ 90°C 22 นาที (Peak Area ≥3.0%) (ต่อ)

RT(min)	Compound	Peak Area%	Quality	Attributes*
8.268	Butanal, 3-methyl-	3.20	95	Malty, Roasted flavor
10.315	Cyclotetrasiloxane, octamethyl- (CAS)	3.14	91	-

ผลวิเคราะห์สารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด ด้วย GC-MS โดยใช้เทคนิค solid phase micro-extraction (SPME) พบสารให้กลิ่นรสทั้งหมด 50 ชนิด ได้แก่ กลุ่มแอลกอฮอล์ 3 ชนิด อัลดีไฮด์และคีโตน 17 ชนิด กรดและเอสเทอร์ 9 ชนิด สารประกอบไฮโดรคาร์บอน 9 ชนิด สารประกอบซัลเฟอร์ 8 ชนิด และสารอื่นๆ 3 ชนิด (ตารางที่ 4.12) ซึ่งกลุ่มที่พบมากที่สุด คือ อัลดีไฮด์และคีโตน

อัลดีไฮด์และคีโตนเป็นสารที่พบได้บ่อยในการตรวจวิเคราะห์สารประกอบระเหยได้ โดยการวิเคราะห์สารให้กลิ่นรสในพริกผัดที่พบ ได้แก่ Butanal, 2-methyl- และ Butanal, 3-methyl- ซึ่งพบในกระเทียมสด (Maria, M.C., Feliciano, & Maria, D.L.C., 2017) และ 2-heptenal, (E)- ที่วิเคราะห์ได้ ส่วนใหญ่ถูกพบในหัวหอม และให้กลิ่นฉุน (Ning, Baoguo, Xueying, Haitao, & Yuyu,2019) สารประกอบอีกชนิดที่มักพบในอาหารที่ผ่านกระบวนการคั่ว คือ Furfural ตรวจพบในพริกแห้ง หัวหอมและกระเทียม ให้กลิ่นคั่ว และกลิ่นคาราเมล (Maria et al., 2017; Ning et al.,2019; Toontom et al., 2012) ส่วนสาร Pentanal มีรายงานการพบในเมล็ดแตงกวาจีนคั่ว ให้กลิ่นหมัก กลิ่นขนมปัง กลิ่นผลไม้ กลิ่นถั่ว และกลิ่นเบอรี่ (Shimin et al., 2014) และสารประกอบ 2-Butenal, 2methyl-, (E)- และสารประกอบ Hexanal มีรายงานการพบในพริกสด พริกแห้ง รวมถึงผลิตภัณฑ์จากพริก ซึ่งให้กลิ่นผลไม้ และกลิ่นหญ้า (Apichartsrangkoom, Chaikham, Srisajjalertwaja, Chunthanom, & Dajanta,2013; Eduardo et al.,2018; Kyung & Hyung, 2014; Maria et al., 2017; Ning et al.,2019; Toontom et al., 2012) Ning et al.(2019) และ Maria et al.(2017) ได้รายงานการวิจัยเกี่ยวกับสารให้กลิ่นรสในหอมเจียว และกระเทียม คือ 2-furan-carboxaldehyde ให้กลิ่นควัน และ 2-Pentenal, 2-methyl- ให้กลิ่นรสเผ็ดร้อน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารประกอบ Ethanone, 1-(2-furanyl)- (CAS) ที่พบให้กลิ่นฉุน Benzeneacetaldehyde ให้กลิ่นคั่ว และกลิ่นหอมหวานของดอกไม้ ซึ่งพบในพริกแห้งและมีปริมาณน้อยกว่าในพริกผัด (Toontom et al., 2012) สารประกอบระเหยได้ในกลุ่มคีโตนที่วิเคราะห์พบในเครื่องปรุงรสพริกผัดอีกคือ 2-Propanone ถูกพบในกระเทียมสด กระเทียมดำ และพริกด้วยเช่นกัน (Eduardo et al.,2018; Maria et al., 2017) สารประกอบ 2-Butanone, 3-hydroxy พบในโคชูจัง และหอมเจียว (Kyung & Hyung, 2014; Ning et al.,2019) สารประกอบ 2-Propanone, 1-hydroxy- (CAS) พบในกระเทียม (Maria et al., 2017) 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-ซึ่งเป็นสารประกอบให้กลิ่นรสหลักของพริกแห้ง ให้กลิ่นรสคาราเมล (Toontom et al., 2012)

ในสารประกอบกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มกรดและเอสเทอร์ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วสารประกอบในกลุ่มนี้จะให้กลิ่นรสผลไม้ กลิ่นหอมหวาน และกลิ่นอีเทอร์ (Eduardo et al., 2018) สารกลุ่มนี้ที่พบได้แก่ Acetic acid ethyl ester/ Acetonitrile/ Isobutyl 3-methylbut-3-enyl carbonate/ Propanoic acid 2-methyl-, 4-methylpentyl ester/ 4-Methylpenthl 2-methylbutanoate/ 4-methylpentyl 3-methylbutanoate และ 4-Methylpentyl 4-methylpentanoate ซึ่งพบส่วนมากในพริกสด หัวหอมสด และโคชูจัง (Eduardo et al.,2018; Maria et al., 2017; Ning et al.,2019)

กลุ่มสารประกอบซัลเฟอร์ เป็นกลุ่มสารประกอบให้กลิ่นรสที่สำคัญที่มักพบในกระเทียมโดยเฉพาะ Allyl methyl sulfide/ Diallyl disulfide/ Diallyl trisulfide และ di-2-propenyl trisulfide (Papu et al.,2014) จากการวิเคราะห์สารประกอบให้กลิ่นรสในพริกผัด พบ Diallyl disulfide (กลิ่นรสเผ็ดร้อน)/ Trisulfide, di-2-propenyl/ Diallyl sulfide (กลิ่นเหม็นเขียว และกลิ่นดอกไม้)/ Disulfide, methyl 2-propenyl/ (E)-1-Methyl-2-(prop-1-en-1-yl)disulfane/ Trisulfide, dimethyl (กลิ่นกระเทียม,กลิ่นหัวหอม, กลิ่นสดชื่น, กลิ่นเผ็ด, และกลิ่นเขียว) สารประกอบ (E)-Allyl-2-(prop-1-en-1-yl)disulfane สารประกอบ Trisulfide, methyl 2-propenyl มีรายงานการพบในกระเทียมสด กระเทียมเจียว และในน้ำพริกหนุ่ม (Apichartsrangkoom et al., 2013; Maria et al., 2017; Utama-ang et al., 2018)

กลุ่มสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ได้แก่ Hexane, Heptane สารประกอบ Heptane, 2,2,4,6,6-pentamethyl- และ Toluene ซึ่งมีการตรวจพบในโคชูจัง (Kyung & Hyung, 2014) สารประกอบ Tridecane, 2-methyl- และ gamma-himachalene มีการตรวจพบเช่นเดียวกันกับในน้ำพริกหนุ่ม ในกระเทียมดอง และในพริกแห้งที่ทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์ (Apichartsrangkoom et al.,

2013; Toontom et al., 2012) สารประกอบ Propane, 2-methoxy-2-methyl- ถูกพบในกาแฟคั่ว (Ivon, 2002)

กลุ่มแอลกอฮอล์ พบ Ethanol ในโคชูจัง ซึ่งให้กลิ่นรสหอมหวาน (Kyung & Hyung, 2014) กลุ่มกรดพบสารประกอบ Acetic acid (CAS) และ Butanoic acid, 2-methyl- ให้กลิ่นรสน้ำส้มสายชูอย่างชัดเจน รวมไปถึงกลิ่นสมุนไพร กลิ่นเขียว กลิ่นไม้ และกลิ่นเปรี้ยว Toontom et al. (2012) รายงานว่า Acetic acid จะเพิ่มขึ้นหลังจากการอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น และยังพบ Acetic acid ในโคชูจังกับหัวหอม (Kyung & Hyung, 2014; Ning et al., 2019)

ดังนั้นสารให้กลิ่นรสที่สำคัญในเครื่องปรุงรสพริกผัดที่วิเคราะห์ได้และตรงกับที่พบในรายงานวิจัยก่อนหน้า ได้แก่ 4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl เป็นสารสำคัญที่มักพบในพริกแห้ง 2-heptenal, (E)- ในหัวหอม และให้กลิ่นฉุน กลุ่มสารประกอบซัลเฟอร์ ได้แก่ Diallyl disulfide และ Trisulfide, methyl 2-propenyl ที่มักพบในกระเทียมสด กระเทียมเจียว สารประกอบ 2-furan-carboxaldehyde ให้กลิ่นควัน และ 2-Pentenal, 2-methyl- ให้กลิ่นรสเผ็ดร้อนในหอมเจียว กระเทียมเจียว และสารให้กลิ่นรสที่เกิดจากกระบวนการคั่ว ได้แก่ Furfural; Benzeneacetaldehyde

และเมื่อพิจารณาเฉพาะสารประกอบระเหยได้ที่มีค่า Peak Area ≥3.0% (ตารางที่ 4.13) ในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด พบ Acetic acid สูงสุด 12.74% ให้กลิ่นรสน้ำส้มสายชู เป็นสารหลักที่พบมากในพริกแห้งที่ผ่านกระบวนการอบในอุณหภูมิที่สูงขึ้น (Toontom et al.,2012) รองลงมาคือสาร Prop-2-en-1-ol (Allyl alcohol) เท่ากับ 12.07% ให้กลิ่น Garlic พบในสารอัลลิลินของกระเทียม และยังเป็นสารที่ช่วยยับยังการเกิดเชื้อราและยีสต์อีกด้วย (Chung, Kwon, Shim, & Kyung, 2007) ตามมาด้วยสาร Heptane เท่ากับ 7.86% สารนี้มีรายงานพบในผลิตภัณฑ์น้ำมันมะกอก และพริกในน้ำมันมะกอก (Nicola, Antonello, Giovanna, & Raffaele, 2013) ถัดมาคือสาร Acetonitrile เท่ากับ 4.55% ให้กลิ่นรส Ether และกลิ่นไหม้ (Haofei Chemical, 2018) ถัดมาคือสาร Diallyl disulfide พบเท่ากับ 4.08% ให้กลิ่นรสเผ็ดร้อน ตามด้วยสาร Butanal, 2-methyl- พบเท่ากับ 4.41% และพบสาร Butanal, 3-methyl- เท่ากับ 3.20% ซึ่งเป็นสารที่พบในกระเทียม (Maria et al., 2017) และพบสาร Cyclotetrasiloxane, octamethyl- (CAS) เท่ากับ 3.14% ซึ่งสารนี้เป็นน้ำมันเหลวใสไม่มีสี (ศูนย์พัฒนานโยบายแห่งชาติด้านสารเคมี, 2560)

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด ใช้วิธีให้คะแนนความชอบ (9 - point hedonic scale) ร่วมกับการทำ Just right scale (JAR) ต่อปัจจัยคุณภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส ความเผ็ด และความชอบรวม รวมทั้งถามการยอมรับ และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค จำนวน 100 คน พบว่าคะแนนความชอบในแต่ละปัจจัยของผลิตภัณฑ์มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.5 - 8.3 (ดังตารางที่ 4.13) ซึ่งจัดอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก และมีค่าคะแนนความพอดี (ตารางที่ 4.14) ในเกือบทุกด้าน ได้แก่ คุณลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และกลิ่นรส มีค่าเกิน 70% ยกเว้นค่าความพอดีในด้านความเผ็ดที่ผู้บริโภคจำนวน 57% ประเมินให้พอดี และมี 30% ที่ประเมินให้ว่าความเผ็ดมากเกินไป จากการประเมินของผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ต่อผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสน้ำพริกผัด พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ 96% และถ้ามีผลิตภัณฑ์พริกผัดวางจำหน่ายจะมีผู้บริโภคสนใจซื้อ 86%

ตารางที่ 4.14 ค่าคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด (*N*=-100)

Sensory Acceptability	9-point hedonic scale
Appearance	7.97 ± 1.37
Color	7.93 ± 1.76
Odor	8.27 ± 1.55
Flavor	8.00 ± 1.41
Hotness	7.50 ± 1.81
Overall liking	8.30 ± 1.09

