

การปรับปรุงกระบวนการผลิตปลาแผ่นกรอบ เพื่อลดการเกิดกลิ่นหืน

Improvement of crispy fish production to reduce rancid off flavor



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AI-M-055-314

การปรับปรุงกระบวนการผลิตปลาแผ่นกรอบ เพื่อลดการเกิดกลิ่นหืน
Improvement of crispy fish production to reduce rancid off flavor



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AI-M-055-314

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Improvement of crispy fish production to reduce rancid off flavor

WIPHAWAN SAECHOU



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE**

**IN FOOD SERVICE AND CATERING TECHNOLOGY
FACULTY OF AGRO-INDUSTRY**

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2018

KMITL-2018-AI-M-055-314

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2018

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงกระบวนการผลิตปลาแผ่นกรอบ เพื่อลดการเกิดกลิ่นหืน
IMPROVEMENT OF CRISPY FISH PRODUCTION TO REDUCE RANCID
OFF FLAVOR

ชื่อนักศึกษา นางสาววิภาวรรณ แซ่ควั
รหัสประจำตัว 56608047
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร. สิทธิพงษ์ นลินานนท์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. สิทธิพงษ์ นลินานนท์	
ผศ.ดร. ธงชัย พุดทองศิริ	
ผศ.ดร. ไสรยา เกิดพิบูลย์	
ผศ.ดร. ศิริพร เรียบร้อย คิม	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 25 กรกฎาคม 2561 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป
สถานที่สอบ ณ ห้อง A 302 อาคารเจ้าคุณทหาร

KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิริโรตม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่...25...เดือน...กรกฎาคม...พ.ศ...2561...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงกระบวนการผลิตปลาแผ่นกรอบ เพื่อลดการเกิดกลิ่นหืน
นักศึกษา	นางสาววิภาวรรณ แซ่ฉั่ว
รหัสประจำตัว	56608047
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.สิทธิพงษ์ นลินานนท์

บทคัดย่อ

ปลาแผ่นกรอบเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อย่างไรก็ตามแต่ มักพบเกิดกลิ่นหืนได้ง่ายในระหว่างการเก็บรักษาซึ่งเกิดจากการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของปลาแผ่นกรอบ โดยเฉพาะด้านการเกิดกลิ่นหืน โดยทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตในแต่ละ ขั้นตอนจะถูกนำไปวิเคราะห์ค่าทางเคมีกายภาพ โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างชุดควบคุม (ผลิตภัณฑ์จากการผลิตด้วยวิธีเดิม) รวมทั้งการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ ปลาแผ่นกรอบและการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ จากกระบวนการที่ได้รับการ ปรับปรุงแล้วเพื่อผลิตปลาแผ่นกรอบที่มีค่าความหืนต่ำที่สุดภายหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความกรอบ ทำได้โดยการใช้กระบวนการนึ่งที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 10 นาที การทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 60 นาที แล้วนำไปอบ กรอบด้วยเครื่องอบอินฟราเรดแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 60 วินาที ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการปรับปรุงกระบวนการผลิต มีค่าสี L^* , a^* และ b^* , ค่า A_w , ค่าความชื้น, ค่าความแข็ง และ TBARS เท่ากับ 74.67, 8.18, 31.92, 0.25, 3.01%, 468.02 g.force และ 4.66 mg MDA/kg ตามลำดับ จาก กระบวนการที่ปรับปรุงแล้วผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบมีค่า A_w และค่าความชื้นต่ำ รวมทั้งมีการ ลดลงของระดับการหืนของผลิตภัณฑ์ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่ผลิตได้มาทดสอบทาง ประสาทสัมผัส พบว่ามีคะแนนความชอบโดยรวมที่สูง และมีการตอบรับในการซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 85 หากมีการวางจำหน่ายในท้องตลาด ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบในซองบรรจุภัณฑ์ออลูมิเนียม พอยล์สามารถเก็บรักษาไว้ได้ที่อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) ได้อย่างน้อย 12 สัปดาห์ และมีค่าความหืน

อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถรับได้ ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงใน
โรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

คำสำคัญ : การปรับปรุง, กระบวนการผลิต, ปลาแผ่นกรอบ, คุณภาพ, การแปรรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Improvement of crispy fish production to reduce rancid off flavor
Student	Mrs. WIPHAWAN SAECHOU
Student ID.	56608047
Degree	Master of Science
Program	Food Service and Catering Technology
Year	2018
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr.Sitthipong Nalinanon

Abstract

The crispy fish sheet is one of snack products with high nutritional value. However, the rancid off flavor is easily detected during storage, resulted from product deterioration. Then, the objective of this research was to improve the quality of crispy fish sheet, particularly rancid smell, by adjusting processing procedures. Those resultant products in each step of improvement were subjected to physicochemical analysis, in comparison with control (product from typical process). The optimized process for crispy sheet production with the lowest rancidity after 1 week of storage and no significantly change in crispiness was steaming at 100°C for 10 min, drying in hot air oven at 60°C for 60 min and then baking through Continuous Infrared Baker at 120°C for 60 s, respectively. The colors, L*, a* and b*, A_w, moisture content, hardness and TBARS of the resulted crispy fish sheet were 74.67, 8.18, 31.92, 0.25, 3.01%, 468.02 g.force and 4.66 mg MDA/kg, respectively. According to the improved procedure, the crispy fish sheet had low A_w and moisture content as well as decreasing of rancid smell, compared to the typical production process. The crispy fish sheet was then tested for sensory analysis. The product had high overall acceptability. Based on marketing survey for 85% of consumer's buying possibility if the product is launched to the market. The crispy fish sheet product in aluminum foil bag for could be stored at room temperature (28±2°C) for at least 12 weeks, in which product rancidity was still acceptable. Therefore, the information gained from this research can be applied for using in the crispy fish manufactur.

Key Word (s): Improvement, production, crispy fish sheet, quality, processing



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพงศ์ นลินานนท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร เรียบร้อย คิม ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นประธานในการสอบปกป้องวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสธยา เกิดพิบูลย์ รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ ตลอดเวลามาเป็นกรรมการในการคุมสอบ ช่วยให้คำแนะนำตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ของคณะอุตสาหกรรมเกษตรและเจ้าหน้าที่ช่างเทคนิคที่ให้ความสะดวกในการปฏิบัติงานในงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณบริษัท ไอ แอม ฟิชเชอแมน จำกัด ที่ให้การสนับสนุนในด้านวัตถุดิบ ด้านเครื่องมือและสถานที่ในการทำการทดลอง

ขอขอบคุณครอบครัว เพื่อน รุ่นพี่และน้องนักศึกษาระดับชั้นปริญญาตรี ปริญญาโทและปริญญาเอกทุกท่านที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาตลอด

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่ได้จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน หากปราศจากความช่วยเหลืออันดีจากผู้มีพระคุณทั้งหลาย งานวิจัยนี้ไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้และผู้เขียนขอขอบคุณผู้แต่งและสำนักพิมพ์ของหนังสืออ้างอิงดังกล่าวเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่นิสิต นักศึกษาและผู้สนใจอ่านทั่วไปและหากมีข้อความใดหรือเนื้อหาตอนหนึ่งตอนใดผิดพลาดไปเนื่องจากการพิมพ์หรือด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้จัดทำยินดีรับการติชมจากผู้อ่านด้วยใจจริง

วิภาวรรณ แซ่ฉั่ว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง	IX
สารบัญภาพ.....	XI
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ปลาสิกนข้างเหลือง.....	3
2.2 โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของสัตัวน้ำ.....	6
2.3 การเปลี่ยนแปลงภายหลังการตายของสัตัวน้ำ.....	7
2.4 ไนมันในสัตัวน้ำ.....	9
2.5 การยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในไนมันในสัตัวน้ำ.....	12
2.6 การผลิตปลาแผ่น.....	14
2.7 การเสื่อมเสียคุณภาพ.....	15
2.8 บรรจุภัณฑ์อาหารและวิธีการบรรจุ.....	15
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินงาน	
3.1 วัสดุดิบ.....	20
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	21
3.3..วิธีการทดลอง.....	22
3.4 ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ.....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 ผลการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ.....	31
4.2 ผลการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการอบแห้งผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ.....	34
4.3 ผลการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการทอดต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ.....	37
4.4 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค.....	40
4.5 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบในระหว่างการเก็บรักษา.....	46
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม.....	51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก	
ก. การวิเคราะห์ทางเคมี.....	58
ข. การเตรียมผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ.....	65
ค. แบบสอบถามการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค.....	68
ง. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนหมูแผ่น (มผช. 100/2553).....	74
ประวัติผู้เขียน.....	76



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

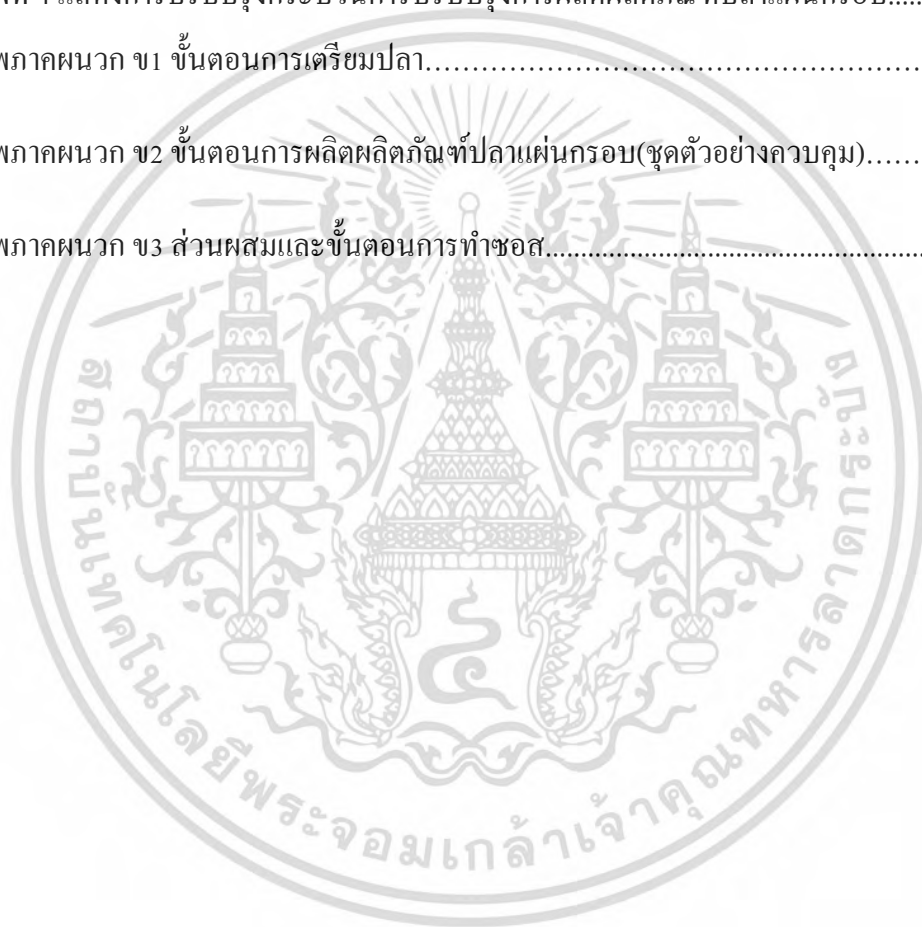
หน้า

ตารางที่ 1	คุณค่าทางโภชนาการของปลาสีกุนข้างเหลือง.....	4
ตารางที่ 2	คุณค่าทางโภชนาการของปลาสีกุนข้างเหลืองในส่วนที่กินได้.....	5
ตารางที่ 3	แสดงปริมาณส่วนผสมในการเตรียมซอส.....	23
ตารางที่ 4	แสดงส่วนผสมในการเตรียมปลาแผ่นกรอบ.....	23
ตารางที่ 4.1	ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี กายภาพของปลาแผ่นขึ้นรูปที่ได้จากการเตรียมที่มี เวลาของกระบวนการผลิตแตกต่างกัน.....	33
ตารางที่ 4.2	ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี กายภาพของปลาแผ่นกรอบ ที่ได้จากการเตรียมที่มี เวลาของกระบวนการอบแห้งที่แตกต่างกัน.....	36
ตารางที่ 4.3	ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี กายภาพของปลาแผ่นกรอบ ที่ได้จากการเตรียมที่มี เวลาของกระบวนการอบกรอบที่แตกต่างกัน.....	36
ตารางที่ 4.4	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจากการทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์.....	41
ตารางที่ 4.5	ข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ.....	42
ตารางที่ 4.5(ต่อ)	ข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติการบริโภคผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ.....	42
ตารางที่ 4.6	ผลการทดสอบความรู้สึกรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์หลังการชิมผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ.....	44
ตารางที่ 4.7	ผลการทดสอบความรู้สึกรู้สึกด้านกลิ่น.....	44
ตารางที่ 4.8	ผลการยอมรับปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ.....	45
ตารางที่ 4.9	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบในระหว่างการเก็บรักษา.....	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ปลาสีกุนข้างเหลือง.....	3
ภาพที่ 2 แสดงกล้ามเนื้อปลา.....	7
ภาพที่ 3แสดงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบใน โรงงาน ของ บริษัทไอ แอม พีชเชอแมน จำกัด.....	24
ภาพที่ 4 แสดงการปรับปรุงกระบวนการปรับปรุงการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ.....	28
ภาพภาคผนวก ข1 ขั้นตอนการเตรียมปลา.....	65
ภาพภาคผนวก ข2 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ(ชุดตัวอย่างควบคุม).....	66
ภาพภาคผนวก ข3 ส่วนผสมและขั้นตอนการทำซอส.....	67



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปลาสีกุนข้างเหลือง Yellow Stripe Trevally (*Selaroides leptolepis*) หรือข้างลวด, กิมชัว เป็นปลาทะเลที่พบบ่อยในน่านน้ำไทยทั้งฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน เป็นปลาที่ผูกพันกับวิถีชีวิตคนไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นอาหารหลักของคนไทยและยังเป็นวัตถุดิบที่หาง่ายในประเทศ ไทยและยังเป็นปลาเศรษฐกิจที่สำคัญอีกด้วย อีกทั้งยังมีปริมาณ โปรตีนสูงและไขมันต่ำ มีกรดอะมิโนที่จำเป็น และมีคุณค่าต่อร่างกาย ไขมันส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยกรดไขมันอิ่มตัวสูง (ปราณิสา เชื้อโพธิ์หัก, 2549) พบได้ในบริเวณกล้ามเนื้อของปลา ซึ่งกล้ามเนื้อของปลาแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ กล้ามเนื้อแดง (Red muscle) และกล้ามเนื้อขาว (White muscle) โดยกล้ามเนื้อแดงจะประกอบไปด้วยไขมัน กรดไขมัน โมโอโกลบิน และ เอนไซม์ในปริมาณสูงถึงร้อยละ 10 หรือมากกว่า (Spinelli and Dassow, 1982) เช่น ปลาทูน่า ปลาแมกเคอเรล ปลาสีกุนข้างเหลือง ซึ่งปลา ไขมันสูงดังกล่าวมักมีเนื้อสีคล้ำ มีไขมันสูงกว่าร้อยละ 5 เรียกว่า (fatty fish) (จักรี ทองเรือง, 2544) ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสและปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่าย หากเก็บในภาวะที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้การยอมรับของผู้บริโภคน้อยลงด้วย (สุทธวัฒน์ เบญจกุล, 2554)