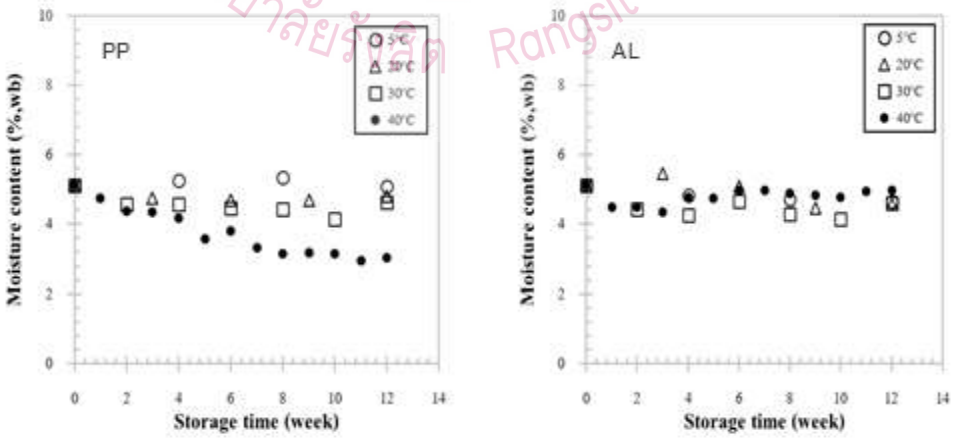
ตารางที่ 4.15 % ของระดับความพอดีโดยวิธีการทดสอบการยอมรับ Just About Right scale (JAR) ของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด (*N*=-100)

Attributes	%Not enough	%JAR	%Too much
Appearance	7	93	0
Color	17	70	13
Odor	0	97	3
Flavor	3	90	7
Hotness	13	57	30

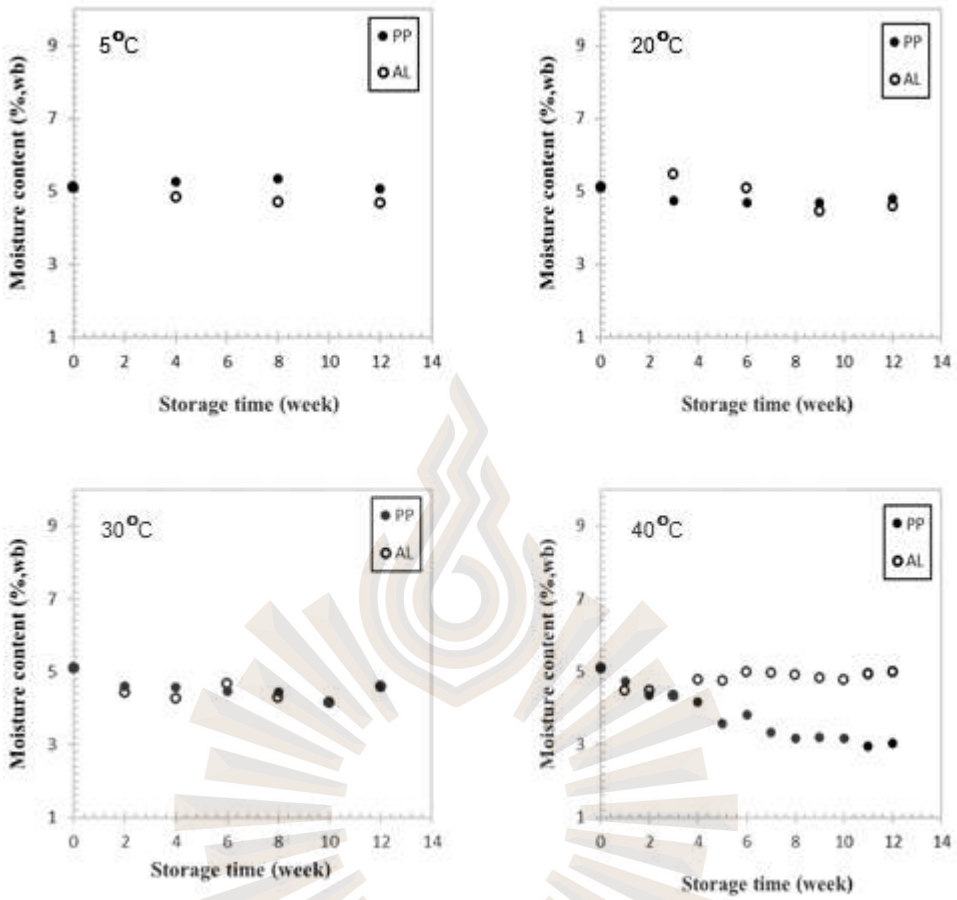
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

4.5 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดในระหว่างเก็บ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด ที่พัฒนาได้ เก็บในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม 2 ชนิด ได้แก่ บรรจุภัณฑ์พลาสติก Polypropylene (PP) และอลูมิเนียมฟอยล์ (AL) เก็บที่อุณหภูมิ 20, 30 และ 40 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิควบคุม และทำการสุ่มตัวอย่างออกมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพ และประเมินการยอมรับของผู้บริโภคโดยทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ จากการศึกษาพบว่าการเก็บผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 2 ชนิด มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นในสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิสูงขึ้น (รูปที่ 4.10 และ 4.11) พบว่ามีค่าลดลง พริกผัดที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ มีการเปลี่ยนแปลงน้อย เนื่องจากถุงอลูมิเนียมฟอยล์ มีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ น้ำ กลิ่น น้ำมัน และแสงได้เป็นอย่างดี (Leongwachiranon & Charudanesh, 2011) จากภาพที่ 4.12-4.13 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ พบการเพิ่มขึ้นของค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ในช่วงต้นของการเก็บในทุกสภาวะ ทั้งนี้เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์มีการปรับสภาพความดันไอจากสภาวะนอกบรรจุภัณฑ์ให้เข้าสู่สภาวะสมดุลในบรรจุภัณฑ์ (Karel, Fennema, & Lund, 1975) และหลังจากวันที่ 4 ค่า a_w มีค่าลดลงในทุกสภาวะการเก็บ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ สุภางค์ เรืองฉาย และสิรินาถ ตัณฑเกษม (2554) พบว่าค่าความชื้นของน้ำพริกมะขามในระหว่างการเก็บทั้ง 3 สัปดาห์มีแนวโน้มลดลงโดยมีค่าความต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และค่า a_w ในน้ำพริกมะขามสูตรเริ่มต้นมีค่าลดลงอย่างชัดเจนกว่าสูตรที่ใช้มะขามผสมกระเจี๊ยบ

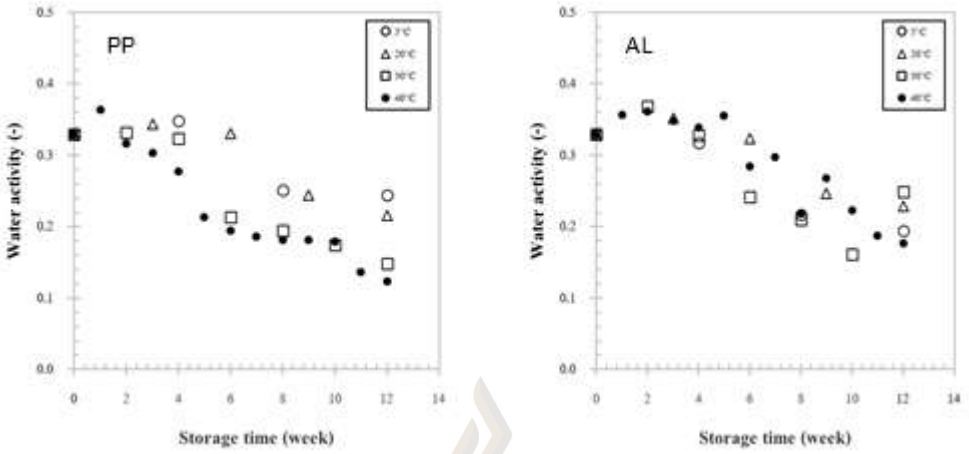


รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C ; บรรจุในถุงพลาสติกใส (PP), บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL)

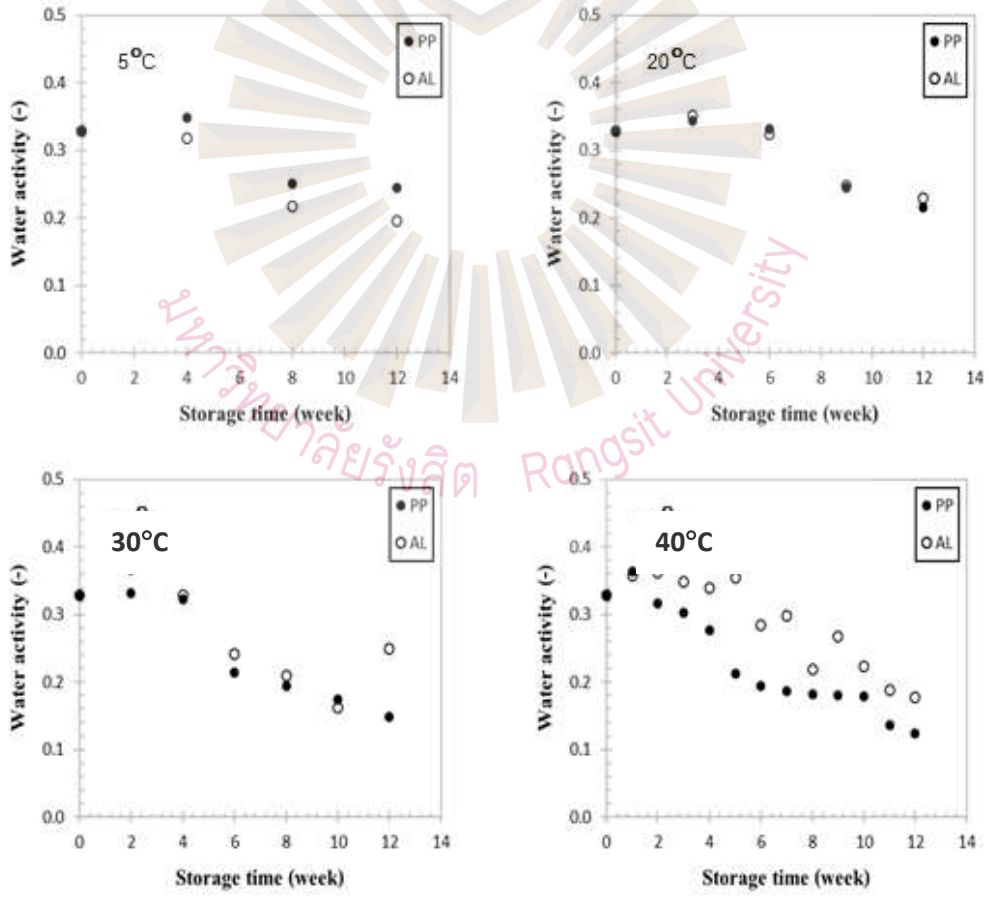


รูปที่ 4.11 แสดงผลของบรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



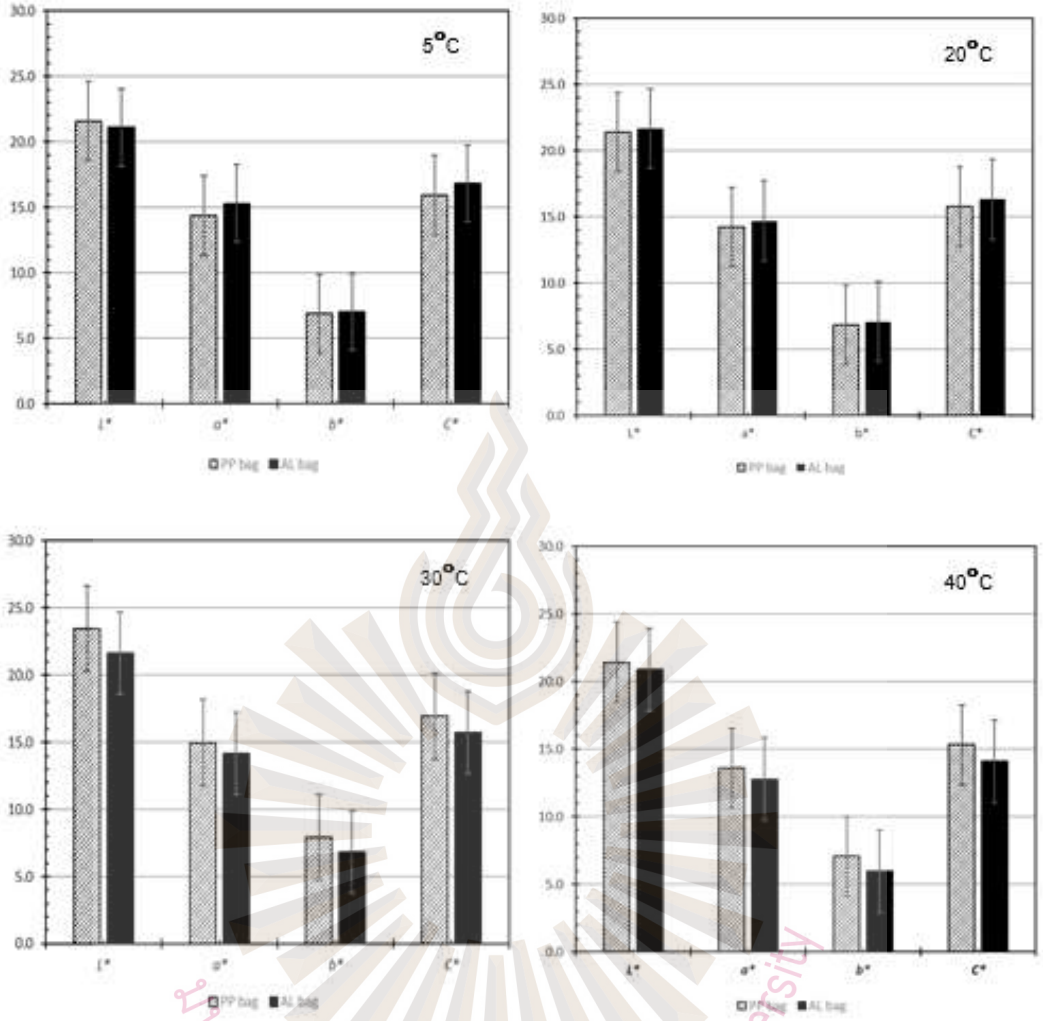
รูปที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงค่า Water activity ของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C ;บรรจุในถุงพลาสติกใส (PP),บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL)