ขนมขบเคี้ยวหรือสแน็ก (snack) ถือเป็นอาหารสำเร็จรูปหรือของกินเล่นที่ได้รับความนิยมค่อนข้างสูง โดยเฉพาะกลุ่มผู้บริโภคในเด็กและกลุ่มวัยรุ่น ถือเป็นลูกค้ายอดนิยมหลัก ปัจจุบัน การบริโภคขนมขบเคี้ยวทำให้เกิดความผิดปกติ แต่ประกอบด้วยคุณค่าทางโภชนาการต่ำ เพราะส่วนใหญ่ทำจากแป้ง น้ำตาลและไขมัน เป็นส่วนประกอบหลัก และโปรตีนต่ำ ซึ่งพบในผลิตภัณฑ์ ขนมขี้หนู ฝรั่งทอดกรอบ ส่งผลให้มีน้ำหนักมากเกิน หรือเกิดโรคอ้วน (วันชัย วรวัฒน์เมธิกุล และ ณัฐธร อินทวิวัฒน์, 2550) ทั้งนี้ ขนมขบเคี้ยว ที่วางจำหน่ายในปัจจุบัน มีแนวโน้มการฟื้นตัวของเศรษฐกิจตั้งแต่ปี 2553 เป็นต้นมา ทำให้ตลาดขนมขบเคี้ยว มีการแข่งขันที่สูงขึ้นอีกครั้ง มีอัตราการเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 9.3 โดยผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ขยายตัวได้ดี ได้แก่ ขนมขี้หนู ฝรั่งทอดกรอบ เนื้อปลาและปลาสวรรค์ ถั่ว และสาหร่าย เป็นต้น (สุนัยวิชัย กลสิกรไทย, 2550) ซึ่งผลิตภัณฑ์ขี้หนูและฝรั่งทอดกรอบมีส่วนจากการตลาดสูงถึงร้อยละ 67 เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เนื้อปลาและปลาสวรรค์ที่มีสัดส่วนทางการตลาดเพียงร้อยละ 9 (Ac Nielsen, 2550) แต่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น โปรตีนสูง ไขมันต่ำ แต่เกิดปัญหาหากลิ่นหืน ในผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ประเภทเนื้อปลา มักพบปัญหาการเกิดกลิ่นหืนได้ง่ายในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากปลาเป็นอาหารที่เน่าเสียง่าย เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายตัวเองของเอนไซม์ในกล้ามเนื้อ เป็นไปอย่างรวดเร็ว และปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของไขมันที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนและกลิ่นผิดปกติ ซึ่งพบในปลาที่มีไขมันสูงและปลาที่มีเนื้อสีคล้ำ การนำเนื้อปลามาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ปลาแผ่น อาจเกิดกลิ่นหืนได้ง่ายจากกระบวนการผลิต และเกิดจากตัวเนื้อปลาของผลิตภัณฑ์ ยังรวมไปถึงการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม และ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่สั้น ทำให้ตัวผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพลง

จากปัญหาการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ปลากรอบจากปลาสดคุณภาพสูง เกิดจากกระบวนการผลิตและปัญหาจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้เกิดผลเสียต่อผลิตภัณฑ์และการยอมรับของผู้บริโภคน้อยลง การแก้ปัญหาการเกิดกลิ่นหืนที่พบได้ในผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ จึงเป็นจุดมุ่งหมายในการทำงานวิจัยครั้งนี้ โดยมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอน เช่น การเลือกซื้อ การเตรียม การแปรรูป ตลอดจนการเก็บรักษา ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดการเน่าเสียและกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิต การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับและเป็นแนวทางในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบในโรงงานอุตสาหกรรม

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาผลของกระบวนการปรับปรุงการผลิตในแต่ละขั้นตอนที่มีผลต่อคุณภาพการเกิดกลิ่นหืนในปลาแผ่นกรอบ
- 1.2.2 เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ ของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ
- 1.2.3 เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบเพื่อลดการเกิดกลิ่นหืนโดยมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยเริ่มตั้งแต่การควบคุมอุณหภูมิระหว่างการผลิต การคัดเลือกซื้อปลา การเตรียมวัตถุดิบ การแปรรูป ตลอดจนการเก็บรักษาและบรรจุภัณฑ์ เพื่อลดอัตราการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์และทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพเคมี และทดสอบสี ความชื้น ความกรอบ กลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีอายุตั้งแต่ 18 – 40 ปี เป็นจำนวน 100 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปลาสีกุนข้างเหลือง

ปลาข้างเหลือง หรือ ปลาสีกุนข้างเหลือง (Yellow-stripe trevally) หรือข้างลวด,กิมซัว โดยมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Selaroides leptocephalus* (Cuvier, 1833) ชื่อสามัญ คือ Caranx (ภาพที่ 1) เป็นปลาทะเลชนิดหนึ่งอยู่ในวงศ์ปลาหางแข็ง (Carangidae) จัดเป็นเพียงชนิดเดียวเท่านั้น ที่อยู่ในสกุล *Selaroides* ในน่านน้ำไทย พบได้ทั้งฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน เป็นปลาที่ผูกพันกับวิถีชีวิตคนไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจาก เป็นอาหารทะเลหลักของคนไทยมานาน เป็นวัตถุดิบที่สามารถหาได้ง่ายในประเทศไทย และยังเป็นปลาเศรษฐกิจที่สำคัญ เนื้อปลาสีกุนข้างเหลืองมีปริมาณกรดไขมันทั้งหมด 1.72 กรัม และมีโอเมก้า-3 ถึง 34.08 กรัม คิดเป็นร้อยละ 0.59 (วิสัย, 2543; Ann, 1999; Bennion, 1995; Brown, 1999)



ภาพที่ 1 ปลาสีกุนข้างเหลือง *Selaroides leptocephalus*

ปลาสีกุนข้างเหลือง มีรูปร่างค่อนข้างยาว คล้ายๆกับปลาทุ แต่ปลาข้างเหลืองจะมีลักษณะเด่นแตกต่างจากปลาทุอย่างชัดเจนคือ ลำตัวจะมีแถบสีเหลืองเป็นแนวยาวจากหัวถึงโคนหาง ลำตัวแบนมีส่วนโค้งทางด้านหลังและด้านท้องเท่ากัน นัยน์ตาโต ปากเล็ก คอคอดหางเรียว ครีบหูยาวเรียว ปลายแหลม ครีบหลังมี 2 อัน ครีบหลังและครีบกันยาว เส้นข้างตัว โค้งตามแนวสันหลังและเป็นเส้นตรงบริเวณตอนกลาง กลางครีบหลังอันที่สอง และมีจุดดำอยู่เหนือครีบหูตรงขอบแก้มด้านบน (กรมประมง, 2535) ขนาดความยาวเฉลี่ย 14.6 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 39.5 กรัม เนื้อส่วนที่กินได้

ร้อยละ 54.6 มีกล้ามเนื้อเฉลี่ยร้อยละ 21.2 ให้พลังงาน 108.6 แคลอรีต่อ 10 กรัม และมีคุณค่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางโภชนาการดังตารางที่ 2 (ประเสริฐ มรรษทวิ, 2505) และ มีคุณค่าทางโภชนาการในส่วนที่กินได้ 100 กรัม ดังตารางที่ 2 (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2530 อ้างโดย นฤมล อัสวเกษตรณี, 2549) แหล่งที่พบได้แก่ ระยะเวลาของ ชลบุรี สมุทรปราการ ประจวบคีรีขันธ์ อ่าวไทย อ่าวเบงกอล ทะเลอันดามัน ทะเลสาบสงขลา ทุกระดับน้ำทะเล (สุภาพ มงคลประสิทธิ์ และคณะ, 2530) กินพืชและสัตว์ขนาดเล็ก ที่ล่องลอยในน้ำเป็นอาหาร (กรมประมง, 2535)

การจำแนกประเภทปลาตามปริมาณไขมันสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ปลาที่มีไขมันต่ำ (Lean fish) ปริมาณไขมันน้อยกว่าร้อยละ 2 ปลาที่มีไขมันปานกลาง (Moderate-fatty fish) ปริมาณไขมันมากกว่าร้อยละ 5 (Spinelli และ Dassow, 1982 อ้างโดยจักรี ทองเรือง, 2540) ดังนั้นปลาสิğunข้างเหลืองจึงจัดอยู่ในประเภทปลาที่มีไขมันปานกลาง

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของปลาสิğunข้างเหลือง

องค์ประกอบ	ร้อยละ
ความชื้น	77.50
โปรตีน	15.05
ไขมัน	4.29
คาร์โบไฮเดรต	1.79
เถ้า	1.39
เกลือ	0.08

ที่มา : ประเสริฐ มรรษทวิ (2505)

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาการของปลาสิ่กุนข้างเหลืองในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

พลังงาน (แคลอรี)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	โปรตีน (กรัม)	เกลือแร่(มิลลิกรัม)				วิตามิน(มิลลิกรัม)			
				แคลเซียม	ฟอสฟอรัส	เหล็ก	เอ	บี 1	บี 2	ไนอาซิน	ซี
109	2.7	0	19.9	47	193	0.7	-	0.19	0.1	5.6	-

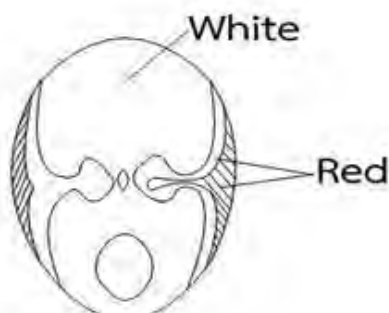
ที่มา: กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2500 อ้าง โดย นฤมล อัสวเกษมณี, (2549)

2.2 โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของสัตว์น้ำ

องค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพของสัตว์น้ำจะมีความแตกต่างกันตามชนิด ในปลาสีถิ่นหางแข็ง มีองค์ประกอบ ที่สำคัญที่ประกอบไปด้วย น้ำ 77.0 โปรตีน 21.4 ไขมัน 1.5 ดังตารางที่ 1 (Clucas, 1981 อ้างโดย นฤมล อิศวเกษมณี, 2541) ซึ่งองค์ประกอบหลักเหล่านี้มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการ สมบัติเชิงหน้าที่ คุณภาพทางประสาทสัมผัส และอายุการเก็บรักษา องค์ประกอบหลักจะเปลี่ยนแปลงตามชนิด ระยะการเจริญเติบโต และสภาวะโภชนาการของสัตว์น้ำ ปลาในช่วงการวางไข่จะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบอย่างเด่นชัด ปลาบางชนิดต้องอาศัยไขมันซึ่งสะสมไว้เป็นแหล่งพลังงานในการอพยพในการย้ายที่การวางไข่ แต่สำหรับปลาบางชนิดจะที่ต้องการอพยพเป็นระยะทางไกลก่อนการวางไข่อาจจะใช้โปรตีนเป็นแหล่งพลังงานอีกทางหนึ่ง ในช่วงที่ปลาได้รับอาหารอย่างสมบูรณ์ (Heavy feeding) โปรตีนและไขมันจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น เพื่อชดเชย กับปริมาณที่สูญเสียไป สำหรับองค์ประกอบอื่น เช่น คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และเกลือแร่จะมีปริมาณน้อย แต่มีความสำคัญต่อกลิ่นรสและคุณค่าทางโภชนาการ (สุทธวัฒน์ เบญจกุล, 2554)

โครงสร้างและองค์ประกอบกล้ามเนื้อของปลา

กล้ามเนื้อของปลาประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อตามยาว 4 มัด ด้านบน 2 มัด ด้านล่าง 2 มัด สามารถจำแนกออกเป็นสองชนิดคือกล้ามเนื้อแดง (dark muscle) และกล้ามเนื้อขาว (light muscle) กล้ามเนื้อขาว จะประกอบไปด้วย glycolytic enzyme ใช้ในปฏิกิริยาไกลโคลิกซิส เพื่อให้พลังงานสำหรับการขับเคลื่อน ส่วนกล้ามเนื้อดำมีสีก้ำ จะพบใต้ผิวหนังข้างลำตัว ประกอบไปด้วย เฮโมโกลบิน ไมโอโกลบิน ไมโครคอนเดรีย และไขมันอยู่มาก สัดส่วนของกล้ามเนื้อดำและกล้ามเนื้อขาว ในปลาผิวน้ำที่มีการเคลื่อนไหว จะพบกล้ามเนื้อดำแทรกสลับลงไปในกลุ่มเนื้อขาว (สุริยันและคณะ, 2558) (ภาพที่ 2) แม้ว่าจะมีเพียงกล้ามเนื้อขาวเท่านั้น ที่มีการใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะการใช้เป็นอาหารของมนุษย์ แต่สำหรับปลาแล้วกล้ามเนื้อแดงเป็นกล้ามเนื้อ ที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการชีวเคมี เนื่องจากในกลุ่มเนื้อชนิดนี้ประกอบด้วยไขมัน กรดไขมัน ไมโอโกลบินและเอนไซม์ในปริมาณสูง ในปลาแต่ละชนิดจะมีปริมาณกล้ามเนื้อแดงแตกต่างกัน ปลาที่มีไขมันต่ำ จะมีกล้ามเนื้อแดงเพียงร้อยละ 1-2 ขณะที่ปลาที่มีไขมันสูง ปริมาณของกล้ามเนื้อชนิดนี้อาจจะสูงถึง ร้อยละ 10 หรือมากกว่า (Spinelli and Dassow, 1982 อ้างโดย จักรี ทองเรือง, 2540)



ภาพที่ 2 ภาพกล้ามเนื้อปลา

ที่มา: ดัดแปลงจาก: Nilsosonet al. (1986)

2.3 การเปลี่ยนแปลงภายหลังการตาย

2.3.1 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในของสัตว์น้ำ

การเปลี่ยนแปลงภายหลังการตายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้ความสดและคุณภาพลดลง จนถึงการเสื่อมเสียของกล้ามเนื้อปลามีผลส่งเสริมให้เกิดการออกซิเดชันของไขมันได้เพิ่มขึ้น การหายใจ และการหมุนเวียนของเลือดจะหยุด และกิจกรรมทางเคมีจะเปลี่ยนไปจากการเกิดปฏิกิริยาที่ใช้ออกซิเจน (aerobic reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic reaction) การสร้างสารประกอบให้พลังงาน adenosine triphosphate (ATP) จะเปลี่ยนเป็น สร้างกรดแล็กติก (Lactic acid) แทนทำให้ความเป็นกรด-เบส (PH) ลดลง ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการเกร็งตัว (rigormortis) การเปลี่ยนแปลงภายหลังการจับจนถึงระยะนี้ ยังจัดเป็นระยะที่ปลายังมีความสด มีคุณภาพที่เหมาะสมต่อการนำไปบริโภคและแปรรูป (สุริยันและคณะ, 2558) และเมื่อเวลาผ่านไปความสดยิ่งลดลง

การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีผลให้เนื้อเยื่อต่างๆ มีความไวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันมากขึ้น ในระหว่างการเก็บรักษาเนื้อปลาแมคเคอเรลแก่ ปริมาณเหล็กที่มีน้ำมัน โมเลกุลดำมีปริมาณเพิ่มขึ้น จาก 155 ppb ไปเป็น 225 ppb (Decker and Hultin, 1990a) เหล็กที่เพิ่มขึ้นอาจมาจาก โปรตีนเฟอร์ริติน (Decker and Welch, 1990) อย่างไรก็ตามไม่มีการเพิ่มขึ้นของทองแดงในเนื้อเยื่อต่างๆ การเปลี่ยนแปลงของไมโอโกลบิน และฮีโมโกลบินไปเป็น เมทไมโอโกลบิน และเมทฮีโมโกลบิน เกิดขึ้นภายในระยะเวลา 10 วัน (Decker and Hultin, 1990b) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนฮีโมจากเฟอร์ริก (Fe III) ไปเป็นเฟอร์ริออกซิเจน (Ferryloxene) (Fe IV) ซึ่งเป็นตัวเร่งที่สำคัญในการเกิดออกซิเดชัน (สุทธวัฒน์ เบญจกุล, 2548)