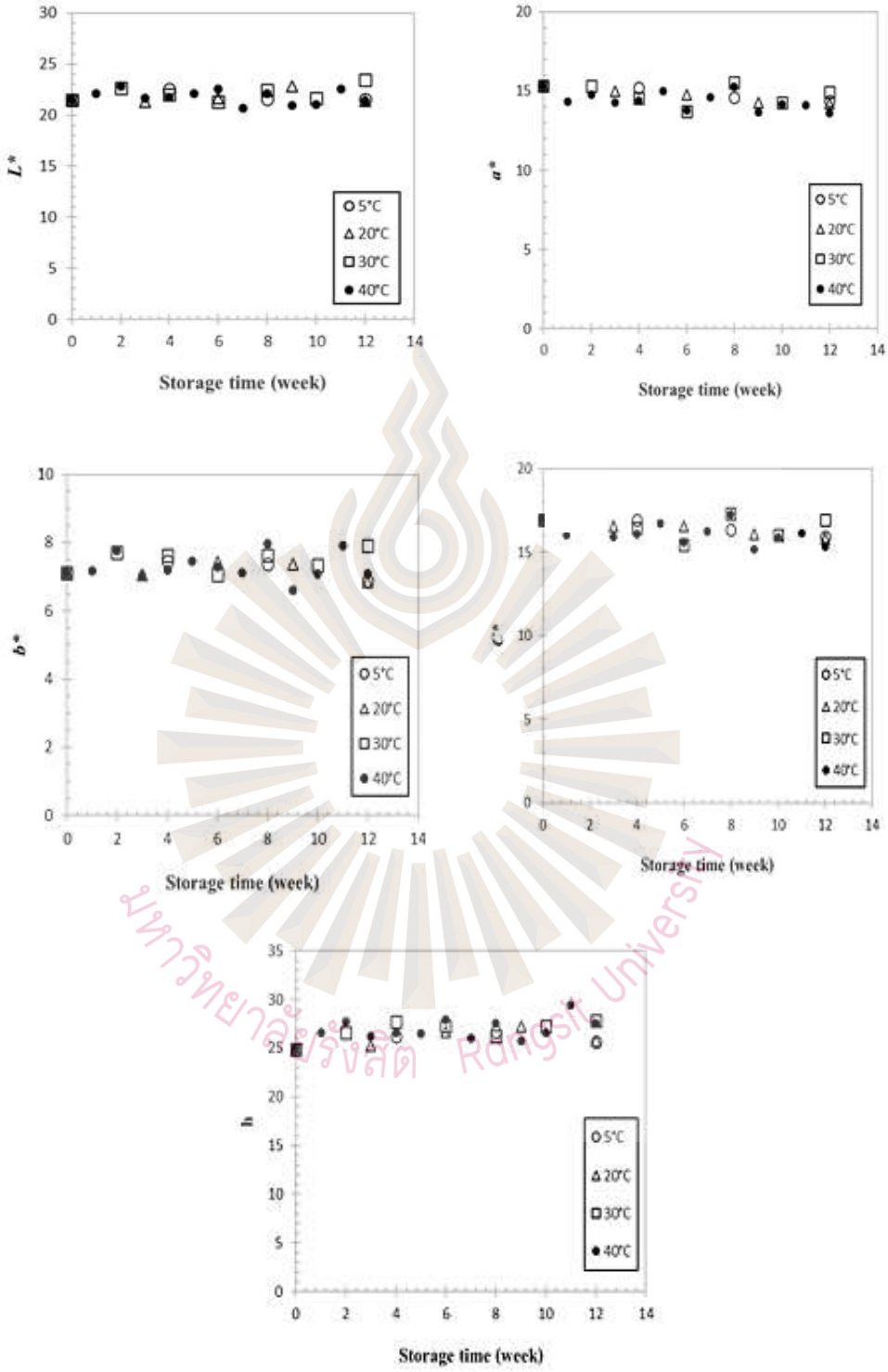
รูปที่ 4.13 แสดงผลของบรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงค่า Water activity ของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C

ค่าสีเป็นค่าที่มีความสำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค หรือเป็นดัชนีบ่งบอกการเสื่อมเสียของอาหารได้ โดยที่ ค่า *L** แสดงถึงค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว) ค่า *a** แสดงถึงค่า ความเป็นสีแดงและสีเขียว ถ้าค่า *a** เป็นบวกจะเป็นสีแดง ถ้า *a** เป็นลบจะเป็นสีเขียว และค่า *b** แสดงถึงค่าความเป็น สี เหลืองและสีน้ำเงิน ถ้าค่า *b** เป็นบวกจะเป็นสีเหลือง ถ้า *b** เป็นลบจะเป็นสีน้ำเงิน (จินดา รัตนถาวรกิติ, 2553) จากการวิเคราะห์ค่าสีในผลิตภัณฑ์จากการเก็บที่อุณหภูมิ 5 (อุณหภูมิควบคุม), 20, 30, และ 40 องศาเซลเซียสในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ดังภาพที่ 4.14 ผลิตภัณฑ์เริ่มต้นมีค่า *L** 21.46 ซึ่งมีความสว่างใกล้ 0 มากว่า 100 แสดงว่ามีสีเข้ม ค่า *a** +15.35 แสดงว่ามีสีแดงและค่า *b** +7.11 แสดงว่ามีสีเหลือง ค่า C* 16.93 ค่า h 24.86 เมื่อเก็บจนครบ 12 สัปดาห์พบว่า ค่าสี มีความสว่าง *L** ลดลงมากสุดที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น และค่า *L** มีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อเก็บนานขึ้น ค่า *a** อยู่ในช่วง +12.50 ถึง 15.74 และค่า *b** อยู่ในช่วง +5.96 ถึง 7.93 และลดลงเมื่อระยะเวลานานขึ้นและอุณหภูมิสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ยังมีสีเหลืองแต่ค่อยๆคล้ำขึ้น ค่า *C** อยู่ในช่วง +13.93 ถึง 17.81 ซึ่งเป็นค่าความอิ่มตัวของสี แต่เมื่อเก็บเป็นระยะเวลานาน ที่อุณหภูมิสูงขึ้น พบว่าผลิตภัณฑ์มีสีซีดลง และค่า *h* (Hue angle) อยู่ในช่วง 18.02 - 29.41 แสดงว่าผลิตภัณฑ์อยู่ในกลุ่มสีแดง ดังภาพที่ 4.15 และ 4.16 เช่นเดียวกับ จินดา รัตนถาวรกิติ (2553) ได้รายงานว่าค่าสีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผา เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นสีผลิตภัณฑ์จะคล้ำขึ้น และเห็นได้ชัดที่สุดในสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิสูง 55 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

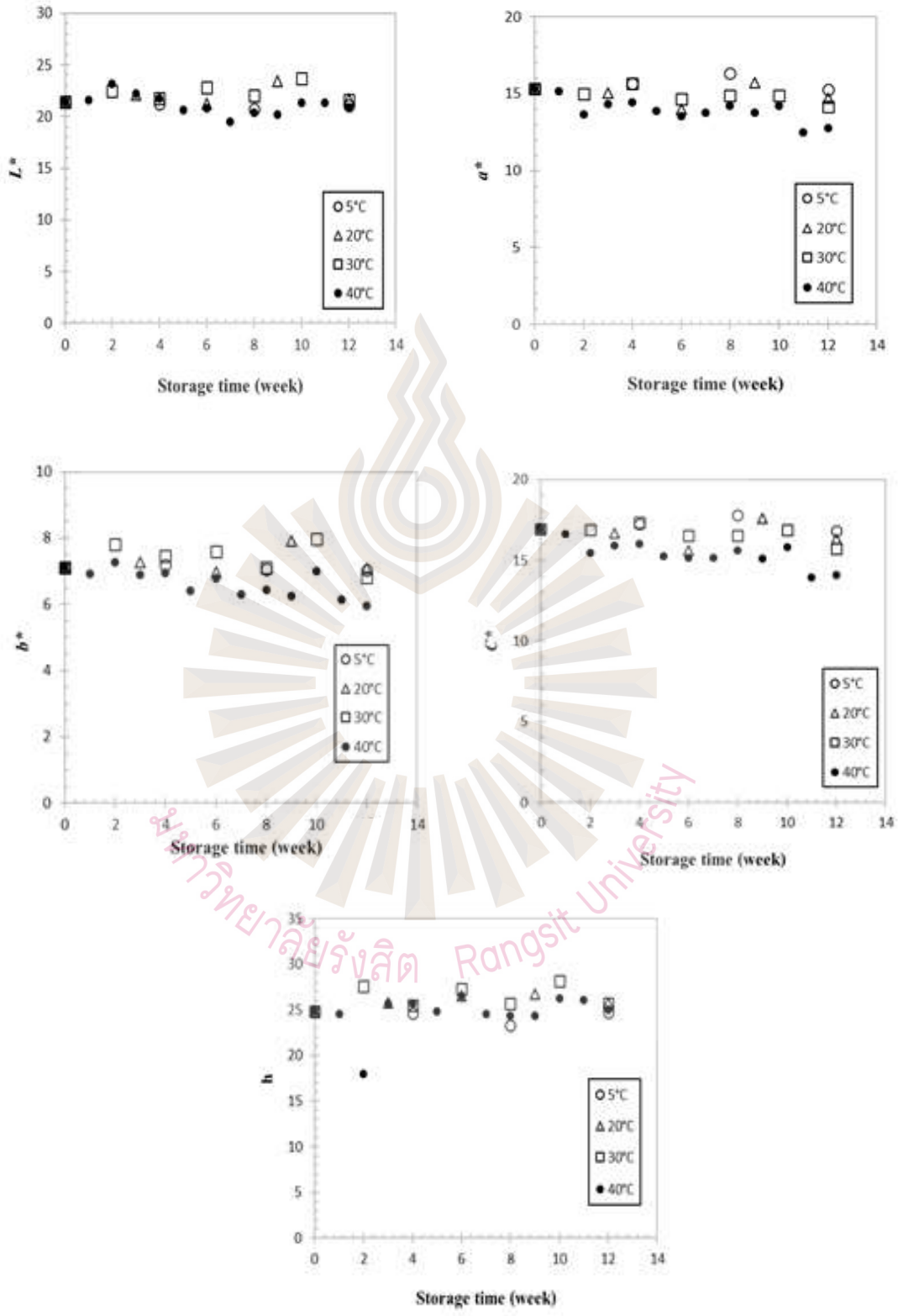


รูปที่ 4.14 เปรียบเทียบผลของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีภายหลังเก็บนาน 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C



รูปที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C ที่บรรจุในถุงพลาสติกใส (PP)