ความสามารถในการรีดิวซ์ (reducing capacity) จะลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณแอสคอร์เบทลดลง ประมาณร้อยละ 50 ภายใน 1 วัน ในการเก็บรักษาปลาแอนดาร์คติก แมคเคอเรลและไม่สามารถตรวจพบในระยะเวลา 7 วัน (Decker and Hultin, 1990a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณกลูตาไธโอนลดลง และมีปริมาณเหลือร้อยละ 5 ภายใน 48 ชั่วโมง ของการเก็บรักษาเนื้อปลาแมคเคอเรลสด ส่วนปริมาณ NADH มีปริมาณลดลงเช่นเดียวกัน ในการเก็บรักษาเนื้อปลาเรดเฮกที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณ NADH ลดลงประมาณร้อยละ 80 ภายใน 5 วัน (Phillippy and Hultin, 1993)

ดังนั้น องค์ประกอบต่างๆที่สามารถรีเวิร์ก อนุมูลอิสระของเหล็กหรือฮีม จึงมีปริมาณลดลงภายหลังการตายของปลา บางครั้งเนื้อเยื่ออาจบาดเจ็บในกรณีที่เนื้อเยื่อขาดออกซิเจนในระยะช่วงเวลานึงแล้วได้รับออกซิเจนอีกครั้ง เช่น ในกรณีที่ปลาตายในช่วงเวลาหนึ่งแล้วนำมาบด ภายใต้อุณหภูมิต่ำกว่า แชนทีนดีไฮโดรจีเนสจะถูกเปลี่ยนไปเป็นแชนทีนออกซิเดสอันอาจเป็นผลจากเอนไซม์ย่อยโปรตีน เมื่อระบบการสร้างพลังงานหยุดชะงักภายหลังการตาย เซลล์กล้ามเนื้อจึงไม่สามารถรักษาระดับของไอออนต่างๆ โดยเฉพาะไอออนของแคลเซียม แคลเซียมจะถูกปลดปล่อยเข้าสู่ไซโทพลาซึมภายหลังการตายของสัตว์ แคลเซียมสามารถกระตุ้นเอนไซม์ ชนิดต่างๆ เช่น Calmodulin ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน การเปลี่ยนแปลงเอนไซม์แชนทีนดีไฮโดรเลสไปเป็นแชนทีนออกซิเดส เป็นตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงอันเป็นผลจากไอออน (สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2548)

2.3.2 การเปลี่ยนแปลงจากกระบวนการแปรรูป

ภายหลังถูกจับและตาย เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อมีสภาพไร้อากาศ การแปรรูป เช่น การแล่หรือการบดเนื้อจะมีผลให้เนื้อเยื่อสัมผัสกับออกซิเจนเพิ่มขึ้น การแล่จะเพิ่มออกซิเจนบริเวณกล้ามเนื้อที่ผ่านการแล่ในขณะที่การบด มีผลต่อการเพิ่มพื้นที่สัมผัสกับออกซิเจนให้สูงขึ้น โดยปกติออกซิเจนสามารถซึมผ่านผิวหนังของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อสัตว์ได้ 1-4 มิลลิเมตร การกำจัดออกซิเจนจากเนื้อเยื่อสามารถยับยั้งหรือหยุดปฏิกิริยาของไขมัน เช่น การบรรจุแบบสูญญากาศ การตัดแปลงบรรยากาศ หรือการเคลือบน้ำ (glazing) ในระหว่างการเก็บรักษาภายหลังการแช่ (สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2548)

ลิพิด ไม่ว่าจะอยู่ในรูปอิสระ หรือองค์ประกอบโครงสร้างของเซลล์ เมื่อนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปโดยความร้อน ลิพิด สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญคือระดับของอุณหภูมิที่ใช้ ส่งผลต่อการเกิดออกซิเดชันของลิพิด มากกว่าระยะเวลาในการให้ความร้อน เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าการเกิดออกซิเดชันของลิพิด เช่น ค่าเพอร์ออกไซด์ (peroxide value; PV) และค่าอะนิซิไดน (anisidine value; AV) เมื่อนำไปให้ความร้อนที่ระดับต่างๆ พบว่า ค่าทั้งสองเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วน โดยตรงกับอุณหภูมิ เมื่อให้ความร้อนสูง ค่าการเกิดออกซิเดชันก็สูงด้วย มีผลให้ปริมาณ อีพีเอ และดีเอสเอ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (คณาจารย์ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง, 2558) การเกิดออกซิเดชันของไขมันในกล้ามเนื้อปลาทะเล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลง ภายหลังจากให้ความร้อน ทั้งนี้อาจจะเป็นผลเนื่องจากเอนไซม์ที่มีบทบาทในการเกิดออกซิเดชันถูกยับยั้งในระหว่างการให้ความร้อน (สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2548)

ระหว่างการเก็บรักษาปลาแมคเคลเรล และปลาคอด โดยการแช่เย็นและแช่เยือกแข็งพบว่า จะไม่มีผลต่อการสูญเสียกรดไขมัน n-3 (Xing et al., 1993) นอกจากนี้การทอด การอบ และการย่างไม่มีผลทำลายกรดไขมัน n-3 เช่นกัน (Nawar et al., 1990) การรมควันไม่มีผลต่อการสูญเสีย EPA และ DNA (Aminullah Bhuiyan et al., 1986) ส่วน Takaguchi (1998) รายงานการสูญเสีย EPA และ DHA ใน ปลาแอนโชวีคัมหรือทำแห้ง การรมควันสามารถลดการสูญเสียดังกล่าวทั้งนี้ อาจเนื่องจากสารฟีนอลในควันอาจทำหน้าที่เป็นสารออกซิเดชัน

พีเอชของสัตว์น้ำอาจมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน โดยพีเอชอาจมีผลต่อตัวเร่งของปฏิกิริยาดังกล่าว เช่น พีเอชมีผลต่อการละลายของเหล็ก นอกจากกิจกรรมของเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นอยู่กับพีเอช ซูเปอร์ออกไซด์ที่มีประจุบวก (protonated) (pKa = 4.8) มีความว่องไวต่อปฏิกิริยาและสามารถซึมผ่านเมมเบรนได้ดีกว่าซูเปอร์ออกไซด์ที่มีประจุลบ (anionic) ดังนั้น จึงมีผลต่อการกระจายและส่งผลผ่านตัวเร่งที่มีประสิทธิภาพสูงไปยังส่วนต่างๆ ของเซลล์ได้มีประสิทธิภาพสูงกว่า (สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2548)

เกลือมีบทบาทสำคัญต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในสัตว์น้ำ การหมักเกลือหรือการเค็มเกลือ เพื่อเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ เช่น ไข่กรอกปลา มีผลเร่งการเกิดออกซิเดชันของไขมันในสัตว์น้ำ ไอออนของโซเดียมมีผลในการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้สูงกว่าไอออนของคลอไรด์ Takiguchi (1989) พบว่าโซเดียมคลอไรด์มีผลเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันแต่จะลดการเกิดไฮโดรไลซิสของไขมันในปลาซาร์ดีนแก่ ไอออนคลอไรด์สามารถเปลี่ยนเป็นอนุมูลคลอไรด์ โดย myeloperoxidase โดยอนุมูลดังกล่าวสามารถจับกับพันธะคู่โดยตรง กลไกการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของคลอไรด์ไอออน (สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2548)

2.4 ไขมันในสัตว์น้ำ

ไขมันปลาส่วนใหญ่มักพบในชั้นไขมันใต้ผิวหนังของปลาไขมันสูง รวมทั้งในกล้ามเนื้อของปลาที่มีไขมันต่ำ (สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2548) ไขมันพบน้อยมากในปลาจึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก(อานวย โชติญาณวงษ์, 2524) ไขมันเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสัตว์น้ำ เป็นแหล่งของกรดไขมันที่จำเป็นหลายชนิด โดยเฉพาะกรดไขมันอิ่มตัว ไขมันในสัตว์น้ำยังมีบทบาทโดยตรงต่อการเสื่อมคุณภาพของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะในสภาวะการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม โดยมากมีสาเหตุมาจากปฏิกิริยาการไฮโดรไลซิสและปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ส่งผลให้การยอมรับของผู้บริโภคน้อยลง ภายหลังจากตายของสัตว์น้ำ ไขมันที่เป็นองค์ประกอบของเมมเบรน รวมทั้งไขมันที่สะสมไว้สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยการเปลี่ยนแปลงของไขมันที่สำคัญต่อคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสัตว์น้ำประกอบด้วย กระบวนการไฮโดรไลซิส และ กระบวนการออกซิเดชัน (สุวัฒน์ เบญจกุล, 2548)

2.4.1 การไฮโดรไลซิสของไขมัน

การเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) หรือ ลิโพลีซิส (lipolysis) ในลิพิด สามารถเกิดขึ้นได้ในสัตว์น้ำแช่แข็ง มีสาเหตุจากการทำงานของเอนไซม์ ได้แก่ ฟอสโฟไลเปส (phospholipase) หรือ ไตรกลีเซอไรด์ไลเปส (triglyceride lipase) (คณาจารย์ภาควิชาประมง, 2558) เอนไซม์ฟอสโฟไลเปส มีบทบาทสำคัญต่อการย่อยสลายฟอสโฟลิพิดในกล้ามเนื้อปลาที่พันธะเอสเทอร์ และปล่อยกรดไขมันอิสระ กรดไขมันอิสระเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาลิโพลีซิส จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่ายมากเมื่อเปรียบเทียบกับกรดไขมันที่อยู่ในรูปของ ไตรเอซิลกรีนเซอร์อล ซึ่งผลของการเกิดลิโพลีซิส จะทำให้เกิดการหืน (hydrolytic rancidity) เช่นเดียวกับผลการเกิดออกซิเดชัน (คณาจารย์ภาควิชาประมง, 2558) ระหว่างการเก็บรักษาในสภาพแช่แข็ง โดยมีผลให้เกิดกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเพิ่มขึ้น รวมทั้งส่งเสริมการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน เมื่อเก็บรักษาเนื้อปลาแอตติกคอคคในสภาพแช่แข็ง (-30 °ซ) กิจกรรมของเอนไซม์ฟอสโฟไลเปสจากไมโครโชมเพิ่มขึ้นในช่วง 5 สัปดาห์แรก โดยสัมพันธ์กับกรดไขมันอิสระที่เพิ่มขึ้นและปริมาณฟอสโฟลิพิดที่ลดลง (Chawla et., 1988) โดยผลิตภัณฑ์น้ำแข็งมีผลต่อการปลดปล่อยเอนไซม์ฟอสโฟไลเปส จากเมมเบรนของไมโครโชมและไมโทคอนเดรียเพิ่มขึ้น การย่อยสลายฟอสโฟลิพิดสามารถพบได้ในปลาแช่แข็งหลายชนิด เช่น คอด เลมอน โซล ฮาลิบัท เทราท์ เซอร์ริง ไวท์ฟิช ฟลาวเคอร์ แซลมอน ชิวเวอร์เฮก คาร์ป เรดชิปริม และเคปลิน (Lopez-Amaya and Marngoni, 2000; Chawla., 1988; Shewfelt et al., 1981)

ไลเปส

ไลเปสเป็นเอนไซม์ที่สามารถย่อยไตรกลีเซอไรด์ โดยเอนไซม์ไลเปสที่พบในสัตว์น้ำสามารถย่อยสลายพันธะเอสเทอร์จำเพาะที่ตำแหน่ง 1 และ 3 (Sn-1,3-specific) และไลเปสชนิดที่ไม่มีเฉพาะในการสลายพันธะเอสเทอร์ (Lopez-Amaya and Marangoni, 2000) การย่อยไตรกลีเซอไรด์โดย ไลเปส สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันส่งผลให้เนื้อสัตว์มีคุณภาพต่ำ (สุทวิวัฒน์ เบญจกุล, 2548) โดยทั่วไปมักพบ ไลเปส ในส่วนกล้ามเนื้อ ทางเดินอาหาร รวมทั้งตับ โดยส่วนลำไส้มีกิจกรรมของไลเปสสูงกว่าส่วนกระเพาะอาหาร และส่วนตับมีกิจกรรมของไลเปสสูงสุด การย่อยสลายไตรกลีเซอไรด์สามารถเกิดขึ้นในส่วนเนื้อขาวและเนื้อดำของปลาบอลลิก เซอร์ริงแช่แข็ง (Shewfelt, 1981, Senthivel และ คณะ, 1992) ติดตามการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของไลเปสในออยซาร์ดินและริบบอนฟิช ซึ่งเก็บรักษาที่ 18 °ซ เป็นเวลา 6 เดือน พบว่ากิจกรรมลดลงหลัง 60 วัน ของการเก็บรักษา อุณหภูมิในการเก็บรักษาการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงจาก -12 ถึง 35 °ซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการแข่งขันแบบซ้ำมีผลกระตุ้นกิจกรรมไลเปสในส่วนไลโซโซม (Geromel and Montgomery, 1980) ที่อุณหภูมิสูงกว่า -12°C ฟอสโฟลิพิดถูกย่อยสลายเร็วกว่านิวทรัลลิพิด แต่ที่อุณหภูมิ -12°C นิวทรัลลิพิดจะถูกย่อยสลายเร็วกว่าฟอสโฟลิพิด (Dekoning and Mol, 1990)

2.4.2 การออกซิเดชันของไขมัน

การเสื่อมเสียคุณภาพของสัตว์น้ำที่เกี่ยวข้องกับลิพิด ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และปฏิกิริยาไลโปไลซิส เนื่องจากมีองค์ประกอบกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในสัดส่วนที่สูง หรือสภาวะการจัดการดูแล และการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้การยอมรับของสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ลดลง (คณาจารย์ภาควิชาประมง, 2558) กระบวนการออกซิเดชันของไขมันเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน และก่อให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ต่อผู้บริโภค กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (PUFA; polyunsaturated fatty acid) สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่าย ทั้งชนิดที่ไม่ต้องใช้เอนไซม์หรือชนิดที่ใช้เอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยา โดยทั่วไปไขมันในปลาประกอบด้วยกรดไขมัน EPA และ DHA ประมาณร้อยละ 90 ของ PUFA ทั้งหมด นอกจากนี้ไขมันปลายังประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวชนิดอื่นๆ ซึ่งจะมีปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิดของปลา (สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2548) จะเกิดการเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่าย

Kel และคณะ (1975) ใช้อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัว ($18 : 4 + 20 : 5 + 22 : 6$) และกรดไขมันอิ่มตัว ($14 : 0 + 16 : 0 + 18 : 0$) เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งบอกการเกิดออกซิเดชันในปลาแมคเคอเรล อัตราส่วนดังกล่าวที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของ 2-trans, 4-cis, 7-cis-decatrienol ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากการออกซิเดชัน ซึ่งให้กลิ่นคาว (fishy)

ดังนั้นไขมันซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันชนิดต่างๆ จึงเป็นสับสเตรตที่สำคัญต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน ไขมันสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) ไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งพบในรูปของหยดน้ำมันทั้งภายในและภายนอกเซลล์ 2) ฟอสโฟลิพิด ซึ่งพบในลักษณะ bilayer ในเมมเบรนของเซลล์ นอกจากนี้โมเลกุลของออกซิเจน เป็นสับสเตรตที่มีความสำคัญเช่นกัน เหล็กและทองแดงเป็นโลหะที่มีบทบาทสำคัญในเนื้อเยื่อต่างๆ โดยทำหน้าที่เป็นโคปรออกซิเดนท์ (สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2548)

2.5 การยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในสัตว์น้ำ

การชะลอหรือยับยั้งปฏิกิริยาของออกซิเดชันของไขมัน เป็นสิ่งจำเป็นในการรักษาคุณภาพของสัตว์น้ำ เนื่องจากภายหลังจากการตายของสัตว์น้ำมีการเปลี่ยนแปลงมากมาย เช่น การลดสมบัติในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของเซลล์ การยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันสามารถกระทำได้หลายวิธี (Hultin, 1994) เช่น

1. การกำจัดออกซิเจน

การลดปริมาณออกซิเจนในการสัมผัสกับสัตว์น้ำมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการลดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน

2. การรักษาระบบการป้องกันปฏิกิริยาของออกซิเดชันในธรรมชาติ

ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของอาหารจะต้องอยู่ในระดับที่เพียงพอในการควบคุมระยะ initiation และระยะ propagation ของปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งมีสาเหตุจากโปรออกซิแดนซ์ชนิดต่างๆ ดังนั้นการหลีกเลี่ยงการทำลายสารต้านออกซิเดนต์ในธรรมชาติและหลีกเลี่ยงการกระตุ้น โปรออกซิแดนซ์ จึงเป็นแนวทางปฏิบัติที่สามารถกระทำได้ บางครั้งอาจมีการแต่งเติมสารออกซิเดชัน และ โปรออกซิแดนซ์

3. การลดการเพิ่มของโปรออกซิแดนซ์

การเพิ่มของโปรออกซิแดนซ์ เกิดจากการปลดปล่อยไอออนของเหล็กจากเฟอร์ริตินหรือ ออกซิเดชันของเฟอร์โรไมโอโกลบิน หรือ เฟอร์โรฮิโมโกลบิน ไปเป็นเฟอร์ริก ซึ่งสามารถถูกกระตุ้นโดยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ดังนั้น ถ้ามีการเพิ่มของปริมาณเหล็กจะต้องรักษาเหล็กให้อยู่ในรูปที่ถูกออกซิไดส์ (เฟอร์ริก) หรือจะใช้สารที่มีสมบัติในการจับกับอนุมูลเหล็กเพื่อป้องกันไม่ให้เหล็กสามารถเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ (redox cycling) นอกจากนี้จะต้องลดการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์หรือระบบเมมเบรนซึ่งสามารถผลิตสารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น ซูเปอร์ออกไซด์แอนไอออนหรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

4. การป้องกันเบื้องต้นจากปฏิกิริยาของออกซิเดชัน

การฉีกขาดของเนื้อเยื่อมีผลเสียต่อคุณภาพของสัตว์น้ำ ทั้งนี้เนื่องจากมีผลให้ออกซิเจนเข้าไปสัมผัสและทำปฏิกิริยาในระบบได้สูงขึ้น ดังนั้นจะต้องลดการฉีกขาดของกล้ามเนื้อ ในกรณีที่มีการแล่หรืออบจะต้องพยายามลดระยะเวลาการสัมผัสกับออกซิเจน และควรมีการเติมสารป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างรวดเร็ว การเติมสารต้านออกซิเดชันเป็นกรรมวิธีการป้องกันที่มีความสำคัญอีกวิธีหนึ่ง

5. การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถลดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทั้งที่สาเหตุจากเอนไซม์และไม่เอนไซม์ แต่อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำอาจส่งผลที่ไม่ต้องการ เช่น ปริมาณการละลายของก๊าซจะเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้อุณหภูมิต่ำมีผลให้เมมเบรนมีสมบัติการยอมให้สารซึมผ่านได้สูงขึ้น ส่งผลให้เกิดการผสมขององค์ประกอบต่างๆ ในปฏิกิริยาได้สูงและรวดเร็วยิ่งขึ้น

6. การป้องกันไซเดียมคลอไรด์

ผลของไซเดียมคลอไรด์ต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นกลไกซับซ้อน และขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ดังนั้น ในบางกรณีอาจพบว่า ไซเดียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน หรือ อาจทำหน้าที่เป็นตัวยับยั้งปฏิกิริยาดังกล่าว ถึงแม้ว่าไซเดียมคลอไรด์จัดเป็นสารโปรออกซิแดนซ์ บทบาทของไซเดียม คลอไรด์ ต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันมีความสัมพันธ์กับรูปแบบของเหล็ก การออกซิไดส์เหล็กในรูปเฟอร์รัสซึ่งมีความว่องไวต่อปฏิกิริยา จะมีประโยชน์ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติการเป็นโปรออกซิแดนซ์ของไซเดียมคลอไรด์

7. การกำจัดไขมันที่ไม่คงตัว

ไขมันส่วนต่างๆ ของสัตว์น้ำมีความว่องไวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันแตกต่างกัน ไขมันจากหัวปลาสามารถถูกออกซิเดชันได้ง่ายกว่าไขมันจากกล้ามเนื้อดำ และกล้ามเนื้อขาวตามลำดับ ความแตกต่างดังกล่าวมีสาเหตุจากความแตกต่างของปริมาณโปรออกซิแดนซ์ที่ละลายในไขมันและเอนไซม์ไลพอกซิจีเนส ซึ่งพบมากในส่วนหนัง

8. การกำจัดเนื้อดำ

กล้ามเนื้อดำ ประกอบด้วยโปรออกซิแดนซ์ปริมาณสูง แต่มีสารต้านออกซิเดนต์ต่ำกว่ากล้ามเนื้อขาว ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวจะมีบทบาทสำคัญต่ออัตราการเกิดออกซิเดชัน องค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่พบในกล้ามเนื้อดำ มีดังต่อไปนี้ ฮีโมโกลบิน ไมโอโกลบิน ไมโทคอนเดรีย โทโคฟีรอล เอนไซม์ย่อยไขมัน เหล็ก ทองแดง แอสคอร์เบท และฮิสติดีน ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อปลาอาจกระทำโดยการกำจัดเนื้อดำให้มากที่สุด รวมทั้งกำจัดหนังและชั้นไขมันใต้ผิวหนังในกระบวนการผลิตปลาสด ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการนำกระดูกออก (deboning) เนื้อเยื่อของไตอาจปะปนในเนื้อปลา ซึ่งเนื้อเยื่อดังกล่าวเป็นแหล่งของเหล็กที่สำคัญ

9. การนำเลือดออก

การนำเลือดออกจากหัวปลา (bleeding) มีผลลดปริมาณฮีโมโกลบินในหัวปลา ส่งผลให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อปลาลดลง (Maqsood และ Benjakul, 2011) พบว่าการนำเลือดปลากะพงออกก่อนแล่เป็น ชิ้นปลา ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันลดลง เมื่อเทียบกับปลาที่ไม่ผ่านการนำเลือดออก โดยพบว่าชิ้นปลาที่ได้จากปลาที่นำเลือดออกมีปริมาณแฮปทานาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(heptanal) น้อยกว่าชิ้นปลาที่ได้จากปลา ที่ไม่นำเลือดออกระหว่างการเก็บรักษาในน้ำแข็ง ส่งผลให้กลิ่นคาวของชิ้นปลาลดลง (Richards และ Hultin, 2002) พบว่าเนื้อปลาเทราท์บด ที่ได้จากปลาที่ผ่านการนำเลือดออกเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันต่ำกว่าเนื้อปลาเทราท์บดที่ได้จากปลาที่ผ่านการนำเลือดออกระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 °C เป็นเวลา 15 วัน นอกจากนี้ (Sakai และคณะ, 2006) พบว่า ปลาโอแถบ (skipjack tuna) ที่ผ่านการนำเลือดออกมีปริมาณ มาโลนแอลดีไฮด์ และ 4-ไฮดรอกซีเฮกซีนาล ต่ำกว่าชุดควบคุม (ไม่นำเลือดออก) ภายหลังจากเก็บรักษา 0°C นาน 2 วัน โดยเลือดประกอบด้วยฮีโมโกลบิน หรือฮีโม ซึ่งทำหน้าที่เป็น โปรออกซิแดนซ์ ดังนั้นการนำเลือดออกจึงสามารถลดปริมาณโปรออกซิแดนซ์ในเนื้อปลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เลือดปลาต่างชนิดกันมีสมบัติเป็น โปรออกซิแดนซ์ที่แตกต่างกัน (Maqsood และ Benjakul, 2011) พบว่า ฮีโมไลสได้จาก ปลา นิลมีสมบัติเป็น โปรออกซิแดนซ์สูงกว่าฮีโมไลสได้จากปลากระพงและปลาเก๋า (สุทธวัฒน์ เบญจกุล, 2548)

2.6 การผลิตปลาแผ่น

การเตรียมส่วนผสมและการขึ้นรูปปลาแผ่น

นำเนื้อปลา ไปสับผสม เติมเกลือลงไป ความเค็มอุณหภูมิ 12-14° ซ เป็นเวลา 30 วินาที



ใส่แป้งลงไปสับผสม ตี จากนั้นใส่ส่วนผสมทั้งหมดแล้วสับผสมอีกครั้ง



ชั่งตัวอย่าง 50 กรัม รีดในถุงพลาสติกร้อน P.P. ให้ได้ขนาด 10 × 10.5 cm. รีดให้ได้ความหนาของปลาแผ่น ประมาณ 2.5 มิลลิเมตร



นำปลาแผ่น ไปอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55°ซ เป็นเวลา 2, 2.5 และ 3 ชั่วโมง



ตัดปลาแผ่นให้ได้ขนาด 3.5 cm. × 5 cm. ย่างที่อุณหภูมิ 180°ซ ในตู้อบ oven 3 นาที

(พรพรรณ เนียมสกุล และ คณะ, 2555)

2.7 การเสื่อมเสียคุณภาพของอาหาร

ผลิตภัณฑ์อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงจนกระทั่งไม่เหมาะสมที่จะนำมาบริโภค การเปลี่ยนแปลงนั้น ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น กลิ่น สี รส เนื้อสัมผัส คุณภาพทางจุลินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของอาหาร เช่น การเกิดกลิ่นรส ผิดปกติ การเน่าบูด การเกิดสารพิษ และคุณค่าทางโภชนาการ เช่น การสูญเสียวิตามิน โปรตีน ถูกทำลายหรือเสื่อมคุณภาพ สาเหตุหลักมาจาก การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทางชีวเคมี ทางกายภาพ ทางเคมีเชิงฟิสิกส์ และทางจุลชีววิทยา เนื่องจากความซับซ้อนขององค์ประกอบในอาหาร ทำให้การเสื่อมเสียคุณภาพมักเกิดจากความเปลี่ยนแปลงหลายสาเหตุรวมกัน โดยอาจจะมีสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าสาเหตุอื่นๆ ได้บางกรณี การเปลี่ยนแปลงหนึ่งอาจจะไปเสริมหรือเร่งการเกิดการเปลี่ยนแปลงอื่นได้ เช่น ความชื้นที่เพิ่มขึ้นของอาหารทอดกรอบ จะเร่งปฏิกิริยา ออกซิเดชันของไขมันในอาหารทำให้เหม็นหืนเร็วขึ้น(งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2550) ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีปริมาณความชื้นต่ำ ตั้งแต่ประมาณร้อยละ 1 ถึง 5 และค่า a_w น้อยกว่า 0.6 เสมอ ดังนั้นการเสื่อมเสียคุณภาพเนื่องจากจุลินทรีย์ไม่ใช่ปัญหาสำคัญ แต่มักพบการเสื่อมเสียคุณภาพอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันมากๆ ทำให้เกิดกลิ่นหืน และวิตามินต่างๆอาจถูกออกซิไดส์ได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีซีดจางลงและคุณค่าทางอาหารต่ำ (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2537)

2.8 บรรจุภัณฑ์และวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์อบกรอบ

การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคและลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ สำหรับอาหารประเภทอบกรอบหรืออาหารทอดนั้นบรรจุภัณฑ์ต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของ "ไอน้ำ" ได้ดี เพื่อป้องกันความชื้นที่อาจส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่กรอบ (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2557) และ บรรจุภัณฑ์ต้องทึบแสงเพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ เพราะแสงเป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีมาก(งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2537) และเลือกใช้ฟิล์มที่มีสมบัติการป้องกันการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับน้ำมันในอาหารซึ่งจะทำให้เกิดกลิ่นหืน (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2557)

การบรรจุผลิตภัณฑ์อบกรอบโดย Gas – Exchange Packaging หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้บรรยากาศของก๊าซชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิด โดยอัตราส่วนของก๊าซชนิดต่างๆ นั้น จะแตกต่างไปจากอัตราส่วนที่พบในบรรยากาศปกติ และจะพบว่าค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซของวัสดุหรือภาชนะบรรจุ ที่เลือกใช้เป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อประสิทธิภาพของระบบบรรจุในการรักษาคุณภาพและเพิ่มอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2537)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรพรรณ เนียมสกุล และคณะ (2555) ศึกษาผลของชนิดแป้ง ที่ใช้ในการเตรียมส่วนผสมและระยะเวลาในการอบแห้ง ที่มีผลต่อสมบัติเชิงกายภาพของปลาแผ่น โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การเตรียมแบทเทอร์ การอบแห้งปลาแผ่น และการย่างปลาแผ่น โดยจากการทดลองพบว่าชนิดของแป้งที่ใช้ในการเตรียมแบทเทอร์ ส่งผลต่อความสว่างของแบทเทอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อความชื้นและความสามารถในการอุ้มน้ำของแบทเทอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยแบทเทอร์มีค่าความสว่างเฉลี่ย 65.51-82.06 ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำเฉลี่ย 81.08-86.73% และมีความชื้นเฉลี่ย 253.32-302.14%db และผลการทดลองในส่วนที่ 2 พบว่าชนิดของแป้งเป็นปัจจัยที่มีผลทำให้ปลาแผ่นที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้ามีความชื้นน้อยกว่าแป้งชนิดอื่นๆ เนื่องจากตัวอย่างที่เตรียมจากแป้งข้าวเจ้า เป็นแป้งที่มีอุณหภูมิเจลาตินในเซชันสูง จึงอาจช่วยทำให้น้ำที่ผสมในตัวอย่างมีโอกาสถูกความร้อนและระเหยออกไปได้มาก ก่อนที่แป้งจะเกิดเป็นเจล นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาในการอบแห้งนานขึ้น ส่งผลให้ปลาแผ่นอบแห้ง มีความชื้นลดลง เนื่องจากในช่วงแรกผลิตภัณฑ์มีความชื้นสูง ความชื้นจึงลดลงอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นความชื้นจึงค่อยๆลดลง โดยปลาแผ่นอบแห้งมีความชื้นเฉลี่ย 3.48-19.51%db สำหรับผลการทดลองในส่วนสุดท้าย พบว่าชนิดของแป้งส่งผลทำให้ปลาแผ่นที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้ามีความชื้นน้อยกว่าแป้งชนิดอื่น เพราะเป็นอิทธิพลมาจากปริมาณความชื้นของปลาแผ่นอบแห้ง และลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า ตัวอย่างที่เตรียมจากแป้งสาลีมีความกรอบเฉลี่ยสูงสุด รองมาได้แก่ แป้งข้าวเจ้า และแป้งมันสำปะหลัง ตามลำดับ เนื่องจากแป้งสาลีมีปริมาณอะมิโลสสูงกว่าแป้งชนิดอื่น โดยปลาแผ่นอย่างมีความกรอบเฉลี่ย 0.31-0.94s และ ค่าความชื้นเฉลี่ย 1.73-12.3 ส่วนระยะเวลาในการอบแห้งนานขึ้น ส่งผลให้ปลาแผ่นอย่างมีความชื้นลดลงในขณะที่ความกรอบของปลาแผ่นอย่างมีแนวโน้มมากขึ้น