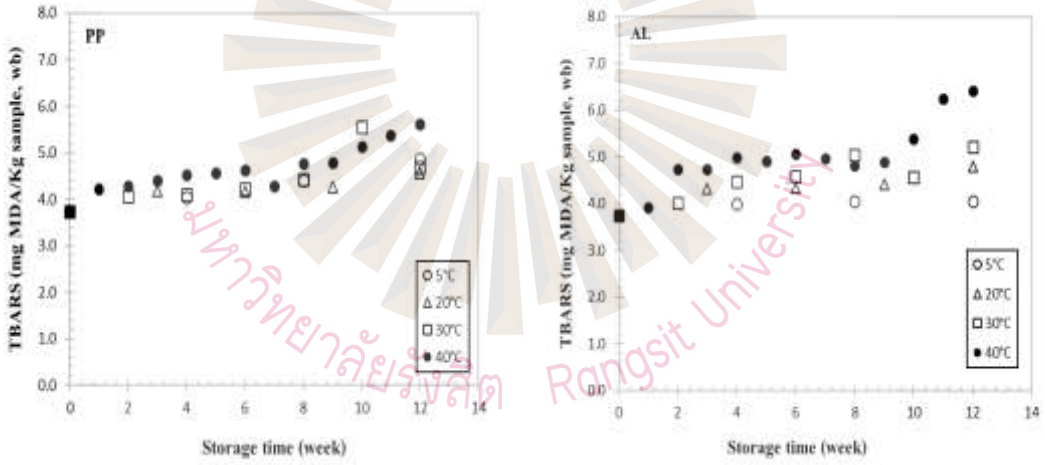
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รูปที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL)

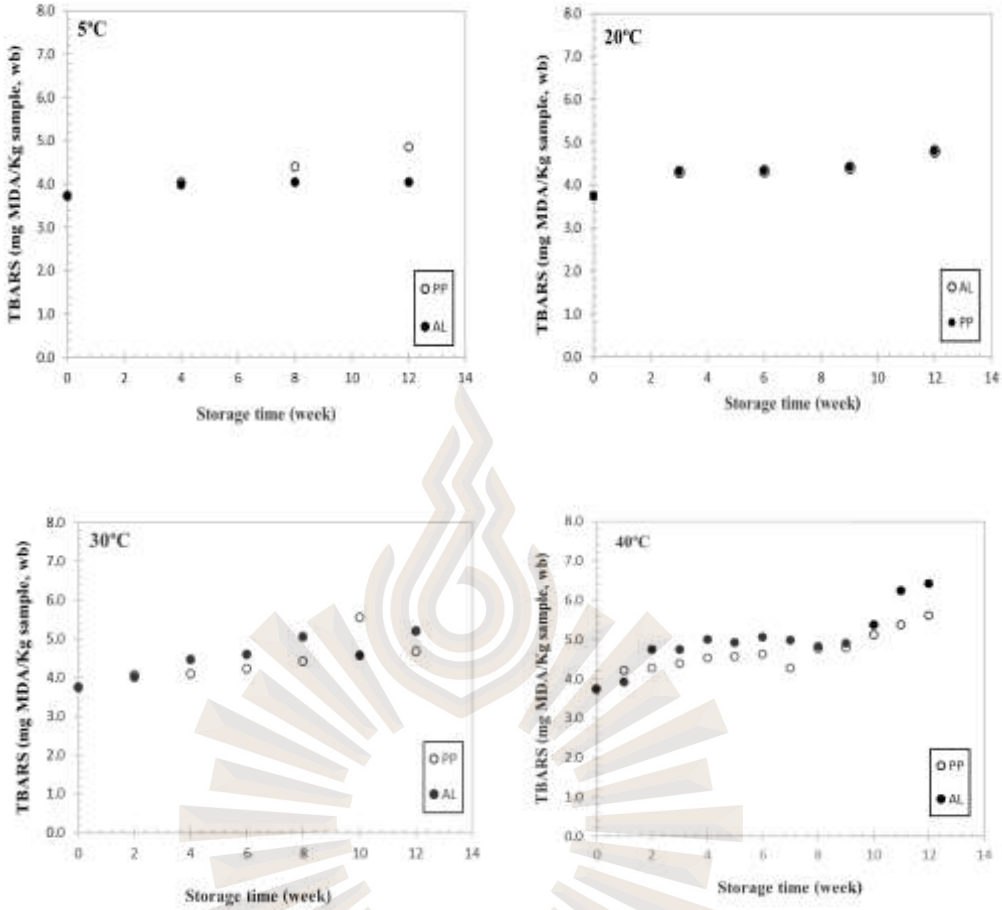
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ค่าปริมาณ TBARS เป็นดัชนีในการวัดการเสื่อมคุณภาพของไขมันในอาหาร จากการวิเคราะห์พบว่าค่า TBARS มีค่าเพิ่มขึ้นภายหลังการเก็บในทุกๆสภาวะ แต่มีการเพิ่มน้อยมากที่อุณหภูมิควบคุม 5 องศาสเซลเซียส ดังภาพที่ 4.17- 4.18 อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของค่า TBARS ในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งจากค่า TBARS ที่วิเคราะห์ได้ในตัวอย่างเครื่องปรุงรสพริกผัด ตั้งแต่เก็บสัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไป ที่อุณหภูมิการเก็บ 30 และ 40 องศาเซลเซียส TBARS มีค่ามากกว่า 3 mg MDA/kg sample, wb ส่งผลต่อผู้บริโภคที่สามารถรับรู้กลิ่นแปลกปลอมทางประสาทสัมผัสต่ออาหารได้ และถ้าค่า TBARS มากกว่า 7 mg MDA/kg sample, wb แสดงว่าอาหารมีกลิ่นเหม็นหืนและเสื่อมเสียแล้ว (Tanikawa, 1985) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ที่ค่า TBA ในน้ำพริกเผา มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บสูงขึ้น จินดา รัตนถาวรกิติ (2553) และงานวิจัยของวิภาวดี สาแดง และคณะ (2558) รายงานว่าค่า TBARS ในคั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บมากขึ้นทั้งในอุณหภูมิปกติและอุณหภูมิแช่เย็น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหืน ไม่สามารถรับประทานได้



รูปที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไทโอบาร์บิวทูริก (TBARS) ของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C ;บรรจุในถุงพลาสติกใส (PP), บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รูปที่ 4.18 แสดงผลของบรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไทโอบาร์บิวทูริก (TBARS) ของผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่เก็บที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยวิธีให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ต่อปัจจัยคุณภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ความเผ็ด และความชอบรวม รวมทั้งถามการยอมรับ จนตัวอย่างมีคุณภาพเสื่อมเสียหรือไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากการประเมินผลิตภัณฑ์หลังเก็บนาน 12 สัปดาห์ พบว่าคะแนนความชอบของผู้บริโภคในด้านลักษณะปรากฏและสีลดลงในตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิสูง ซึ่งสัมพันธ์กับผลค่าสีของผลิตภัณฑ์ คือ มีสีคล้ำและเข้มขึ้น ในด้านกลิ่นและความชอบโดยรวมมีค่าลดลงในอุณหูมิที่สูงขึ้น มีความสอดคล้องกับค่า TBARS ที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหืนจนผู้บริโภครับรู้ได้ และในส่วนของบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อค่าคะแนนการยอมรับ (p>0.05) (ตารางที่ 4.15)

ค่า %การยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เท่ากับ 100% ทั้ง 2 บรรจุภัณฑ์ และที่อุณหภูมิการเก็บอื่นๆ ตัวอย่างที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL) มี %การยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่สูงกว่าตัวอย่างที่เก็บในถุงพลาสติกใส (PP) และค่า %การยอมรับในผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงมากในตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิสูง 40 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.19) สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาวดี สาแดง และคณะ (2558) รายงานว่าผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครง มีการยอมรับลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น และที่อุณหภูมิแช่เย็น ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบสูงกว่าที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง เช่นเดียวกับงานวิจัยของ สุภางค์เรืองฉาย และสิรินาถ ตัณฑเกษม (2554) รายงานว่าน้ำพริกมะขามที่เก็บในตู้แช่เย็นได้รับการยอมรับมากกว่าที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากที่อุณหภูมิแช่เย็นจะช่วยลดการเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านจุลินทรีย์และชีวเคมี ที่เป็นสาเหตุการเสื่อมเสียในอาหารได้

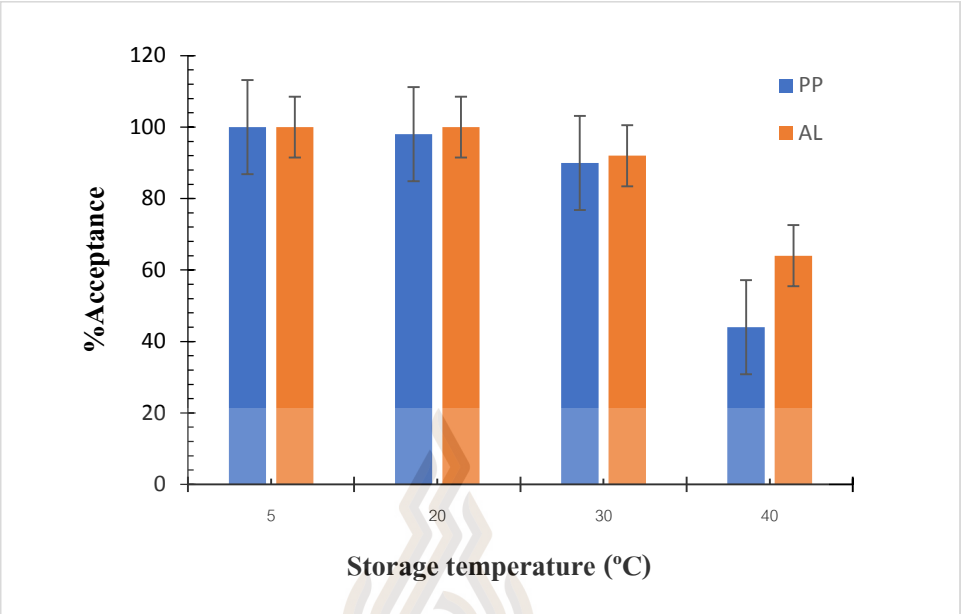
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 4.16 ค่าคะแนนการยอมรับ 9-point hedonic scale ต่อผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดภายหลังเก็บนาน 12 สัปดาห์ (*N*=-100)

Attributes	Day0	PP				AL			
		5°C	20°C	30°C	40°C	5°C	20°C	30°C	40°C
Appearance	7.80±0.78a	7.72±0.67a	7.42±0.61ab	7.3±0.71ab	7.18±0.60b	7.66±0.77a	7.36±0.60ab	7.28±0.61ab	7.14±0.67b
Color	7.46±0.76a	7.62±0.64a	7.24±0.52ab	7.22±0.93ab	7.06±0.87b	7.52±0.61a	7.42±0.70ab	7.18±0.80ab	6.92±0.85b
Odor	7.58±0.81a	7.48±0.81a	7.3±0.71a	7.04±0.92ab	4.56±1.11b	7.5±0.74a	7.54±0.65a	7.06±0.89ab	5.76±1.52b
Overall liking	7.62±0.67a	7.68±0.62a	7.3±0.61a	7.08±0.85ab	5.98±1.06b	7.62±0.60a	7.48±0.65a	7.18±0.69ab	6.38±1.32b

Mean±standard deviation (n = 3) within the same row followed by different lower case are significantly different ($p \leq 0.05$) by Duncan's multiple range test.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบ %การยอมรับผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดภายหลังเก็บนาน 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5, 20, 30 และ 40°C ระหว่างบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติกใส (PP) และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภค ทัศนคติและความต้องการที่มีต่อผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริกจากแบบสอบถาม จำนวน 150 คน พบว่าส่วนผสมหลักในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่ผู้บริโภคคิดว่าควรจะมี คือ พริกแห้ง น้ำมันพืช หอมแดง และกระเทียม และ 5 อันดับปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อผู้บริโภคในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริกสูงสุด คือ ความสะอาดและความปลอดภัย มีเครื่องหมายรับรองคุณภาพ รสชาติดี และอายุการเก็บ

5.1.2 การศึกษาการเตรียมวัตถุดิบ และคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด ได้แก่ พริกแห้ง หอมเจียว และกระเทียมเจียว โดยนำไปตรวจสอบคุณภาพ พบว่า มีลักษณะเป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตร พริกแห้ง (มกษ. 3001- 2553) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สมุนไพรทอด (มผช. 682/2558) คือ มีสี กลิ่นรสเป็นไปตามธรรมชาติ มีค่าความชื้นและ a_w ไม่เกินที่มาตรฐานกำหนด

5.1.3 อัตราส่วนของแห้งต่อน้ำมันได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ 2:1 และอุณหภูมิ และเวลา การคั่วที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด จากการใช้เทคนิค RSM อยู่ในช่วง 86-95°C และเวลา 21-25 นาที