วันเพ็ญ มีสมญา และคณะ (2556) ศึกษาการผลิตปลาสวรรค์แผ่นฮาลาลจากปลาทะเล 2 ชนิด คือ ปลาน้ำดอกไม้และปลาอินทรี เพื่อศึกษาอายุการเก็บและทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ปลาสวรรค์แผ่นฮาลาล จากปลาน้ำดอกไม้และปลาอินทรี โดยศึกษาผลของเวลาต่อกรดไขมันโอเมก้า-3 และค่า proximate analysis ในปลาทะเลทั้งสองชนิด ในระหว่างทำการทดลองได้ทำการจัดชิมเพื่อทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ระยะเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน วิเคราะห์ค่า proximate analysis และกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ระยะเวลา 0 และ 3 เดือน ผลจากการวิเคราะห์ได้ข้อมูลว่า ปลาน้ำดอกไม้สด และปลาอินทรีสดมีกรดไขมันโอเมก้า-3 คือ 0.83 (DHA = 0.83, EPA = 0.00) และ 1.91 (DHA = 1.91, EPA = 0.00) กรัม/100 กรัม ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ปลาสวรรค์แผ่นฮาลาลจากปลาน้ำดอกไม้และปลาอินทรีที่มีอายุการเก็บ 0 เดือน คือ 0.04 (DHA = 0.04, EPA = 0.00), 0.84 (DHA = 0.69, EPA = 0.15) และที่อายุการเก็บ 3 เดือน คือ 0.00 และ 0.97 (DHA = 0.80, EPA =

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.17) กรัม/100 กรัม ตามลำดับ ส่วนผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ชำนาญการ ทดสอบจำนวน 12 คน พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาสวรรค์แผ่นฮาลาล จากปลาน้ำดอกไม้ ได้รับการยอมรับ จากผู้ทดสอบตลอดอายุการเก็บ 0, 1, 2 และ 3 เดือน (ค่าผลการยอมรับที่ 3 เดือน คือ 83%, ค่ากลืน หินคือ $1.84 \pm 1.35a$) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นฮาลาล จากปลาอินทรีได้รับการยอมรับจากผู้ ทดสอบเฉพาะ 0 และ 1 เดือน (ค่าผลการยอมรับที่ 3 เดือนคือ 50%, ค่ากลืนหิน คือ $3.66 \pm 3.14d$) การ ทดลองชี้ให้เห็นว่าการผลิตปลาสวรรค์แผ่นควรใช้ปลาอินทรีเพื่อให้มีคุณค่าทางโภชนาการของ กรดไขมันโอเมก้า-3 โดยเก็บผลิตภัณฑ์ปลาอินทรีแผ่นฮาลาล ได้ 1 เดือน

มนตรี การะบัตร และคณะ (2009) ศึกษากระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นปรุงรสจาก ปลานิล โดยศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลา (องศาเซลเซียส : นาที) ที่เหมาะสมในการอบปลา แผ่นปรุงรส โดยแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 60:60 70:45 และ 80:30 และ วิเคราะห์คุณภาพ พบว่าการใช้ อุณหภูมิและเวลา ที่แตกต่างกันมีผลทำให้ค่าสี (L^* a^* และ b^*) และปริมาณความชื้นที่มีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยการใช้อุณหภูมิและเวลาที่ 60:60 มีความชื้นสูง เท่ากับ 12.55 รongลงมาคือ 70:45 และ 80:30 ซึ่งมีความชื้น เท่ากับ 10.75 และ 7.30 ตามลำดับ ผลการ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่อเวลาเท่ากับ 70:45 มากที่สุด ซึ่งมีคะแนนยอมรับ ด้านสีปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เท่ากับ 5.62 5.82 6.62 5.79 และ 6.32 ตามลำดับ การศึกษาการเสริมปริมาณใยอาหารที่เหมาะสมต่อ การผลิต ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นปรุงรสที่อุณหภูมิและเวลาเท่ากับ 70:45 โดยใช้เพกตินและงาขาว ร้อยละ 3 และ 5 พบว่า การเสริมเพกตินและงาขาว มีผลให้ค่าสี (L^* a^* และ b^*) ความชื้น โปรตีน และไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นปรุงรสเสริมงาขาว ร้อยละ 5 มากที่สุด ซึ่งมีปริมาณโปรตีน และ ไขมัน ร้อยละ 25.92, 12.33 และ 4.05 ตามลำดับ

จริยา ภูเจริญ (2548) ศึกษาผลของการเก็บรักษาปลาและปลาซาร์ดีนสดที่อุณหภูมิห้อง เปรียบเทียบกับการเก็บรักษาในน้ำแข็ง โดยตรวจสอบการเน่าเสียของปลาด้วยประสาทสัมผัสและ ใช้ดัชนีบ่งชี้ทางเคมี ได้แก่ ปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N) และปริมาณฮีสตามีน ผล ปรากฏว่าในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องปริมาณ ฮีสตามีนจะเพิ่มขึ้นเมื่อปลาเสื่อมสภาพมาก ขึ้น โดยเมื่อลักษณะทางประสาทสัมผัสอยู่ที่เกรด 3 ซึ่ง สภาพของปลายังยอมรับได้ ปริมาณ TVB-N ของปลาและปลาซาร์ดีนเท่ากับ 24 และ 23 mg% ปริมาณฮีสตามีนมีค่า 653 และ 514 $\mu\text{g/g}$ ตามลำดับ และเมื่อปลาและปลาซาร์ดีนเน่าเสีย โดยลักษณะทางประสาทสัมผัสที่เกรด 4 ปริมาณ TVB-N จะเพิ่มขึ้นเป็น 115 และ 113 mg% ปริมาณฮีสตามีน มีค่า 1440 และ 658 $\mu\text{g/g}$ ตามลำดับ ในขณะที่การเก็บรักษาปลาในน้ำแข็ง จะมีปริมาณฮีสตามีนเกิดขึ้นน้อยมาก ($2\mu\text{g/g}$) แม้ว่าปลา และปลาซาร์ดีนจะมีลักษณะทางประสาทสัมผัสที่บ่งบอกถึงการเน่าเสีย(เกรด 4) แล้วก็ตาม ส่วนค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TVB-N อยู่ที่ 25 และ 16 mg% ตามลำดับ ดังนั้น ในการควบคุมปริมาณฮีสตามีนในปลาทุและปลาซาร์ดีนสดจะต้องควบคุมอุณหภูมิของวัตถุดิบปลาตั้งแต่จับเพื่อป้องกัน ไม่ให้เกิดฮีสตามีนในปริมาณสูง

สุพรรณพันธ์ โลหะลักษณะเดซ (2547) ศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนผสมของแป้งสาเกและเนื้อปลาทูน่า พบว่า ปริมาณแป้งสาเก ร้อยละ 10 และเนื้อปลา ร้อยละ 5 ที่เหมาะสมในการผลิตซึ่งผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด เพราะลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านสี ความกรอบดี กลิ่นรสของเนื้อปลาชัดเจน เมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติกและกล่องกระดาษ เป็นเวลา 60 วัน พบว่า ค่า Aw ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีน้อยกว่า 30 cfu/g. ปริมาณเชื้อราน้อยกว่า 10 cfu/g. ระยะเวลาการเก็บรักษา 60 วัน คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในทุกปัจจัยอยู่ในระดับที่ยอมรับ องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนผสมของแป้งสาเกและเนื้อปลาก่อนการเก็บรักษามีปริมาณเถ้า ความชื้น ไขมัน และ โปรตีน ร้อยละ 3.31 1.50 7.52 และ 7.57 ตามลำดับ ส่วนหลังการเก็บรักษาเท่ากับร้อยละ 3.30 4.50 6.82 7.05 ตามลำดับ

ชุดิณทกรณ์ ทับทิมเขียว และคณะ (2551) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการพัฒนาสูตรต้นแบบการทำผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลา โดยทดลองทำผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว แล้วประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม โดย ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ให้คะแนนแบบ 9 Point Hedonic Scale พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวสูตรที่ 3 ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยโดยภาพรวม ($\bar{x} = 6.56$) จากนั้นได้ศึกษากรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม โดยผู้ทดสอบชิมที่มีความชำนาญชิมด้านอาหาร 5 คน ได้ทำการประเมินคุณภาพด้านกลิ่น (Just-about-odour-test) พบว่า ปลาน้ำจืดมีกลิ่นคาวปลาน้อยกว่าปลาน้ำเค็ม ที่ระดับ 4.08 และ 2.56 ตามลำดับและศึกษาการแปรรูปของปลาเล็กปลาน้อยที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ ขนมขบเคี้ยวจากปลา พบว่า ($\bar{x} = 7.02$) จากนั้นศึกษาอัตราส่วนผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลาโดยทำการศึกษาปริมาณของปลาเล็ก ปลาน้อย : แป้งสาเก 3 ระดับ คือ 80:20 50:50 และ 40:60 พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลาที่ใช้ในระดับ 40:60 ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสโดยภาพรวม (6.47) เมื่อประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส รายด้าน พบว่าด้านเนื้อสัมผัสมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x} = 6.54$) รองลงมาคือด้านสี ($\bar{x} = 6.50$) ด้านรสชาติ ($\bar{x} = 6.40$) และด้านกลิ่น ($\bar{x} = 6.20$) ตามลำดับ และ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลามี Moisture ร้อยละ 2.21 Protein (factor 6.25) ร้อยละ 14.94 Fat ร้อยละ 25.42 Ash ร้อยละ 1.81 Crude fiber ร้อยละ 0.81 Total Carbohydrate ร้อยละ 55.62 Total Calories 511.02 K.cal/100 Calories from fat 228.78 Kcal/100 Calcium1,828mg/kg Sodium2,364mg/kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Manzoor Ahmad Shah และคณะ (2014) ศึกษาแอนติออกซิแดนท์ สารต้านอนุมูลอิสระใช้ลดการเปลี่ยนแปลงออกซิเดชันในเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ การเปลี่ยนแปลงออกซิเดชันจะมีผลต่อคุณภาพเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางโภชนาการ แม้ว่าการสังเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระได้ถูกนำมาใช้ แต่ในปีที่ผ่านมา ความต้องการสำหรับสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติมีเพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่เป็นเพราะผลกระทบของการสังเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นการสำรวจส่วนใหญ่ที่ผ่านมา มีผลโดยตรงต่อสารจำแนกชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติจากแหล่งพืชต่างๆ สารสกัดธรรมชาติที่ได้เตรียมโดยใช้ตัวทำละลาย และ วิธีการที่แตกต่างกัน เมล็ดองุ่น, ชาเขียว, เปลือกสน, โรสแมรี่, ทับบิม และอบเชย ที่มีปฏิกริยากคล้ายๆกัน หรือดีกว่าคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระเมื่อเปรียบเทียบกับสารสังเคราะห์ด้วยใดตัวหนึ่ง

Gholam Reza Shaviklo และคณะ(2011) ศึกษาคุณภาพและความคงตัวในการเก็บรักษาของขนมขบเคี้ยวที่ทำจากปลาหมึกในระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง ขนมขบเคี้ยวจากธัญพืชมีไขมันจะมีโปรตีนและสารอาหารอื่น ๆ น้อยมาก ความตระหนักด้านสุขภาพของผู้บริโภคทำให้อุตสาหกรรมอาหารมีการพัฒนาขนมขบเคี้ยวเสริมด้วยส่วนผสมที่มีประโยชน์ ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลาและปลาหมึกจำนวน 3 ชนิด ประกอบด้วยปลากระพง 150 กรัมและปลากระตัก 150 กรัม และโปรตีนแซทเทอร์ที่ผ่านการแช่แข็งและข้าวโพดคั่วแบบปกติเพื่อควบคุมคุณภาพและความคงตัวของผลิตภัณฑ์ในช่วง 6 เดือน เก็บที่ 27 ± 2 การศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด มีระดับน้ำและองค์ประกอบใกล้เคียงกันยกเว้นโปรตีน ขนมขบเคี้ยวเสริมมีโปรตีน 93-98 กรัมต่อกิโลกรัมเทียบกับ 65 กรัมต่อกิโลกรัมในกลุ่มควบคุม พบว่าค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเก็บรักษา (0.0 ถึง 2.8 เมตริกกิโลกรัมสำหรับคุณลักษณะที่อธิบายถึงการเกิดออกซิเดชันและกลิ่นและรสชาติที่เพิ่มขึ้นหลังจากเก็บรักษา 5-6 เดือน แต่คุณลักษณะที่อธิบายกลิ่นขนมขบเคี้ยวและรสชาติของข้าวโพดคั่วไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บข้อมูลใดๆของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการอัดเม็ดข้าวโพดด้วยเนื้อปลา และ โปรตีนปลา สามารถนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูงซึ่งเป็นทางเลือกในการจัดเตรียมอาหารว่างที่เป็นประโยชน์สำหรับผู้บริโภคและเพื่อเพิ่มการบริโภคไขมันสัตว์

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1	เนื้อพลาสติกกวนข้างเหลืองสด จาก โรงงาน	ตลาดมหาชัย อำเภอเมือง สมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร
3.1.2	แป้งสาลีเอนกประสงค์ ตราดาว	ผลิตโดยบริษัท ยูโนเด็คฟลาว มิลล์ จำกัด (มหาชน)
3.1.3	แป้งข้าวเจ้า ตราช้างสามเศียร	ผลิตโดยบริษัท โรงเส้นหมี ขอเฮง จำกัด
3.1.4	น้ำปลา ตราหอยหลอด	ผลิตโดยบริษัท โรงงาน น้ำปลาหัวสะพาน จำกัด
3.1.5	น้ำตาล ตรามิตรผล	ผลิตโดยบริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด
3.1.6	ซอสปรุงรส ตราเด็กสมบูรณ์	ผลิตโดยบริษัท ห้วย หว่อ ห้วย จำกัด
3.1.7	น้ำมันปาล์ม ตรามรกต	ผลิตโดยบริษัท มรกต อินคัส ตรีส์ จำกัด
3.1.8	น้ำมันรำข้าว ตราคิง	ผลิตโดยบริษัท น้ำมันบริโภค ไทย จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือใช้ในการเตรียมซอส เตรียมปลา และการแปรรูป

3.2.1 เครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง	Bp3100S, Sartorius,	เยอรมัน
3.2.2 หม้อแตนเลส		
3.2.3 ท็อปพี		
3.2.4 ถ้วยเตรียม		
3.2.5 มีด		
3.2.6 เขียง		
3.2.7 อ่างผสมสแตนเลส		
3.2.8. เครื่องปั่นผสม	HR2118, PHILIPS,	อินโดนีเซีย
3.2.9 ไมร์คแป็ง		
3.2.10 ดึงถึง		
3.2.11 ถูร้อน PP 12*18 นิ้ว		
3.2.12 ตู้อบลมร้อน	Memmert	เยอรมัน
3.2.13 เตาอบสายพานอินฟาเรด	HEP-12, NT-12	จีน
3.2.14 เครื่องแพคไนโตรเจน	Brother, FRD-1000	ไทย
3.2.15 กระทะไฟฟ้า		
3.2.16 เครื่องวัดค่าสี	Konica, Minolta, CR 400	ญี่ปุ่น
3.2.17 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส	Texture analyzer, TA-XT Plus	อังกฤษ
3.2.18 เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบพกพา	Benetach, GM550	จีน
3.2.19 เครื่อง A_w	AQUALAB series4TE	สหรัฐอเมริกา
3.2.20 เครื่อง Centrifuge	Hettich Universal 16	เยอรมัน
3.2.21 เครื่อง UV Spectrophotometer	JASCO, UV1701, UV1601	จีน
3.2.22 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)	Memmert, WNB 7	เยอรมัน
3.2.23 เครื่องแก้ว		
3.2.24 aluminiums can		
3.2.10. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)	FED53	สหรัฐอเมริกา
3.2.11. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง	Denver, SI-234	เยอรมัน
3.2.12. โถสำหรับดูดความชื้น		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.3.1 การเตรียมปลาสีกุนข้างเหลือง