5.1.4 คุณภาพของเครื่องปรุงรสพริกผัดที่ผลิตสูตรและกระบวนการที่เหมาะสม มีค่าคุณภาพต่างๆ ได้แก่ ปริมาณความชื้น a_w ค่าสี ค่าจุลินทรีย์ ปริมาณ aflatoxin เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ สารให้กลิ่นรสที่สำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มอัลดีไฮน์และคีโตน และสารประกอบซัลเฟอร์ ซึ่งมีอยู่ในวัตถุดิบหลักที่ใช้และสารประกอบที่ถูกสร้างขึ้นจากกระบวนการคั่ว ผลิตภัณฑ์มีการยอมรับ และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค 96 และ 86% ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

5.1.5 ในระหว่างเก็บผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดที่อุณหภูมิ 5 20 30 และ 40 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ 2 แบบ พบการเปลี่ยนแปลงค่าคุณภาพ ได้แก่ ค่า a_w มีค่าลดลง ขณะที่พารามิเตอร์สีค่อนข้างคงที่ ในทุกสภาวะการเก็บยกเว้นการเก็บที่อุณหภูมิสูง และพบการเพิ่มขึ้นของค่า TBARS ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไปที่อุณหภูมิการเก็บ 30 และ 40 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 แบบ

5.1.6 ผลิตภัณฑ์ภายหลังเก็บนาน 12 สัปดาห์ได้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านลักษณะปรากฏและสีลดลงในตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิสูง ซึ่งสัมพันธ์กับค่าสีของผลิตภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อค่าคะแนนการยอมรับ และค่า %การยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ยังคงเป็น 100% ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 แบบ และที่อุณหภูมิการเก็บอื่นๆ ตัวอย่างที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL) มี %การยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่สูงกว่าตัวอย่างที่เก็บในถุงพลาสติกใส (PP) และค่า %การยอมรับในผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงมากในตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิสูง 40 องศาเซลเซียส

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรมีการตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงของ key aroma compound ในระหว่างเก็บรักษา

แผนภาพสรุป

"การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัดของไทย (พริกป่นที่มีน้ำมัน)"

กรรมวิธีการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด เริ่มจากเตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด ได้แก่ พริกแห้ง หอมเจียว และกระเทียมเจียว (ผลสมบูรณ์ ไม่เน่าเสียหรือมีรอยแมลงกัดกิน)

พริกแห้ง: พริกแดงจินดาสดทั้งก้านที่คัดแล้ว นำไปลวกที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที และแช่ในสารละลาย 0.25%โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ร่วมกับ 1.0% กรดซิตริก นาน 30 นาที จากนั้นนำไปอบแห้งด้วย Tray dryer ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 ชั่วโมง จนได้พริกแห้งนำไปบดหยาบ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

หอมเจียว และกระเทียมเจียว: ล้างทำความสะอาดและนำกระเทียมไปบดหยาบ ส่วนหอมแดงหั่นเป็นเส้น ขนาดประมาณ 0.1 เซนติเมตร คลุกด้วยน้ำมันพืช 10% w/w แล้วอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง และนำไปบดหยาบ

ส่วนผสมของแห้ง: พริกแห้ง หอมเจียว และกระเทียมเจียวที่บดหยาบผสมกันในอัตราส่วน 5:1:1

อัตราส่วนของแห้ง:น้ำมันพืช ในการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัดได้รับการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 2:1 คลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน จากนั้นนำไปคั่ว โดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 22 นาที ดังแผนภาพด้านล่าง ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสพริกผัด บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ และเก็บที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าที่อุณหภูมิห้อง

รูปที่ 5.1 กระบวนการผลิตเครื่องปรุงรสพริกผัด

บรรณานุกรม

กระทรวงพาณิชย์. (2559). *พิกัดอัตราศุลกากร*. สืบค้นจาก http://www2.ops3.moc.go.th

กระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัย กองโภชนาการ. (2544). *ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย*. นนทบุรี : โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก.

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2559). *ประเภทบรรจุภัณฑ์กับอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร*. สืบค้นจาก https://bsc.dip.go.th/th/category/quality-control/qs-packagetypeandfoodage2

กัลยาณี เต็งพงศธร. (2554). *พื้นที่ผิวผลตอบ (Response Surface).* Unpublished manuscript, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย.

จินดา รัตนถาวรกิติ. (2553). *การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาและน้ำมันน้ำพริกเผาด้วยวิธี Q10 และแบบจำลองจลนพลศาสตร์* (Master's thesis). สืบค้นจากโครงการเครือข่ายห้องสมุดในประเทศไทย(ThaiLIS).

ชาคริยา ฉลาด, และสุนันทา ข้องสาย. (2555) จุลินทรีย์และสารพิษอะฟลาทอกซินในอาหารที่จำหน่ายในจังหวัดตรัง. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 4*(2), 56-69.

ตติยา โชคบุญเปี่ยม. (2550). *การศึกษาการทำให้สารแคปไซซินในพริกบริสุทธิ์* (Unpublished thesis). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทนงพันธ์ สัจจปาละ. (2557) *คู่มือการวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมในอาหาร (light filth).* นนทบุรี: สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร, กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, กระทรวงสาธารณสุข.

ธงชัย สุวรรณสิชฌน์. (2550). *เทคนิคการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการวิเคราะห์. หน่วยวิจัยทางประสาทสัมผัส และผู้บริโภคแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์, คณะอุตสาหกรรมเกษตร*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธารดาว ทองแก้ว. (2546). น้ำมันพืชใช้อย่างไรให้ถูกต้อง. *หมอชาวบ้าน, 291*(1), 2.

นันทิยา พาหุมันโต. (2552). *คุณค่าทางอาหารและกลิ่นรสของเต้าหู้ยี้ที่หมักแบบธรรมชาติ* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2549). *เคมีอาหาร* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2554ก). *เกลือ*. สืบค้นจาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1464/salt

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2554ข). *การคั่ว (Roasting)*. สืบค้นจาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1066/roasting

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2554ค). *เครื่องปรุงรส*. สืบค้นจาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2118/seasoning

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2554ง). *สโกวิลล์ (Scoville Heat Unit)*. สืบค้นจาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2246/scoville-heat-unit-

ไพโรจน์ วิริยจารี. (2545). *การประเมินทางประสาทสัมผัส*. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มนตรี น่วมจิตร์, จงกล สุภารัตน์, และศิริชัย ต่อสกุล. (2558, พฤศจิกายน). *การออกแบบและพัฒนาเครื่องคั่วพริกด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ*. การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 8, มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

มนตรี แสนสุข. (2553). *กระเทียมมหัศจรรย์สมุนไพรไทย*. กรุงเทพฯ : แพลนบี.

มหาวิทยาลัยมหิดล. (2539). *สมุนไพรสวนสิริรุกขชาติ* (พิมพ์ครั้งที่2). กรุงเทพฯ : ผู้แต่ง.

รัตนาภรณ์ มะโนกิจ. (2546). *การปรับปรุงคุณภาพและกรรมวิธีการผลิตพริกป่น* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. (2561). *การพัฒนาคุณภาพพริกป่นอนามัย* (โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก.). กรุงเทพฯ: คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โลมไสล วงค์จันตา, สิรดา ปงเมืองมูล, อนุสรณ์ ดิษฐ์สวรรค์, ปาริชาติ กัญญาบุญ, จรรยา สุพรรณ, ธรรมรัตน. อยู่สุข, และเต็มสิริ เกนคำ. (2556). *คู่มือพิชิต GC-MS*. นครสวรรค์: ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 3.

วัฒนา วิริวุฒิกร. (2550). *รายงานวิจัยเรื่องการศึกษาค่าพารามิเตอร์บางชนิดที่มีผลต่ออายุการจัดเก็บผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง*. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วิภาวดี สาแดง, ฑิฆัมพร ไม้เรียง, เบญจมาภรณ์ พิมพา, และสมหวัง เล็กจริง. (2558). การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งและน้ำพริกเห็ดแครง. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 20*(2), 33-47.

วิลัศนา โพธิ์ศรี, สิทธิวัฒน์ เลิศศิริ, และนิจฉรา ทูลธรรม. (2550). *โครงสร้างกลิ่นและรสที่สำคัญในเครื่องจิ้มสมุนไพรซึ่งส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยการวัดด้วยเครื่องมือและผู้ทดสอบชิมมาตรฐาน*. [ม.ป.ท.].

บรรณานุกรม (ต่อ)

ศูนย์พัฒนานโยบายแห่งชาติด้านสารเคมี. (2560). *ฐานข้อมูลความปลอดภัยการใช้สารเคมี*. สืบค้นจาก http://thaiipcs.fda.moph.go.th/Knowledgebase/ICSC/9

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2556). *อิทธิพลของค่า pH ของอาหารกับระดับการให้ความร้อนในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์* (เอกสารประกอบการประชุมและสัมมนา วันที่ 19 ตุลาคม). ปทุมธานี : ผู้แต่ง.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *บทบาทของน้ำในอาหาร*. สืบค้นจาก http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/2489.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547ก). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกผัด*.สืบค้นจาก http://tcps.tisi.go.th/pub%5Ctcps321_47.pdf

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547ข). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงรสอาหาร*. สืบค้นจาก http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps494_47.pdf

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2548). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำพริกแกงและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส*. สืบค้นจาก http://www.fio.co.th/web/tisi_fio/fulltext/TIS429-2548.pdf

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2558). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสมุนไพรทอด*. สืบค้นจาก http://tcps.tisi.go.th/pub%5Ctcps682_47.pdf

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2553). *พริกแห้ง*. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 127 ตอนพิเศษ 150 ง. 28(1). กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2556). *พริกแกง*. กรุงเทพฯ: กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

สุชาติ ประสิทธิรัฐสินธุ์. (2540). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เลี่ยงเชียง.

สุภางค์ เรืองฉาย. (2552). การพัฒนาน้ำพริกมะขามผสมกระเจี๊ยบ. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 29*(4), 88-101.

สุภางค์ เรืองฉาย, และสิรินาถ ตัณฑเกษม (2554). คุณภาพการเก็บรักษาของน้ำพริกมะขามผสมกระเจี๊ยบ. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 31*(2), 89-98.

สุวัฒนา เลียบวัน. (2544). *อาหารท้องถิ่นไทย-ภาคกลาง*. กรุงเทพฯ : อมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis* (17th ed.). Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists.

Apichartsrangkoom, A., Chaikham, P., Srisajjalertwaja, S., Chunthanom, P., & Dajanta, K. (2013). Aroma volatile profiles of Thai green chili paste (Nam Prig Noom) preserved by ultra-high pressure, pasteurization and sterilization. *International Food Research Journal, 20*(4), 1739-1746.

BAM. (2001a). Bacteriological Analytical Manual Chapter 3: Aerobic Plate Count. In *FDA Bacteriological Analytical Manual.* Retrieved from http://www.cfsan.fda.Gov/~ebam/bam-3.html

BAM. (2001b). Bacteriological Analytical Manual Chapter 18: Yeasts Molds and Microtoxins. In *FDA Bacteriological Analytical Manual*. Retrieved from http://www.cfsan.fda. gov/ebam/bam-18.html

Bacaouia, A., Yaacoubia, A., Dahbia, A., Bennounaa, C., Phan, R., Tan, L.F., . . . Moreno, C.C. (2001). Optimization of conditions for the preparation of activated carbons from olive-waste cakes. *Carbon, 39*(3), 425-432.

Carolina, A., & Sheryl, A.B. (2010). *Effect of enzyme Activity and Frozen Storage on Jalapeno Pepper Volatiles by Selected Ion Flow Tube – Mass Spectrometry* (Unpublished Master's thesis) The Ohio State University, USA.

Chaethong, K., & Pongsawatmanit, R. (2015). Influence of sodium metabisulfite and citric acid in soaking process after blanching on quality and storage stability of dried chili. *Journal of Food Processing and Preservation, 39* (6), 2161–2170.

Chairote, E.O., & Intachum, S. (2016). Volatile Aroma Compounds of Green Chili Pepper Treated with Different Heat Drying Processes. *The International Journal of Architectural Computing*, *12*(2), 129-138.

Chaiya, B., Pongsawatmanit, R., & Prinyawiwatkul, W. (2015) Optimization of wheat flour-based sponge cake formulation containing tapioca starch and xanthan gum. *International Journal of Food Science and Technology, 50*,532-540.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Chen, X., Yu, J., Cui, H., Xia, S., Zhang, X., & Yang, B. (2018). Effect of Temperature on Flavor Compounds and Sensory Characteristics of Maillard Reaction Products Derived from Mushroom Hydrolysate. *Molecules*, *23*(2), 247.