ทำการคัดเลือกปลาสีกุนข้างเหลืองที่มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.5 – 5.6 (Simidu et al, 1954) pH ของปลา จะเปลี่ยนไปตามฤดูกาลและสีของเนื้อปลา โดยปลาที่มีเนื้อสีอ่อนจะมีค่า pH สูงกว่าปลาที่มีเนื้อสีคล้ำ (นงลักษณ์ สุทธิวิช, 2531) จากตลาดมหาชัย อำเภอเมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร มีลักษณะตาใส เหงือกสีแดงสด ไม่มีเมือก กลิ่นไม่แรง หรือไม่มีกลิ่นคาวปลา (นงลักษณ์ สุทธิวิช, 2531) ท้องไม่แตก เนื้อแน่นและยืดหยุ่นเมื่อสัมผัส กดลงไปที่ตัวปลาแล้วไม่บวมตามแรงกด เหงือกมีสีแดง ขนาด 20 ตัว/กิโลกรัม นำปลาที่คัดเลือกได้แล้ว ตัดหัวควักไส้ และล้างทำความสะอาดเลือดให้หมด บรรจุลงในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำต่อน้ำแข็งในอัตราส่วน 1:1 เพื่อให้ปลายังคงรักษาความสดไว้และไม่ทำให้เกิดการทับกันระหว่างตัวปลา และขนส่งมายังคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 °ซ (คณาจารย์ภาควิชาประมง, 2558) นำมาใช้ภายในเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อต้องการนำมาใช้ในการผลิตปลาแผ่นอบกรอบ

3.3.2 การเตรียมปลาแผ่นกรอบจากปลาสีกุนข้างเหลือง

3.3.2.1 การเตรียมปลาสีกุนข้างเหลืองบด

นำปลาสีกุนข้างเหลืองมาทำความสะอาดด้วยน้ำประปา จากนั้นแล่จากส่วนหัวปลาไปจนถึงหางปลา ใช้ช้อนขูด เอาแต่เนื้อปลาและนำไปบดด้วยเครื่องบดเนื้อ จากนั้นนำเนื้อปลาที่ได้ใส่ลงในอ่างผสมปิดด้วยพลาสติกถนอมอาหารควบคุมที่อุณหภูมิ 4 °ซ ก่อนนำไปนวดผสมกับซอสเตรียมตามข้อ 3.2 และขึ้นรูปภายในเวลาไม่เกิน 30 นาที

3.3.2.2 การเตรียมซอส

เตรียมส่วนผสมในการทำซอส โดยการใช้น้ำตาล น้ำปลา ซอสปรุงรส และน้ำสะอาด แสดงดังตารางที่ 3 ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดในหม้อ คนให้เข้ากันและนำไปตั้งไฟเตี๋ยวที่อุณหภูมิ 90 °ซ จับเวลา 5 นาที คนจนส่วนผสมละลายเข้ากัน เทซอสใส่อ่างผสมควบคุมอุณหภูมิ 5 -10 °ซ (นวลจิตต์ เชาว์กิริติพงษ์, 2539) พักไว้เป็นเวลา 10 นาที

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณส่วนผสมในการเตรียมซอสสำหรับผสมปลา

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
น้ำตาล	170
น้ำปลา	50
ซอสปรุงรส	25
น้ำสะอาด	100

ที่มา : ดัดแปลงจาก บ. ไอ แอม ฟิชเชอแมน จำกัด

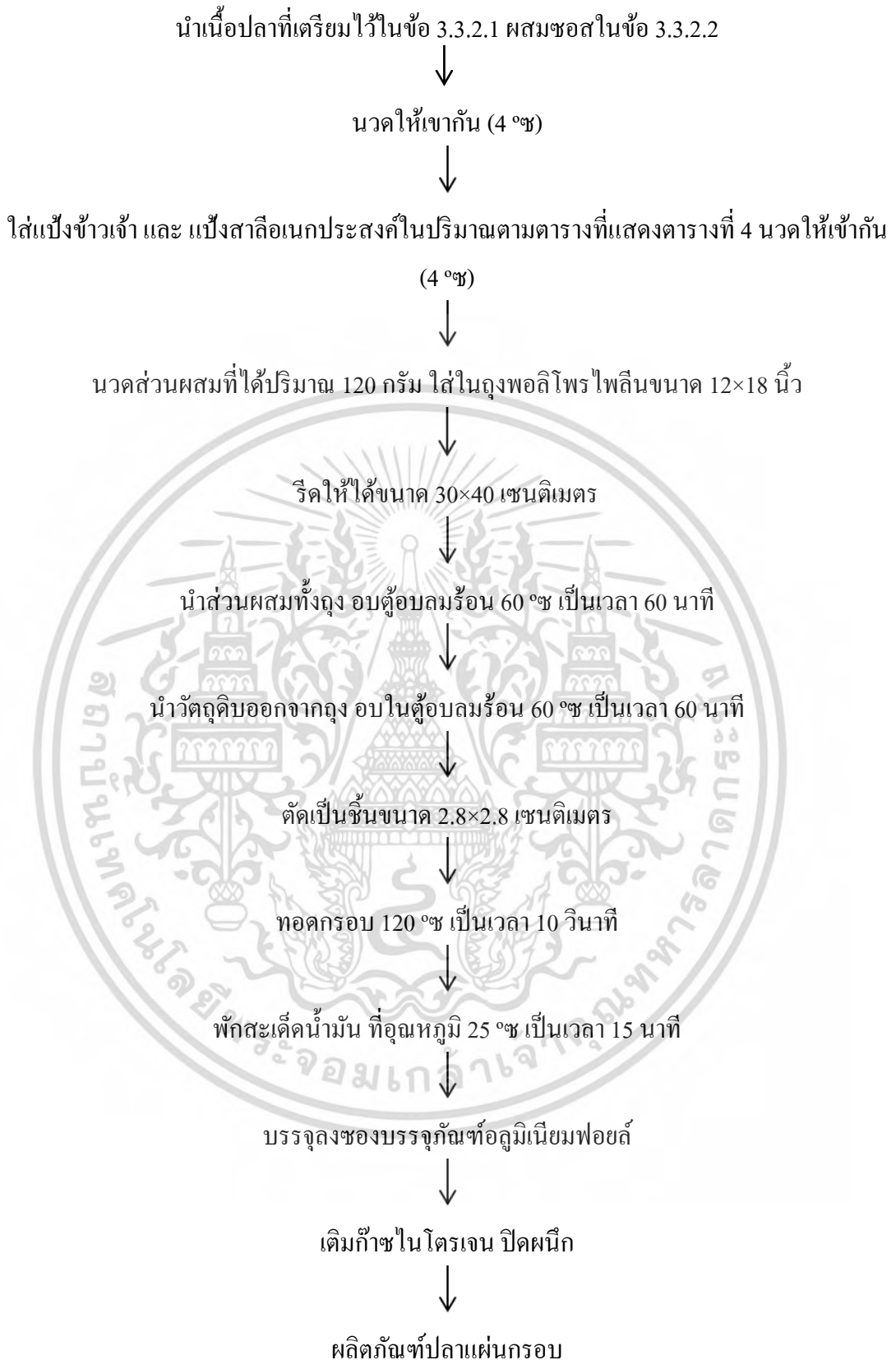
3.3.2.3. การผลิตปลาแผ่นกรอบ

ทำการผลิตปลาแผ่นกรอบโดยเตรียม เพื่ออบ ผสม และขึ้นรูปปลาแผ่นกรอบ ตามวิธีมาตรฐานของบริษัท ไอ แอม ฟิชเชอแมน จำกัด (ภาพที่ 3) โดยนำเนื้อปลาที่เตรียมไว้ในข้อ 3.3.2.1 มาผสมกับซอส จากข้อ 3.3.2.2 นวดให้เข้ากันโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 4 °ซ ใส่แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลีอเนกประสงค์ ในปริมาณตามตารางที่แสดงดังตารางที่ 4 นวดให้เข้ากันอีกครั้งควบคุมที่อุณหภูมิที่ 4 °ซ จากนั้นนำส่วนผสมที่ได้ปริมาณ 120 กรัม ใส่ในถุงร้อน P.P. ขนาด 12×18 นิ้ว ริดแผ่นกระจายตัวอย่างในถุง ให้ได้ขนาด 30 × 40 เซนติเมตร จากนั้นนำเข้าอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 60 นาที นำตัวอย่างออกมาตัดออกจากถุงและนำเข้าอบในตู้อบลมร้อนอีกครั้ง ที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 60 นาที จากนั้น ตัดตัวอย่างให้มีขนาด 2.8×2.8 เซนติเมตร นำไปทอด ที่อุณหภูมิ 120 °ซ เป็นเวลา 10 วินาที นำปลาแผ่นกรอบที่ได้ไปพักสะเด็ดน้ำมัน ไว้ที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำไปบรรจุลงในถุงออลูมิเนียมฟอยล์และเติมก๊าซไนโตรเจนปิดผนึกด้วยเครื่องรีดร้อน

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณส่วนผสมในการเตรียมปลาแผ่นกรอบ

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
เนื้อปลาข้างเหลืองขูดและบด	500
ซอส	340
แป้งข้าวเจ้า	50
แป้งสาลีอเนกประสงค์	50

ที่มา : ดัดแปลงจาก บ. ไอ แอม ฟิชเชอแมน จำกัด



ภาพที่ 3 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบในโรงงาน
ของบริษัท ไอ แอม พีชเชอแมน จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

3.4.1 การปรับปรุงกระบวนการขึ้นรูป

ทำการปรับปรุงกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ ภาพที่ 3 โดยปรับเปลี่ยนมาใช้กระบวนการนึ่งด้วยไอน้ำแทนกระบวนการอบขึ้นรูปขึ้นต้น นำเนื้อปลาที่เตรียมได้จากข้อ 3.3.2.1 มาผสมกับซอส ในข้อ 3.3.2.2 นวดให้เข้ากันโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 4 °ซ เติมแป้งข้าวเจ้า และแป้งสาลี ตามปริมาณในตารางที่ 4 และนวดให้เข้ากัน ควบคุมอุณหภูมิที่ 4 °ซ จากนั้นนำส่วนผสมที่ได้ปริมาณ 120 กรัม ไปใส่ในถุง P.P. ขนาด 12×18 นิ้ว ริดแผ่กระจายให้ได้ขนาดประมาณ 30 × 40 เซนติเมตร ก่อนนำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 10, 20, และ 30 นาที จากนั้นนำไปอบแห้ง ทอดตามวิธีการดั้งเดิม และบรรจุตามกระบวนการที่แสดงในภาพที่ 3 เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่ได้ที่อุณหภูมิห้อง (28±2 °ซ) เป็นเวลา 14 วัน ก่อนนำผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่ได้ไปตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพดังนี้

3.4.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

วิเคราะห์ค่าสี (L* a* และ b*) โดยเครื่องวัดสี โดยเครื่อง Minolta Cr400

รายละเอียดวิธีการทำแสดงดังภาคผนวก ก2.1

วิเคราะห์ค่าความแข็ง โดยเครื่อง Texture Analyser รุ่น TA.XT plus

ใช้หัววัด P/0.25s Stainless steel Ball probe (ปัสรร ถิรกวิน

และ คณะ, 2553) รายละเอียดวิธีการทำแสดงดัง ภาคผนวก ก2.2

3.4.1.2 คุณสมบัติทางเคมี

วิเคราะห์ค่าความหืน ด้วยวิธีการหาปริมาณ Thiobarbitoric reactive

substances (TBARS) (ดัดแปลงจากวิธีของ(Sae-Leaw และคณะ (2013))

รายละเอียดวิธีการทำแสดงดัง ก1.3

วิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ด้วยเครื่องวัด Aw (AQUALAB series4TE)

รายละเอียดแสดงดัง ภาคผนวก ก1.1

วิเคราะห์ค่าความชื้น (AOAC, 2000) รายละเอียดแสดงดัง ภาคผนวก ก1.2

ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ในข้อ 3.4.1.1 และข้อ 3.4.1.2 มาวิเคราะห์

ทางสถิติโดยใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำและวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ (SPSS 20.0) พิจารณาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของปลาแผ่นขึ้นรูปที่ระยะเวลาต่างกัน เพื่อคัดเลือกมาปรับปรุงกระบวนการอบแห้ง โดยพิจารณาจากระยะเวลาในการนึ่งขึ้นที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม ที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การปรับปรุงกระบวนการอบแห้ง

ทำการปรับปรุงกระบวนการอบแห้งโดยลดระยะเวลาของการอบแห้งพร้อมทั้งศึกษาผลของระยะเวลาการอบแห้งต่อการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ปลากรอบ โดยนำเนื้อปลา ที่เตรียมได้จากข้อ 3.3.2.1 มาผสมกับซอสในข้อ 3.3.2.2 นวดให้เข้ากัน โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 4 °ซ เติมแป้งข้าวเจ้า และ แป้งสาลี ตามปริมาณในตารางที่ 4 และนวดให้เข้ากันควบคุมอุณหภูมิที่ 4 °ซ ก่อนนำส่วนผสมที่ได้ ปริมาณ 120 กรัม ไปใส่ถุง P.P. ขนาด 12×18 นิ้ว รีดแผ่กระจาย ให้ได้ขนาด 30×40 เซนติเมตร ก่อนนำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 100 °ซ โดยใช้เวลาที่เหมาะสมที่สุดเลือกได้จากข้อ 3.4.1 จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 30 และ 60 นาที จากนั้นนำมาตัดให้มีขนาด 2.8×2.8 เซนติเมตร จากนั้นนำไปทอดตามวิธีการดั้งเดิม และ บรรจุตามวิธีการในภาพที่ 3 เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่ได้ ที่อุณหภูมิห้อง (28±2 °ซ) เป็นเวลา 14 วัน ก่อนนำผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพตามวิธีการในข้อ 3.4.1.1 และ 3.4.1.2

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองข้อ 3.4.2 โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำและวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ (SPSS 20.0) พิจารณาคูสมบัติทางเคมีและกายภาพของปลาแผ่นอบแห้ง ที่ระยะเวลาต่างกัน เพื่อคัดเลือกมาปรับปรุงกระบวนการทอดดั้งเดิม โดยพิจารณาจากระยะเวลาเหมาะสมในการอบแห้ง ที่มีผลต่อการเกิดกลิ่นหืนน้อยที่สุด เพื่อนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