Chung, I., Kwon, S.H., Shim, S.T., & Kyung, K.H. (2007). Synergistic Anti-yeast Activity of Garlic Oil and Allyl Alcohol Derived from Alliin in Garlic. *Journal of Food Science*, *72*(9), 437-440.

Cross, H.R., Bernholdt, H.F., Dikleman, M.E., Greene, B.E., Moody, W.G., & West, R.L. (1978). *Guidelines for Cookery and Sensory Evaluation of Meat*. United States : American Meat Science Association.

Duran, L., & Calvo, C. (2009). Optical Properties of Foods. *Journal of Food Engineering, 1*(4), 510.

Eduardo, M.S., Biniam, K., Robert, U., Tara, G., Ann, V.L., & Marc, H. (2018). Flavor Characterization of Native Peruvian Chili Peppers Through Integrated Aroma Fingerprinting and Pungency Profiling. *Food Research International*, *109*, 250-259.

Fennema, R.O. (1996). *Food Chemistry* (3rd ed.). New York: Mercel Dekker, Inc.

Garcia, K., Sriwattana, S., No, H.K., Herrera, J.A.H., & Prinyawiwatkul, W. (2009). Sensory Optimization of a Mayonnaise-type Spread Made with Rice Bran Oil and Soy Protein. *Journal of food Science*, *74*, 248-254.

Gatchalian M.M. (1981). *Sensory Evaluatuin Methods with Statistical Analysis* (Unpublished Master's thesis). University of Philippines, Philippines.

Haofei Chemical. (2018). *สมบัติทางเคมีกายภาพของ acetonitrile*. Retrieved from http://th.haofeichemical.com/info/physicochemical-properties-of-acetonitrile-26625616.html

Huffman, V.L., Schadle, E.R., Villalon, B., & Burns EE. (1978). Volatile Components and Pungency in Fresh and Processed Jalapeno Peppers. *Journal of food Science*, *43*(6), 1809-1811.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Inchuen, S., Narkrugsa W., & Pornchaloempong, P. (2010). Effect of Drying Methods on Chemical Composition, Color and Antioxidant Properties of Thai Red Curry Powder. *Kasetsart Journal: Natural Science, 44*, 142 – 151.

Ivon, F. (2002). *Coffee flavor chemistry.* Geneva: Wiley.

Jay, M.J. (1998*). Modern food microbiology.* Gaithersburg, Md.: Aspen Publishers.

Karel, M., Fennema, O., & Lund, D. (1975). *Physical Principals of Food Preservation* (2nd ed.). New York: Marcel Dekker Public.

Kotler, P. (1997). *Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation, and Control* (9thed.). New jersey: Prentice-Hall, Inc.

Kuzniar, A., Bowers, J.A., & Craig, J. (1983). Ascorbic acid and folic acid content and sensory characteristics of dehydrates green peppers. *Journal of food Science*, *48*(4), 1246-1249.

Kyung, M.K., & Hyung, H.B. (2014). Aroma quality assessment of Korean fermented red pepper paste (gochujang) by aroma extract dilution analysis and headspace solid-phase microextraction- gas chromatography-olfactometry. *Food Chemistry*, *145*, 488-495.

Labuza, T. P., Heidelbaugh, N. D., Silver, M., & Karel, M. (1971). Oxidation at intermediate moisture contents. *Journal of the American Oil Chemists Society*, *48*, 86–90.

Leongwachiranon, C., & Charudanesh, T. (2011). Plastec. *Bi-Weekly News*, *33*, 1-2.

Luning, P.A., Theo de, R., Harry, J.W., & Jacques, P.R.(1994) Gas Chromatography, Mass Spectrometry, and Sniffing Port Analyses of Volatile Compounds of Fresh Bell Peppers (Capsicum annuum) at Different Ripening Stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *42*(4), 977–983

Maria, M.C., Feliciano, P.C., & Maria, D.L.C. (2017). Headspace-GC-MS volatile profile of black garlic vs fresh garlic: Evolution along fermentation and behavior under heating. *LWT- Food science and technology, 80*, 98-105.

Mateo, J., Aguirrezabal, M., Dominguez, C., & Zumalacarregui, J.M. (1997). Volatile compounds in Spanish paprika. *Journal of Food Composition and Analysis*, *10*(3), 225-232.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Mazida, M.M., Salleh, M.M., & Osman, H. (2005). Analysis of volatile aroma compounds of fresh chili (Capsicum annuum) during stages of maturity using solid phase microextraction (SPME). *Journal of Food Composition and Analysis, 18*(5), 427-437.

Nicola, C., Antonello, P., Giovanna, N., & Raffaele, S. (2013). Capsaicinoids, antioxidant activity, and volatile compounds in olive oil flavored with dried chili pepper (Capsicum annuum). *European Journal of Lipid Science and Technology, 115,* 1434–1442.

Nielsen, G.S., Larsen, L.M., & Poll, L. (2003). Formation of aroma compounds and lipoxygenase (EC1.13.11.12) activity in unblanched leek (*Allium ampeloprasum var. Bulga*) slice during long- term frozen storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51*(7), 1970-1976.

Ning, Z., Baoguo, S., Xueying, M., Haitao, C., & Yuyu, Z. (2019). Flavor formation in frying process of green onion (Allium fistulosum L.) deep- fried oil. *Food Research International, 121*, 296 – 306.

Palomar, L.S., Galvez, F.C.F., Resurreccion, A.V.A., & Beuchat, L.R. (1994). Optimization of a peanut-sweet potato cookie formulation. Lebensm.-Wiss.u. *Food science and Technology*, *27*, 314-318.

Papu, S., Singh, A., Jalvir, S., Sweta, S., Arya, A.M., & Singh, B.R. (2014). Effect of drying characteristics of garlic-A review. *Journal of Food Process and Technology, 5*(4), 318.

Phimpharian, C., Jangchud, A., Kamolwan, J., Therdthai, N., Prinyawiwatkul, W., & Hong, K. N. (2011). Physicochemical characteristics and sensory optimization of pineapple leather snack as affected by glucose syrup and pectin concentrations. *International Journal of Food Science and Technology, 46*, 972-981.

Pino, J., Gonzalez, M., Ceballos, L., Centurion-Yah, A.R., Trujillo-Aguirre, J., Latournerie-Moreno, L., & Sauri-Duch, E. (2007). Characterization of total capsaicinoids, colour and volatile compounds of Habanero chili pepper (*Capsicum chinense* Jack.) cultivars grown in Yucatan". *Food Chem, 104*(4), 1682-1686.

Plastics Institute of Thailand. (2018, August 20). บรรจุภัณฑ์ [Web log message]. Retrieved from http://plastic.oie.go.th

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Schnuggy. (2012, December 18). น้ำพริกผัดสำหรับใส่ก๋วยเตี๋ยว [Web log message]. Retrieved from http://www.bloggang.com/main.blog.php?id=schnuggy&month=07-08-2012&group=37&gblog=56

Scoville, W.L. (1912). Note on Capsicums. *The Journal of the American Pharmaceutical Association (1912), 1*(5), 453-454.

Shahidi, F., Janitha, P.K., & Wanasundara, P. (1992). Phenolic antioxidants. *Critical Reviews in International Journal of Food Sciences and Nutrition, 32*, 67-102.

Shimin, W., Ting, X., & Casimir, C.A. (2014). Effect of roasting on the volatile constituents of Trichosanthes kirilowii seeds. *Journal of Food and Drug Analysis, 22*, 310-317.

Tanikawa, E. (1985). *Marine Product in Japan* (2nd ed.). Tokyo: Koseisha- Koseikaku Co. Ltd.

Tasaudom, U., Srapinkaraburi, W., & Nipronrum, S. (2009). The Production Improvement for Shelf-life Extension of Chili Paste Products. *Naresuan University Journal*, *17*(2), 136-144.

Therdthai, N., Wuttijumnong, P., Jangchud, A., & Kusucharid, C. (2007). Optimization of Vacuum Frying Condition for Shallot. *Kasetsart Journal : Natural Science, 41*, 338 – 342.

Toontom, N., Meenune, M., Posri, W., & Lertsiri, S. (2012). Effect of drying method on physical and chemical quality, hotness and volatile flavor characteristics of dried chilli. *International Food Research Journal, 19*(3), 1023-1031.

Toontom, N., Posri, W., Lertsiri, S., & Meenune, M. (2016) Effect of drying method on Thai dried chilli's hotness and pungent odour characteristics and consumer liking. *International Food Research Journal, 23(1)*, 289-299.

Utama-ang, N., Cheewinworasak, T., Simawonthamgul, N., & Samakradhamrongthai, R.S. (2018). Effect of drying condition of Thai garlic (Allium sativum L.) on physicochemical and sensory properties. *International Food Research Journal, 25*(4), 1365-1372.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Wall, M.M., & Bosland, P.W. (1993). The shelf-life of chillies and chilli containing product. In G. Charalambous (Ed.), *Shelf life Studies of food and beverage* (pp.487-500). Amsterdam: Elsevier.

Weaver, M.O. (1984). Stabilization of Soil Particles to Water: Effect of Cations. *Starch, 36*(10), 356-358.

Wu, C.M., Liou, S.E., & Wang, M.C. (1986). Changes in volatile constituents of bell peppers immediately and 30 minutes after stir frying. *Journal of the American Oil Chemists' Society, 63*(9), 1172-1175.

Young, P. (2008). Moisture and Water Activity. In M. L. N. Leo & T. Fidel (Eds.), *Handbook of Processed Meats and Poultry Analysis* (pp.35-67). Boca Raton: CRC Press.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ก1. การวิเคราะห์ความชื้น (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1) Moisture can

2) Hot air oven

3) Desiccator

4) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการวิเคราะห์

1) อบ moisture can ใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสนาน 2-3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบมาใส่ไว้ใน desiccator หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักจากนั้นนำไปอบต่อจนกว่าน้ำหนักจะคงที่

2) ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 1-3 กรัม ใส่ใน moisture cans ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน

3) นำไปอบใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสนาน 5-6 ชั่วโมง

4) นำออกจาก hot air oven ทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccator หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักจากนั้นนำไปอบต่อจนกว่าน้ำหนักจะคงที่

4) คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \text{ X } 100$$

ก2. การวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้

อุปกรณ์

เครื่อง Water Activity (AquaLab Series 3, Washington, USA)

การเตรียมตัวอย่าง

1) ใส่ตัวอย่างในตลับ a_w ประมาณ 1 ใน 3 ของตลับ

2) ตัวอย่างควรอยู่ที่อุณหภูมิห้องที่ทำการวัดค่า

วิธีการวิเคราะห์

1) เปิดเครื่อง a_w ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อการวัดที่มีประสิทธิภาพ

2) นำตลับวัด a_w ใส่ลงเครื่องวัด เมื่อเครื่องเริ่มวัดจะมีสัญญาณเตือน 1 ครั้ง

3) เมื่อเครื่องวัดเสร็จจะมีสัญญาณเตือนให้อ่านค่าที่หน้าจอ

4) วิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ก3. การตรวจวัดค่าสี

อุปกรณ์

เครื่อง Spectrophotometer (Nippon Denshoku SE6000, Tokyo, Japan)

วิธีการ

1. ตั้งค่าเครื่อง โดยใช้ อุปกรณ์มาตรฐาน illuminant D_{65}, observer 2°

2. นำตัวอย่างใส่ในถ้วยแก้ว เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 30 มิลลิเมตร ปริมาตรร้อยละ 70

3. นำใส่ตรงช่องวัด หลังจากนั้น เครื่องจะอ่านค่าสีที่ได้เป็น $L^*a^*b^*$ โดยค่า L^* หมายถึง ความสว่าง - มืด ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 (มืดสนิทหรือดำ) ถึง 100 (สว่างมากหรือขาว) ค่า a^* หมายถึง สีแดง เมื่อค่า a เป็น + สีเทา เมื่อ a เป็น 0 และ เป็นสีเขียว เมื่อ a เป็น - ค่า b^* หมายถึง สีเหลือง เมื่อ b เป็น + สีเทา เมื่อ b เป็น 0 และ เป็นสีน้ำเงิน เมื่อ b เป็น -

4. วัดซ้ำ 3 ครั้ง ต่อตัวอย่าง

การคำนวณ

ค่าความแตกต่างของสีโดยรวม ($\Delta E^* = \sqrt{(L^*-L_0^*)^2 + (a^*-a_0^*)^2 + (b^*-b_0^*)^2}$)

chroma ($C^* = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})}$)

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

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ข1. การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดโดยวิธี Standard plate count แบบ pour plate (BAM, 2001a)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Standard Agar Medium
2. Sodium chloride ร้อยละ 0.85

อุปกรณ์

1. เครื่องตีป่นไฟฟ้า Pulsifier (Microgen Bioproducts Ltd., Camberley, UK)
2. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. นำตัวอย่างและสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น ร้อยละ 0.85 ปริมาณ 90 มิลลิลิตร เทลงในถุงพลาสติกเพื่อตีป่นด้วยเครื่องตีป่นไฟฟ้า โดยใช้ความแรงระดับปานกลางเป็นระยะเวลา 1 นาที ตัวอย่างจะมีระดับความจาง 1 : 10
3. เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 ปริมาณ 9 มิลลิลิตร ให้มีระดับความจางที่ต้องการ (1 : 100 , 1 : 1000)
4. ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร จากแต่ระดับความเจือจาง 3 ระดับ ระดับละ 3 ซ้ำ ลงในจานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
5. เททับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ ประมาณ 20 มิลลิลิตร
6. หมุนจานเพาะเชื้อเบาๆ แล้วตั้งทิ้งให้อาหารแข็งตัวประมาณ 15 นาที
7. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อ เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง
8. ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อ ที่มีจำนวนประมาณ 30 – 300 โคโลนี และรายงานผลเป็นจำนวน Colony Forming Unit (CFU) / กรัมตัวอย่าง

การคำนวณ CFU / กรัมตัวอย่าง

CFU = ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนี × ระดับความเจือจาง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ข2. การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา โดยวิธี Standard plate count แบบ spread plate (BAM, 2001b)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Potato Dextrose Agar (PDA)
2. สารละลายบัฟเฟอร์ Sodium chloride ร้อยละ 0.85
3. Chloramphenicol

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อปริมาตร 1 ลิตร ใช้ PDA 39 กรัม และ Chloramphenicol 1 มิลลิลิตร ละลายในน้ำ Deionized Water ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร นำอาหารที่ได้ ฆ่าเชื้อโดย Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที หลังจากนั้นนำมาพักใน Water Bath อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นำอาหารที่ได้เทลงในจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ ปริมาตร 20 มิลลิลิตรต่อ plate ตากให้แห้งในตู้ Laminar flow ปิดฝาแล้วเก็บในถุงที่ปลอดเชื้อ

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. นำตัวอย่างและสารละลายบัฟเฟอร์ ปริมาณ 90 มิลลิลิตร เทลงในถุงพลาสติกเพื่อตีป่นด้วยเครื่องตีป่นไฟฟ้า โดยใช้ความแรงระดับปานกลางเป็นระยะเวลา 1 นาที ตัวอย่างจะมีระดับความจาง 1 : 10
3. เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ปริมาณ 9 มิลลิลิตร ให้มีระดับความจางที่ต้องการ(1 : 100, 1 : 1000)
4. ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร จากแต่ระดับความเจือจาง 3 ระดับ ระดับละ 3 ซ้ำ ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและแห้งแล้ว จานละ 0.1 มิลลิลิตร จากนั้นใช้แท่งแก้วที่ฆ่าเชื้อแล้วเกลี่ยบนผิวหน้าของอาหาร
5. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) ในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อ เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง
6. ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อ ที่มีจำนวนประมาณ 30 – 300 โคโลนี และรายงานผลเป็นจำนวน Colony Forming Unit (CFU) / กรัมตัวอย่าง

การคำนวณ CFU / กรัมตัวอย่าง

CFU = ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนี × ระดับความเจือจาง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ค1. การวัดค่า Thiobarbituric acid-reactive substance (TBARS) (Food TBARS Assay Kit, Oxford Biomedical Research, Inc.)

อุปกรณ์

1. หลอดทดลอง พร้อมฝาเกลียว 15 มิลลิลิตร
2. Auto pipette ขนาด 5 ml, 1ml, 200 µl, 100 µl
3. Microplate Reader
4. Centrifuge
5. Tissue Homogenizer

สารเคมี

1. Acid Solution (Proprietary catalyst dissolved in dimethylsulfoxide)
2. TBA Reagent (2-thiobarbituric acid)
3. Standard Solution (Malonaldehyde tetrabutylammonium salt, 30.0 mg/L MDA in buffer)

การเตรียมสารเคมี

1. นำ TBA Reagent 0.5 กรัม ละลายใน Acid Solution 10 ml ผสมให้เข้ากัน จะได้ Indicator Solution สารที่ผสมแล้วสามารถเก็บได้ สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และ 1 วันที่อุณหภูมิห้อง (สารที่ได้จะเป็นสีเหลืองอ่อนๆและเข้มขึ้นเมื่อเก็บนานขึ้น)
2. Blank Solution : Acid Solution ที่ไม่ได้ผสม TBA reagent
3. 3.0 mg/L MDA Standard stock : Dilute 30.0 mg/L MDA standard อัตราส่วน 1 : 10 ด้วยน้ำ Deionized โดยนำ 30.0 mg/L MDA standard มา 1 ml ผสมในน้ำ Deionized 9 ml.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

การเตรียมสารมาตรฐาน

นำสารมาตรฐานที่เตรียมไว้ (3.0 mg/L MDA Standard stock) มาทำให้มีความเข้มข้นดังตาราง

Standard	MDA concentration (mg/L)
S0	0
S1	0.047
S2	0.094
S3	0.188
S4	0.375
S5	0.750
S6	1.500
S7	3.000

1. Label หลอดที่เตรียมไว้ S0 -S7

2. ที่หลอด S7 ใส่ 1 ml 3.0 mg/L MDA Standard stock จากนั้นนำหลอดที่ S0 - S6 ใส่น้ำ Deionized ไว้หลอดละ 1 ml

3. ดูดสารจากหลอด S7 1 ml ใส่ในหลอด S6 ผสมให้เข้ากัน

4. ดูดสารจากหลอด S6 ที่ผสมดีแล้ว 1 ml ใส่ในหลอด S5 แล้วผสมให้เข้ากัน

5. ดูดสารจากหลอด S5 ที่ผสมดีแล้ว 1 ml ใส่ในหลอด S4 แล้วผสมให้เข้ากัน

6. ดูดสารจากหลอด S4 ที่ผสมดีแล้ว 1 ml ใส่ในหลอด S3 แล้วผสมให้เข้ากัน

7. ดูดสารจากหลอด S3 ที่ผสมดีแล้ว 1 ml ใส่ในหลอด S2 แล้วผสมให้เข้ากัน

8. ดูดสารจากหลอด S2 ที่ผสมดีแล้ว 1 ml ใส่ในหลอด S1 แล้วผสมให้เข้ากัน หลังจากนั้นก็ดูดสารจากหลอด S1 ออกไป 1 ml S0 ไม่ต้องใส่อะไร จะได้สารมาตรฐานตามความเข้มข้นดังตาราง

การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างพริกผัด 1 กรัมใส่ลงในหลอดที่มีน้ำ Deionize 15 ml หลังจากนั้นนำไปปั่นด้วย Homogenize ให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำมาปรับปริมาตรเป็น 20 ml นำตัวอย่างที่ได้ไป centrifuge 10,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที และกรองด้วยส่วนในด้วย ฟิลเตอร์ขนาด 0.45 ไมครอน

วิธีการ

1. นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่ในหลอดทดลอง 1 ml หลังจากนั้นใส่ Indicator Solution 1 ml ลงไปรวมถึงหลอดสารมาตรฐานทั้ง 8 หลอด ผสมให้เขากันด้วย Vortex 1 นาที ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 60 นาที

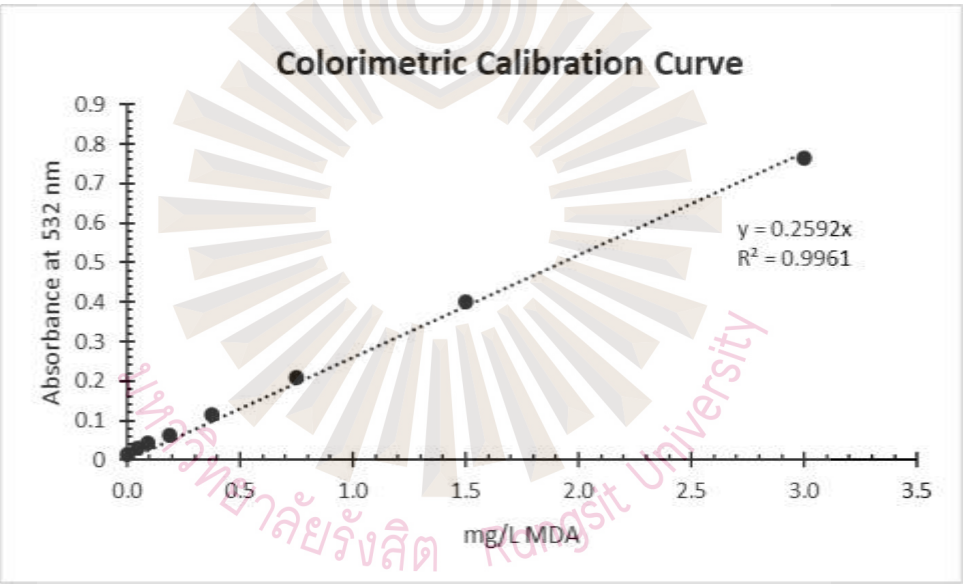
2. ใส่ Blank solution 1 ml ลงในตัวอย่างที่เตรียมไว้ 1 ml หลังจากนั้นผสมให้เขากันด้วย Vortex 1 นาที ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 60 นาที

3. หลังจากครบ 60 นาทีนำตัวอย่างที่ได้ ไป centrifuge 15,000 rpm 5 นาที

4. นำตัวอย่างและสารมาตรฐานที่ได้ ใส่ลงใน Microplate หลุมละ 100 µl จำนวน 3 ซ้ำต่อตัวอย่าง

5. นำไปวิเคราะห์ด้วย Microplate Reader นำค่าที่ได้ไปคำนวณ

กราฟมาตรฐาน



การคำนวณ

จากกราฟมาตรฐาน จะได้สมการ y = 0.2592x หรือ Absorbance = 0.2592x ดังนั้น X = Absorbance/0.2592 ค่า x ที่ได้ คือ mg/L ของ MDA

ค2. การวิเคราะห์สารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์

อุปกรณ์

GC-MS : 7890A/5375C(Agilent Technologies)

Column : DB-Wax UI 60m×0.25mm×0.25µm (Length×Diameter×film)

Split : 1:10

oven : 40^{o}C,3min⟶rate(rate:4 ^{o}C /min)⟶240 ^{o}C,3min

Autosampler : MPS2(Gestel)

Fiber : Divinylbenzene (DVB)/ Carboxen (Car)/ Polydimethylsiloxane (PDMS)(30um,1cm,Supelco)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างพริกผัด 0.5 g ลงใน ขวดขนาด 20 ml ปิดด้วยฝาอลูมิเนียม นำขวดตัวอย่างใส่ในอ่างน้ำ บ่มที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

2. นำเข็ม SPME ลงใน headspace ของขวด ทำการสกัด ด้วยวิธี SPME โดยใช้ Fiber (30um Divinylbenzene (DVB)/ 1cm Carboxen (Car)/ Supelco Polydimethylsiloxane (PDMS)) เป็นเวลา 30 นาที เพื่อรวมรวมสารระเหย

3. หลังจากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วย GC-MS

4. การแยกสารระเหยเป็นโครมาโตกราฟี โดยใช้คอลัมน์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 mm ความยาว 60 m และควฟิล์ม 0.25 um โดยใช้ก๊าซฮีเลียม ที่อัตราการไหล 1.5 ml/min

5. อุณหภูมิเตาอบตั้งโปรแกรมไว้ที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที และเพิ่มขึ้น ด้วยอัตราความร้อน 4 องศาเซลเซียส ต่อนาที จนถึง 240 องศาเซลเซียส และเก็บไว้เป็นเวลา 3 นาที

6. เครื่องสเปกโตรมิเตอร์ใช้ในโหมด Electron Impact (EI) ที่ 70 eV สเปกตรัมมวลได้มาจากอัตราส่วน Massto-charge (m / z) 35 ถึง 400 จุดยอดโครมาโตกราฟีถูกระบุตามไลบรารี NIST library 2.0f (2008), Gaithersburg, USA

ค3. การวิเคราะห์ปริมาณ Aflatoxin โดยใช้ชุด test kit ของ MycoJudge (MycoJudge, Tokyo, Japan)