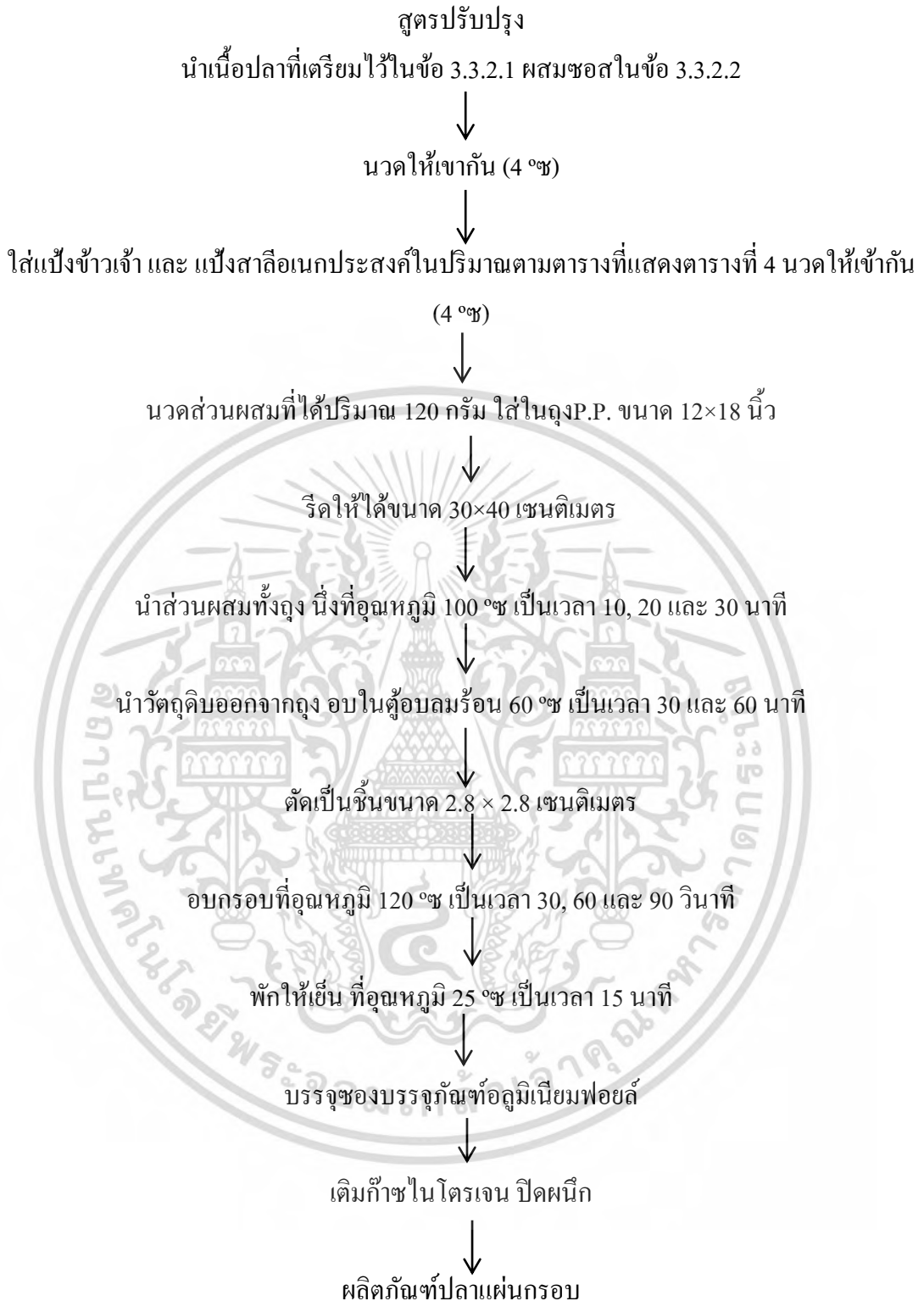
3.4.3 การปรับปรุงกระบวนการทอดกรอบ

ทำการปรับปรุงกระบวนการทอดกรอบ โดยใช้เครื่องอบแห้งแบบสายพานอินฟราเรด ต่อเนื่อง แทนการทอดแบบวิธีการดั้งเดิม และ ศึกษาผลของระยะเวลาการสัมผัสความร้อนของชิ้นผลิตภัณฑ์ต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ โดยนำเนื้อปลาที่เตรียมได้จากข้อ 3.3.2.1 มาผสมกับซอสในข้อ 3.3.2.2 นวดให้เข้ากัน โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 4 °ซ เติมแป้งข้าวเจ้า และ แป้งสาลี ตามปริมาณในตารางที่ 4 และนวดให้เข้ากัน ควบคุมอุณหภูมิที่ 4 °ซ จากนั้นนำไปใส่ในถุง P.P. ขนาด 12×18 นิ้ว น้ำหนัก 120 กรัม รีดแผ่กระจายให้ได้ขนาด 30×40 เซนติเมตร นำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 100 °ซ โดยใช้เวลาที่เหมาะสมที่สุดเลือกได้จากข้อ 3.4.1 จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °ซ โดยใช้เวลาที่เหมาะสมที่สุดที่เลือกจากข้อ 3.4.2 จากนั้นนำมาตัดให้มีขนาด 2.8 × 2.8 เซนติเมตร และนำไปอบแห้งแบบสายพานอินฟราเรด ที่อุณหภูมิ 120 °ซ เป็นเวลา 30, 60 และ 90 วินาที จากนั้นทำให้เย็น ที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 15 นาที นำไปบรรจุในซองบรรจุภัณฑ์ออลูมิเนียมฟอยล์ ภายใต้บรรยากาศก๊าซไนโตรเจน เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่ได้ที่อุณหภูมิ (28±2 °ซ) เป็นเวลา 14 วัน ก่อนนำตัวอย่างไปตรวจคุณภาพทางเคมีและกายภาพตามข้อ 3.4.1.1 และ 3.4.1.2

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองข้อ 3.4.3 โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำและวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ (SPSS 20.0) พิจารณาคูสมบัติทางเคมีและกายภาพผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ ที่ระยะเวลาต่างกัน เพื่อคัดเลือกมาศึกษาอายุการเก็บรักษา และการยอมรับของผู้บริโภค โดยพิจารณาจากระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบกรอบ ที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันน้อยที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 กระบวนการปรับปรุงการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

3.4.4 การทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

ทำการเตรียมปลาแผ่นกรอบตามวิธีการที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.3 นำมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยเลือกกลุ่มเป้าหมายอายุตั้งแต่ 18 ถึง 40 ปี จำนวน 100 คน โดยวิธี 7 point Hedonic Scale (แบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ค) โดยปัจจัยที่ทำการทดสอบประกอบด้วย ลักษณะปรากฏ ขนาดของชิ้นผลิตภัณฑ์ สี รสชาติ ความกรอบ และความพึงพอใจโดยรวม กลิ่นหืน และ กลิ่นคาว (ปราณี อ่านเปรื่อง, 2551) สอบถามความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์โดยทำการแจกแบบสอบถาม มหาวิทยาลัย จำนวน 100 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test'

3.4.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปลาแผ่นกรอบในระหว่างการเก็บรักษา

ทำการเตรียมปลากรอบตามวิธีการที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.3 นำไปบรรจุในซองบรรจุภัณฑ์ อลูมิเนียมฟอยล์ภายใต้บรรยากาศก๊าซไนโตรเจน ในปริมาณ 15 กรัม โดยเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 2 °ซ) ทำการตรวจสอบคุณภาพทุก 7 วัน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ หรือจนกว่าจะพบว่าผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบเกิดการเสื่อมคุณภาพ

3.4.5.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

วิเคราะห์ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) โดยเครื่องวัดสี โดยเครื่อง Minolta Cr400 รายละเอียดวิธีการทำแสดงดังภาคผนวก ก2.1

วิเคราะห์ค่าความแข็ง โดยเครื่อง Texture Analyser รุ่น TA.XT plus ใช้

หัววัด P/0.25s Stainless steel Ball probe (ปัสรร ถิริกวิน และ คณะ, 2553)

รายละเอียดวิธีการทำแสดงดัง ภาคผนวก ก2.2

3.4.5.2 คุณสมบัติทางเคมี

วิเคราะห์ค่าความหืน ด้วยวิธีการหาปริมาณ Thiobarbitoric reactive substances (TBARS) (ดัดแปลงจากวิธีของ(Sae-Leaw และคณะ (2013))

รายละเอียดวิธีการทำแสดงดัง ก1.3

วิเคราะห์ค่าออเตอร์แอคทีวิตี ด้วยเครื่องวัด Aw (AQUALAB series4TE)

รายละเอียดแสดงดัง ภาคผนวก ก1.1

วิเคราะห์ค่าความชื้น (AOAC, 2000) รายละเอียดแสดงดัง ภาคผนวก ก1.2

3.4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ที่ได้ในข้อ 3.4.5.1 และ ข้อ 3.4.5.2 มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ (SPSS 20.0)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

จากการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ จากกระบวนการเดิม ที่นำไปอบขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยปรับเปลี่ยนมาใช้กระบวนการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 10, 20 และ 30 นาที ก่อนการนำไปอบแห้งต่อ 1 ชั่วโมง นำไปทอดตามวิธีการดั้งเดิม และบรรจุตามกระบวนการที่แสดงในภาพที่ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28±2 °ซ) เป็นเวลา 14 วัน ก่อนนำผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบไปตรวจสอบ จากผลการศึกษาสมบัติทางเคมี กายภาพ ของปลาแผ่นขึ้นรูป ที่เตรียมได้จากกระบวนการผลิตโดยมีระยะเวลาในการนึ่งขึ้นรูปที่แตกต่างกัน เป็นเวลา 10, 20 และ 30 นาที ผลการวิเคราะห์ ค่าสี ค่าความแข็ง แสดงดังตารางที่ 4.1 พบว่าค่าความสว่าง (L*), ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง(b*) ของปลาแผ่นขึ้นรูป ชุดควบคุมและปลาแผ่นขึ้นรูป ที่เตรียมได้จากกระบวนการผลิตซึ่งที่มีเวลาในการนึ่ง 10, 20 และ 30 นาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเฉพาะค่าสีแดงมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลของอุณหภูมิและเวลาในการนึ่งต่อค่าสี พบว่า เมื่ออุณหภูมิและเวลาในการนึ่งเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง (L*) และค่าความเข้มสีเหลือง - น้ำเงิน (b*) ของตัวอย่างมีแนวโน้มลดลง แต่ค่าความเป็นสีแดง - เขียว (a*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น กล่าวคือผลิตภัณฑ์ที่มีสีเข้ม และเหลืองมากขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงและเวลาในการนึ่งเพิ่มขึ้น ทำให้มีโอกาสเกิดปฏิกิริยา Maillard ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างกรดอะมิโนและน้ำตาลรีดิวซ์มากขึ้น ส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในแกรกเกอร์ปลาทุ (วิภาดา ชัยจะ โปะะ, 2542) จึงทำให้ปลาแผ่นขึ้นรูปมีสีเข้มเมื่อระยะเวลาในกระบวนการผลิตด้วยวิธีการนึ่งเพิ่มขึ้น ค่าความแข็งของปลาแผ่นขึ้นรูปชุดควบคุมและปลาแผ่นขึ้นรูปที่เตรียมได้จากกระบวนการผลิตโดยมีระยะเวลาในการนึ่งต่างกัน ค่าความแข็ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$) ผลการวิเคราะห์ค่า A_w และ TBARS พบว่าปลาแผ่นขึ้นรูปชุดควบคุมและปลาแผ่นขึ้นรูปที่เตรียมได้จากกระบวนการผลิต โดยวิธีการนึ่งที่ระยะเวลาแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จากผลการวิเคราะห์พบว่า เมื่อระยะเวลาในการผลิตปลาแผ่นขึ้นรูปด้วยวิธีการนึ่ง มีเวลาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า A_w ลดลงซึ่งจะแปรผกผันกับค่า TBARS โดยจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นขึ้นรูปเกิดกลิ่นหืน เนื่องจากอุณหภูมิและระยะเวลาในการนึ่งไม่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

แต่อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้ง ทำให้ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการระเหย น้ำได้มากขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต ส่งผลให้ค่า A_w ลดลง (จิรวรรณ มณี โรจน์, 2555) สอดคล้องกับค่า TBARS ของปลาแผ่นขึ้นรูป เนื่องจากความชื้นช่วยลดอัตราการเร่งปฏิกิริยา โดยลดการละลายของไอออนของโลหะลง หรืออาจเกิดจากการเข้าถึงลิพิดโดยออกซิเจนลดลง ดังนั้นจึงเลือกกระบวนการปรับปรุงการขึ้นรูป ตัวอย่าง S1 โดยวิธีการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เนื่องจากเอนไซม์มีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นโปรตีน ดังนั้นเมื่อผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นขึ้นรูป ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 90-100 °ซ โมเลกุลของโปรตีนก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากธรรมชาติเกิดการแข็งตัว คุณสมบัติของเอนไซม์จึงเปลี่ยนไปด้วย และทำให้ความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์หมดไป (นฤมล อัสวเกศมณี, 2549)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี กายภาพของปลาแผ่นชั้นรูปที่ได้จากการเตรียมที่มีเวลาของกระบวนการนึ่งขึ้นรูปที่แตกต่างกัน

ตัวอย่าง	สี			Moisture Content (%)	Hardness (g./force) ^{ns}	TBARS (mg.MDA/kg.)	
	L*	a*	b* ^{ns}				
Control	53.59±0.29 ^b	12.18±0.53 ^b	20.80±2.05	0.22±0.00 ^a	1.72±0.03 ^a	343.01±98.29	22.78±0.17 ^d
S1	54.43±0.11 ^c	9.53±0.50 ^a	19.64±0.17	0.30±0.05 ^b	1.96±0.03 ^b	342.97±12.11	19.38±0.63 ^a
S2	51.24±0.52 ^a	10.46±0.61 ^a	18.37±2.49	0.27±0.01 ^{ab}	3.14±0.02 ^d	301.52±48.07	20.08±0.17 ^b
S3	56.62±0.38 ^d	10.48±0.26 ^a	20.87±0.54	0.26±0.01 ^{ab}	2.54±0.00 ^c	280.48±9.19	20.81±0.13 ^c

*ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

*S1, S2 และ S3 แสดงถึงการนึ่ง 10, 20 และ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 100 °ซ ตามลำดับ

4.2 ผลการศึกษาของระยะเวลาการอบแห้งปลาแผ่นกรอบ

จากการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ ได้คัดเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมจากกระบวนการขึ้นรูปแล้ว จากนั้นนำมาปรับปรุงกระบวนการอบแห้ง โดยการลดระยะเวลาของการอบแห้ง โดยอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 30 และ 60 นาที โดยตัวอย่างชุดควบคุมเตรียมโดย การอบขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 60 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นนำไปทอดตามวิธีดั้งเดิม และบรรจุตามกระบวนการในภาพที่ 4 จากผลการศึกษาสมบัติทางเคมี และกายภาพ ของปลาแผ่นอบแห้ง ที่เตรียมได้จากกระบวนการผลิตโดยการขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 10 นาที และนำมาอบแห้ง โดยมีเวลาอบที่ต่างกันเป็นเวลา 30 และ 60 นาที ผลวิเคราะห์ค่าสี แสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่าค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบแห้ง ชุดควบคุมและปลาแผ่นอบแห้ง ที่เตรียมได้จากกระบวนการผลิตด้วยวิธีการอบแห้งโดยลดระยะเวลาการอบโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยค่าสีแดง (a^*) เมื่ออบแห้งที่สภาวะอุณหภูมิและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเสียดสีของไมโอโกลบินซึ่งเป็นรงควัตถุในเนื้อสัตว์โดยเมื่อเนื้อสัตว์ได้รับความร้อนจะทำให้ไมโอโกลบินเปลี่ยนแปลงสภาพเป็นเมทไมโอโกลบินซึ่งมีสีน้ำตาล และ/หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีการเกิดสีน้ำตาลโดยไม่มีเอนไซม์ (Maillard non-enzymatic browning reaction) (Leen and Kang, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งต่อคุณภาพของเจอร์กี้เนื้อวัว (ปจารีย์ สมบัติ และคณะ, 2557) พบว่าการไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อเจอร์กี้ โดยค่า (L^*) เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่างและค่า (b^*) เป็นค่าแสดงสีน้ำเงิน (-) และสีเหลือง(+) นั้นพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเพิ่มระดับอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้ง แต่ค่า (a^*) ซึ่งแสดงถึงค่าสีเขียว (-) และสีแดง (+) มีการเปลี่ยนแปลงโดยเมื่ออบแห้งที่สภาวะของเวลาเพิ่มขึ้น จากผลการวิเคราะห์ค่า A_w , ความชื้น และ TBARS พบว่ามีค่าลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากระยะเวลาในการอบแห้งที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า A_w , และ ค่าความชื้น มีแนวโน้มที่ลดลง เมื่อระยะเวลาในการอบแห้งมากขึ้นทำให้ค่า A_w , ลดลง ค่าความชื้นและค่า A_w , มีความสัมพันธ์กัน จะพบว่าเมื่อค่าความชื้นเพิ่มขึ้น ค่า A_w , ก็มักจะเพิ่มขึ้นด้วย (วารสารจารย์พา, 2545) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของสภาวะอบแห้งแบบอุณหภูมิสูงเวลาดำเนินต่อคุณภาพของขนุนอบกรอบ (วิษุณี ยืนยงพุทธกาล และคณะ, 2557) พบว่าการใช้อุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่า A_w ลดลง และส่งผลให้ปริมาณความชื้นลดลง จึงทำให้ปลาแผ่นอบแห้งชุดควบคุม และปลาแผ่นอบแห้งที่เตรียมได้จากกระบวนการอบแห้งที่ระยะเวลาต่างการ มีค่า A_w และ ค่าความชื้นลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จากผลของค่า A_w และ ความชื้นลดลง ส่งผลให้ค่า TBARS ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