หลักการวิเคราะห์

อาศัยหลักการของ Enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) คืออาศัยความสามารถของแอนติบอดีในการจำแนกโครงสร้างของสารพิษและใช้เอนไซม์ในการตรวจวัด ในแบบแข่งขัน (Competitive assay) เกิดจากอะฟลาทอกซินในตัวอย่างแข่งขันกับอะฟลาทอกซินที่ติดฉลากด้วยเอนไซม์ในการจับกับแอนติบอดี หากในตัวอย่างมีการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินมาก จะทำให้อะฟลาทอกซินที่ติดฉลากด้วยเอนไซม์จับกับแอนติบอดีได้น้อยลง ดังนั้นความเข้มข้นของสีจึงแปรผกผันกับปริมาณอะฟลาทอกซินในตัวอย่าง

อุปกรณ์

1. หลอดทดลอง พร้อมฝาเกลียว 15 มิลลิลิตร
2. Auto pipette ขนาด 5 ml, 1ml, 200 µl, 100 µl
3. Microplate Reader
4. Centrifuge
5. Nylon Syringe Filter 0.45 micron

สารเคมี

1. Antigen fixation
2. Mixed plate
3. Standard
4. Mark antibody
5. Antibody wash
6. TMB (Color development liquid)
7. Stop solution
8. Wash solution
9. 70% methanol

การเตรียมสารเคมี

1. Mark antibody dilution : นำ mark antibody 0.1 mL ละลายใน antibody wash 99.9 mL ผสมให้เข้ากัน เก็บไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. Wash solution dilution : นำ Wash solution 10 mL ละลายในน้ำ deionized 90 mL

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ละลายใน 70% methanol ผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 3 นาที นำตัวอย่างที่ได้ไป centrifuge 3,000 rpm เป็นเวลา 3 นาที และนำส่วนใสกรองด้วยฟิลเตอร์ขนาด 0.45 ไมครอน

วิธีการ

1. นำ mark antibody ที่ทำการเจือจางแล้ว ใส่ใน mixed plate หลุมละ 150 µl จากนั้นใส่สารมาตรฐานและตัวอย่างที่เตรียมไว้ หลุมละ 30 µl จำนวน 3 ซ้ำต่อตัวอย่าง ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที

2. นำ microplate ที่เคลือบด้วย antigen fixation ออกมาวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ดูดสารละลายจาก mixed plate ในข้อ 1. ใส่ใน microplate ที่เคลือบด้วย antigen fixation หลุมละ 100 µl ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที

3. คว่ำ microplate ที่เคลือบด้วย antigen fixation ให้สารละลายไหลออกจนหมด จากนั้นล้างหลุมด้วย Wash solution หลุมละ 250 µl ทำการล้าง 3 ครั้ง

4. เติม TMB หลุมละ 100 µl ใน microplate ที่เคลือบด้วย antigen fixation ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นเติม stop solution หลุมละ 100 µl

5. นำไปวิเคราะห์ด้วย Microplate Reader 450 nm นำค่าที่ได้ไปคำนวณจากสมการมาตรฐานที่วิเคราะห์ได้ $y = -1.0742x + 0.1541$

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ง

แบบสอบถาม

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ง1. แบบสอบถามคุณภาพและความปลอดภัยของพริกแห้ง/พริกป่น และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริก

เป็นการสำรวจข้อมูลเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริกที่มีคุณภาพตามที่ผู้บริโภคต้องการ

โดยนักศึกษาปริญญาโท คณะเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต

ลำดับที่.....

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

1. เพศ ❒ ชาย ❒ หญิง

2. อายุ ❒ ต่ำกว่า 25 ปี ❒ 25-34 ปี ❒ 35-44 ปี
❒ 45-54 ปี ❒ 55-64 ปี ❒ 65 ปี ขึ้นไป

3. การศึกษา ❒ ประถมศึกษา ❒ มัธยมต้น ❒ มัธยมปลาย/ปวช.
❒ อนุปริญญา/ปวส. ❒ ปริญญาตรี ❒ สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ ❒ นักเรียน/นักศึกษา ❒ รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ ❒ พนักงานเอกชน
❒ ผู้ประกอบการ ❒ แม่บ้าน ❒ อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____

5. รายได้ต่อเดือน ❒ น้อยกว่า 5,000 บาท ❒ 5,001- 10,000 บาท
❒ 10,001-15,000 บาท ❒ 15,001-20,000 บาท
❒ 20,001-50,000 บาท ❒ 50,000 บาท ขึ้นไป

<u>ส่วนที่ 2</u> พฤติกรรมการซื้อ/การบริโภค

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ใน ☐ ที่ตรงกับข้อมูลของท่าน และหากมีข้อมูลเพิ่มเติมกรุณากรอกรายละเอียดในช่องว่าง

1. ท่านทานเผ็ดหรือไม่

❒ ทาน ❒ ไม่ทาน

2. ท่านบริโภคพริกในรูปแบบใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

❒ พริกสด ❒ พริกแห้ง ❒ พริกป่น ❒ พริกคั่ว

❒ ส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ เช่น ซอสพริก น้ำพริก ❒ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

3. ความถี่ในการบริโภคพริก **<u>ต่อสัปดาห์</u>**

❒ ทุกวัน ❒ 3-5 วัน/สัปดาห์ ❒ 1-2 วัน/สัปดาห์

❒ ไม่บริโภคเลย (โปรดระบุเหตุผล).....

4. ปริมาณการบริโภค<u>พริกแห้ง/พริกป่น และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริก</u> **<u>ต่อวัน</u>**

❒ น้อยกว่า 1 ช้อนชา ❒ 1-3 ช้อนชา ❒ 4-5 ช้อนชา ❒ มากกว่า 5 ช้อนชา

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

5. แหล่งซื้อพริกแห้ง/พริกป่น และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริก

❒ ตลาดสด ❒ ร้านสะดวกซื้อ ❒ ซุปเปอร์มาเก็ต

❒ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

6. พริกแห้ง/พริกป่น และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริกควรไว้ใช้นานแค่ไหน

❒ ใช้หมดใน 1 เดือน ❒ 3 เดือน ❒ 6 เดือน ❒ มากกว่า 6 เดือน

7. ท่านชอบทานพริกผัด (พริกป่นที่มีน้ำมัน) หรือไม่

❒ ชอบ ❒ ไม่ชอบ (โปรดระบุเหตุผล).....

8. ส่วนผสมหลักในพริกผัด (พริกป่นที่มีน้ำมัน) มีอะไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

❒ พริกแห้ง ❒ น้ำมันพืช ❒ น้ำมันหมู ❒ หอมแดง

❒ กระเทียม ❒ เกลือ ❒ น้ำตาล

❒ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

9. ถ้ามีผลิตภัณฑ์พริกผัดจำหน่าย ท่านต้องการในรูปแบบใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

❒ ซองเครื่องปรุงเล็กใช้ครั้งเดียว ❒ ซองใหญ่ใช้ได้หลายครั้ง

❒ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

10. อายุการเก็บผลิตภัณฑ์พริกผัดควรเป็นกี่เดือน

❒ 3 เดือน ❒ 6 เดือน ❒ มากกว่า 6 เดือน (โปรดระบุกี่เดือน).....

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

<u>ส่วนที่</u> 3 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อพริกแห้ง/พริกป่น และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริก

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ใน □ เพื่อให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยด้านต่าง ๆ

ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ	สำคัญมากที่สุด	สำคัญมาก	สำคัญปานกลาง	สำคัญน้อย	สำคัญน้อยที่สุด
ความสะอาดและความปลอดภัย					
เครื่องหมายรับรองคุณภาพ					
ความสะดวกในการหาซื้อ					
ความเผ็ด					
รสชาติดี					
สี					
กลิ่น					
ลักษณะปรากฏ					
อายุการเก็บ					
ประโยชน์ต่อร่างกาย					
ข้อมูลที่แสดงบนฉลาก					
ยี่ห้อ					
ราคา					
บรรจุภัณฑ์					
แหล่งปลูก/ที่มา					
กระบวนการผลิต					
การโฆษณา					
การส่งเสริมการขาย					

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

<u>ส่วนที่ 4</u> ความตระหนักของผู้บริโภคที่มีต่อพริกแห้ง/พริกป่น และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริก

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ใน □ ที่ตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ความตระหนักของผู้บริโภค<u>ที่มีต่อการซื้อ/บริโภค</u>	**เห็นด้วยอย่างยิ่ง**	**เห็นด้วย**	**ไม่เห็นด้วย**	**ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง**
ท่านคำนึงถึงคุณภาพและความปลอดภัย				
สินค้าต้องมีเครื่องหมายรับรองคุณภาพ เช่น อย.				
ยี่ห้อมีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์				
แหล่งซื้อมีผลต่อคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์				
คุณภาพขึ้นอยู่กับราคา				
ระดับความเข้มของสีมีผลต่อความเผ็ด (ยิ่งเข้มมากยิ่งเผ็ดมาก)				
ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและปลอดภัยต้องมีสีแดงตามธรรมชาติ ไม่เจือสีสังเคราะห์				
พริกแห้ง/พริกป่น และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริกที่มีจำหน่ายโดยทั่วไปมีการปนเปื้อนเชื้อรา				
มีสารพิษอะฟลาทอกซินจากเชื้อราในพริกแห้ง/พริกป่น และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริก				
การบริโภคสารพิษอะฟลาทอกซินเป็นอันตราย ทำให้เกิดมะเร็งได้				
ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริกที่มีคุณภาพและปลอดภัยต้องไม่มีเชื้อรา				
ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริกที่มีคุณภาพและปลอดภัยต้องไม่มีสิ่งแปลกปลอม เช่น เศษฝุ่นผง แมลง				
ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากพริกที่มีคุณภาพและปลอดภัยต้องไม่มีสารเคมีตกค้าง				
ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและปลอดภัย ต้องใช้พริกจากแหล่งปลูกที่ปลอดสารพิษ				
ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและปลอดภัย ต้องผ่านกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐานถูกสุขลักษณะ (GMP)				
ผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพและมีกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐาน ทำให้ราคาสูงขึ้น				

ขอขอบพระคุณที่สละเวลาในการตอบแบบสอบถาม

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ง2. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธี 9 – point hedonic scale

ผลิตภัณฑ์ พริกผัด

ชื่อ – สกุล ผู้ทดสอบ…….

วันที่ …… **เวลา** ……..

<u>คำอธิบาย</u> กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบของตัวอย่างในแต่ละคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

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

คะแนนความชอบของตัวอย่าง

คุณลักษณะ / รหัสตัวอย่าง				
1. ลักษณะปรากฏ				
2. สี				
3. ปริมาณน้ำมัน				
4. กลิ่น				
5. ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ……

……

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ง3. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส-การยอมรับของผู้บริโภค

ผลิตภัณฑ์ พริกผัด

ชื่อ – สกุล ผู้ทดสอบ……

วันที่ …… **เวลา** ……..

<u>คำอธิบาย</u> กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอ แล้วให้คะแนนความพอดี ร่วมกับให้คะแนนความชอบของตัวอย่างในแต่ละคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

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

<u>วิธีการทดสอบ</u> 1.นำตัวอย่างที่ชั่งไว้แล้ว 3 กรัม เทลงในน้ำซุป 100 ml ให้ผู้ทดสอบคนให้เข้ากัน

2. ให้ผู้ทดสอบ ชิมแล้วให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆพร้อมการยอมรับหรือไม่ของตัวอย่าง

3. ผลจากการทดสอบจะนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ

คะแนนความชอบของตัวอย่าง

คุณลักษณะ / ตัวอย่าง	คะแนนความพอดี			คะแนนความชอบ
	น้อยไป	พอดี	มากไป	
1. ลักษณะปรากฏ				
2. สี				
3. กลิ่น				
4. กลิ่นรส				
5. ความเผ็ด				
6. ความชอบโดยรวม				

การยอมรับผลิตภัณฑ์ ◯ ยอมรับ ◯ ไม่ยอมรับ

ถ้ามีผลิตภัณฑ์นี้วางจำหน่ายท่านจะซื้อหรือไม่ ◯ ซื้อ ◯ ไม่ซื้อ

ข้อเสนอแนะ……

……

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	สุพิชญา สุรเสรีวงษ์
วัน เดือน ปีเกิด	1 มกราคม 2536
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม, 2558 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ, 2563
ทุนการศึกษา	ทุนต้นกล้าไบโอเทค
ที่อยู่ปัจจุบัน	545/5 หมู่ที่ 4 ซอยพหลโยธิน62 ตำบลคูคต อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี 12130
สถานที่ทำงาน	คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
ตำแหน่งปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่วิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University