($P \leq 0.05$) เนื่องจากค่า A_w และความชื้นลดลง ส่งผลต่อการช่วยลดอัตราการเร่งปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันให้ช้าลง ซึ่งสอดคล้องกับ (กาญจนา อุดมะ และคณะ, 2550) ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบข้าวแต๋น พบว่าแผ่นข้าวแต๋นที่อุณหภูมิ 70 °ซ นาน 2 ชั่วโมง เป็นแนวทางในการลดการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ ในการปรับปรุงกระบวนการอบแห้งที่แตกต่างกันของเวลาไม่ได้ส่งผลต่อคุณภาพเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ เนื่องจากปลาแผ่นกรอบ ที่ปรับปรุงกระบวนการอบแห้งที่มีระยะเวลาที่นานขึ้น ส่งผลให้ปริมาณความชื้นลดลงตามระยะเวลาอบแห้ง โดยช่วงแรกของการอบแห้งความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากเป็นช่วงที่ผลิตภัณฑ์ยังมีความชื้นสูง ดังนั้นจึงเกิดการถ่ายเทความชื้นจากเนื้อสัมผัสไปที่พื้นผิวและสู่บรรยากาศ หลังจากนั้นความชื้นจึงค่อยๆลดลง (ฮาไพศักดิ์ ทีบุญมา และคณะ, 2552) เมื่อค่า A_w ลดลงส่งผลให้มีแนวโน้มการเกิดกลิ่นหืนที่น้อยกว่าตัวอย่างชุดควบคุม และตัวอย่างชุดอื่น ดังนั้นจึงคัดเลือกกระบวนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที จึงนำมาศึกษาและพัฒนาในด้านการปรับปรุงกระบวนการทอดต่อไป



ตารางที่ 4.2 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ภายภาพของปลาแผ่นกรอบ ที่ได้จากการเตรียมที่มีเวลาของกระบวนการอบแห้งที่แตกต่างกัน

ตัวอย่าง	สี			Moisture Content (%)	Hardness (g./force) ^{ns}	TBARS (mg.MDA/kg.)	
	L	a*	b*				
Control	52.23±0.30 ^b	13.13±0.28 ^b	29.71±0.58 ^b	0.25±0.00 ^b	2.24±0.06 ^b	378.75±25.54	46.41±0.84 ^c
S1D1	59.97±0.63 ^c	9.49±0.26 ^a	29.33±0.50 ^b	0.27±0.00 ^c	2.30±0.05 ^b	415.25±37.75	39.23±0.43 ^b
S1D2	51.50±0.41 ^a	13.30±0.22 ^b	28.39±0.47 ^a	0.21±0.00 ^a	1.65±0.12 ^a	367.22±24.89	36.69±0.59 ^a

*ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

*S1 แสดงถึงการนึ่ง 10 ที่อุณหภูมิ 100 °ซ และ D1 และ D2 แสดงถึงการอบแห้ง 30 และ 60 นาที ที่อุณหภูมิ 60 °ซ ตามลำดับ

*

4.3 ผลการปรับปรุงกระบวนการทอดกรอบ ต่อคุณสมบัติปลาแผ่นกรอบ

จากการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ ได้คัดเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมจากกระบวนการขึ้นรูปแล้ว จากนั้นนำมาปรับปรุงกระบวนการอบแห้ง และได้ระยะเวลาที่เหมาะสมแล้ว จากนั้นนำมาปรับปรุงกระบวนการทอดกรอบ โดยเปลี่ยนจากกระบวนการทอด เป็นกระบวนการอบกรอบ ที่อุณหภูมิ 120 °ซ เป็นเวลา 30, 60 และ 90 วินาที และบรรจุตามกระบวนการในภาพที่ 4 โดยตัวอย่างชุดควบคุมเตรียมโดย การอบขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 60 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นนำไปทอดที่อุณหภูมิ 120 °ซ เป็นเวลา 10 วินาที และบรรจุตามกระบวนการในภาพที่ 4 จากการศึกษาสมบัติทางเคมี และกายภาพ ของปลาแผ่นกรอบ ที่เตรียมได้จากกระบวนการผลิตโดยการนึ่งที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 10 นาที และนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นนำมาอบกรอบโดยมีระยะเวลาที่แตกต่างกันเป็นเวลา 30, 60 และ 90 วินาที ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพ แสดงดังตารางที่ 4.3 พบว่าความแตกต่างของวิธีการผลิต และระยะเวลาในการปรับปรุงกระบวนการผลิตจากทอดเป็นอบกรอบ พบว่ากระบวนการทอดแบบน้ำมันท่วมอุณหภูมิสูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการดูดซับน้ำมัน ได้มากกว่าการทอดที่อุณหภูมิต่ำ (Krokida et al. 2000) ซึ่งได้ศึกษาผลของ อุณหภูมิเวลาที่ใช้ในการทอด พบว่าปริมาณน้ำมันจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการทอด ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำมันจะเกิดขึ้นในช่วง 10 วินาที แรกของการทอด หลังจากนั้นเมื่อทอดต่อไปปริมาณน้ำมันก็จะคงที่ และ พบว่าอุณหภูมิ และ เวลาในการทอด นอกจากจะเป็นสาเหตุของการอมน้ำมันแล้ว ยังมีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ด้วย จากการศึกษาของ (Krokida et al. 2000) พบว่า เมื่อใช้อุณหภูมิในการทอดสูง (190 °ซ) จะ ทำให้ค่าความสว่าง (lightness) มีค่าต่ำกว่าการใช้อุณหภูมิในการทอดต่ำ (150 และ 170 °ซ) ในขณะที่ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) มีค่าสูงกว่า และพบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการ ทอดจะทำให้ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความสว่างจะเพิ่มขึ้นในช่วงแรกหลังจากนั้นจะคงที่ นอกจากนี้ให้มีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น และ ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้มีค่าTBARS เพิ่มขึ้น เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา จากการศึกษาโดยวิธีการนึ่งขึ้นรูป 10 นาที อบแห้ง 60 นาที และนำไปอบกรอบเป็นเวลา 60 วินาที ด้วยกระบวนการอบแห้งที่ใช้ระยะเวลาที่มากขึ้น ส่งผลของให้ค่า A_w และค่าความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(อำไพศักดิ์ ทิบุญมา และ คณะ, 2552) ในขณะที่ความกรอบของปลาแผ่นอย่างมีแนวโน้มมากขึ้น อาจจะเป็นอิทธิพลมาจากปริมาณความชื้นของปลาแผ่นอบแห้งซึ่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาอบแห้งเพิ่มขึ้น จึงส่งผลต่อค่าความกรอบ (Eskew et al., 1936) และค่า TBARS อยู่ที่ 14.57 มิลลิกรัมของมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ซึ่งน้อยกว่าตัวอย่างชุดควบคุมและตัวอย่างชุดอื่นๆ และมีแนวโน้มการเกิดกลิ่นหืนที่น้อยกว่าตัวอย่างชุดอื่นๆ จึงนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ภายภาพของปลาแผ่นกรอบ ที่ได้จากการเตรียมที่มีเวลาของกระบวนการอบกรอบที่แตกต่างกัน

ตัวอย่าง	สี				Moisture Content (%)	Hardness (g./force)	TBARS (mg.MDA/kg.)
	L	a	b	A _w			
Control	50.09±0.71 ^a	12.91±0.50 ^d	28.80±0.96 ^d	0.18±0.05 ^a	3.29±3.74 ^{ab}	277.59±3.74 ^{ab}	24.57±8.07 ^c
Control1	50.96±0.63 ^a	13.62±0.46 ^c	28.35±0.92 ^d	0.15±0.00 ^a	1.41±0.04 ^a	262.18±3.21 ^b	18.92±0.61 ^{ab}
S1D2B1	73.00±0.76 ^c	6.64±0.32 ^a	25.22±0.29 ^a	0.41±0.00 ^c	6.60±0.37 ^b	253.28±9.70 ^a	17.79±0.18 ^{ab}
S1D2B2	73.16±0.71 ^c	7.43±0.29 ^b	26.39±0.51 ^b	0.37±0.00 ^c	4.91±0.27 ^b	274.20±3.94 ^{ab}	14.57±1.72 ^a
S1D2B3	63.25±1.30 ^b	10.67±0.35 ^c	27.92±0.11 ^c	0.32±0.00 ^b	5.24±0.00 ^b	270.80±30.45 ^{ab}	17.20±0.56 ^b

*ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

*S1 แสดงถึงการนึ่ง 10 นาที ที่อุณหภูมิ 100 °ซ และ D2 แสดงถึงการอบแห้ง 60 นาที ที่อุณหภูมิ 60 °ซ และ B1, B2 และ B3 แสดงถึงเวลาในการอบกรอบ 30, 60 และ 90 ;วินาที ตามลำดับ

*Control การผลิตชุดตัวอย่างควบคุม (ดั้งเดิม)

* control1 แสดงถึงการนำไปนึ่ง 10 นาที อบแห้ง 1 ชั่วโมง และทอด 10 วินาที

4.4 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ทำการทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบแล้วตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรม ทศนคติและความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับ โดยรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7 – Point hedonic scale และผลการทดสอบหลังการชิมผลิตภัณฑ์ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ดังแสดงในตารางที่ 4.4 จากการตอบแบบสอบถามของผู้บริโภคเป้าหมายจำนวน 100 คน ณ มหาวิทยาลัย จำนวน 3 แห่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าสามารถจำแนกเป็นเพศหญิง 49 คน และเพศชาย 51 คน โดยส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 25 - 35 ปี ระดับการศึกษาปริญญาตรี มีรายได้ในช่วง 10,000 – 15,000 บาท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจากการทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ N=100

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
เพศ	
ชาย	51
หญิง	49
อายุ	
ต่ำกว่า 18 ปี	-
18 – 25 ปี	31
25 – 35 ปี	39
35 – 40 ปี	5
40 ปีขึ้นไป	25
ระดับการศึกษา	
ต่ำกว่ามัธยมปลาย	20
มัธยมตอนปลาย	18
ปวช.	9
ปวส.	10
ป.ตรี	39
สูงกว่าป.ตรี	3
อาชีพ	
นักเรียน/นักศึกษา/นิสิต	19
ข้าราชการ/พนักงานของรัฐ	15
พนักงานบริษัท	29
ธุรกิจส่วนตัว	27
อื่นๆ	10
รายได้	
น้อยกว่า 5,000	13
5,000 - 10,000	17
10,000 – 15,000	34
15,000 – 20,000	13
20,000 – 30,000	16
สูงกว่า 30,000	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.5 แสดงผลของแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการรับประทานขนมขบเคี้ยว พบว่าผู้ที่เคยรับประทานขนมขบเคี้ยวจำนวน 100 คน โดยจุดประสงค์ส่วนใหญ่ในการรับประทานขนมขบเคี้ยวคือเพื่อเป็นอาหารว่างและความเพลิดเพลิน ความถี่ในการรับประทานขนมขบเคี้ยว คือมากกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์ โดยการใช้จ่ายในการซื้อขนมขบเคี้ยวแต่ละครั้งอยู่ที่ 26 – 50 บาท สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการรับประทานผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ พบว่ามีผู้เคยรับประทานผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ จำนวน 100 คน สาเหตุที่เลือกรับประทานผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบเพราะมีคุณค่าทางโภชนาการ จำนวน 30 คน รองลงมา คือ รสชาติดี จำนวน 23 คน ส่วนใหญ่จะรับประทานผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ รสดั้งเดิมและรองลงมาคือรสบาบิคว ส่วนแหล่งในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ คือ ร้านสะดวกซื้อ จำนวน 83 คน และซูเปอร์มาร์เก็ตและร้านค้าทั่วไป จำนวน 18 คน

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

ข้อมูลสำรวจ	ผลการสำรวจผู้บริโภค	ร้อยละ
เคยรับประทานขนมขบเคี้ยวหรือไม่	เคย	100
	ไม่เคย	-
จุดประสงค์ในการรับประทานขนมขบเคี้ยว	มีคุณค่าทางโภชนาการ	30
	สะดวกในการรับประทาน	19
	แหล่งให้พลังงาน	6
	รสชาติดี	23
	เพื่อสุขภาพ	11
	อยากลองทาน	7
	ราคาถูก	2
ความถี่ในการรับประทานขนมขบเคี้ยว	ประจำทุกวัน	22
	1 ครั้ง/สัปดาห์	22
	มากกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์	42
	เดือนละ 1 ครั้ง	5
	น้อยกว่าเดือนละ 1 ครั้ง	5

ตารางที่ 4.5(ต่อ) ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

ข้อมูลสำรวจ	ผลการสำรวจผู้บริโภค	ร้อยละ
ค่าใช้จ่ายในการซื้อขนมขบเคี้ยวแต่ละครั้ง	น้อยกว่า 25 บาท	17
	26 – 50 บาท	40
	51 – 75 บาท	12
	76 – 100 บาท	13
	มากกว่า 100 บาท	14
เคยรับประทานผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบหรือไม่	เคย	100
	ไม่เคย	-
รสชาติผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่รับประทาน	รสดั้งเดิม	74
	รสหมึกย่าง	18
	รสบาบีคิว	31
	รสลาบ	2
	รสสาหร่าย	18
	รสกระเพรา	4
เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบจากแหล่งที่ได้	ห้างสรรพสินค้า	17
	ซูเปอร์มาร์เก็ต	18
	ร้านสะดวกซื้อ 7 - 11	83
	ร้านค้าทั่วไป	18
	อื่น	2

จากตารางที่ 4.6 ผลของการทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ ด้วยผู้ทดสอบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธี 7 – point Hedonic Scale รวมถึงให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ พบว่าหลังจากผู้ทดสอบได้ชิมผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบผู้ทดสอบได้ให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏขนาด สี รสชาติ ความกรอบและความชอบ/พึงพอใจโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีระดับความชอบมากด้านลักษณะปรากฏ ด้านขนาด ด้านสี ด้านรสชาติ มีด้านความกรอบ ความพึงพอใจรวม มีคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ที่ 6.42, 6.45, 6.31, 6.37, 6.37, 6.26 ตามลำดับ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบมากที่สุดของคุณลักษณะด้านต่างๆ จากตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบความรู้สึกด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นหืน และกลิ่นคาว มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ ไม่มีกลิ่นหืน และกลิ่นคาวเลย มีคะแนนเฉลี่ยที่ 6.87 และ 6.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบความรู้สึกรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์หลังการชิมผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ	6.42 ± 0.49
ขนาดของชิ้นผลิตภัณฑ์	6.45 ± 0.50
สี	6.31 ± 0.53
รสชาติ	6.37 ± 0.48
ความกรอบ	6.37 ± 0.48
ความชอบ/ความพึงพอใจโดยรวม	6.26 ± 0.44

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบความรู้สึกรู้สึกของกลิ่นที่มีต่อผลิตภัณฑ์

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
กลิ่นหืน	6.87 ± 0.33
กลิ่นคาว	6.85 ± 0.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.8 ผลการยอมรับปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบพบว่าผู้ทดสอบให้ความยอมรับด้านรสชาติ (ร้อยละ 78) และปัจจัยที่มีผลต่อการไม่ยอมรับด้านกลิ่นหืน (ร้อยละ 41) และหากมีการวางจำหน่ายผู้บริโภคยอมรับซื้อ (ร้อยละ 85) และจะตัดสินใจซื้อในราคา 25 บาท (ร้อยละ 55)

ตารางที่ 4.8 ผลการยอมรับปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

ข้อมูลสำรวจ	ผลสำรวจ	ร้อยละ
ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับ	รสชาติ	78
	เนื้อสัมผัส	9
	กลิ่นรส	12
	อื่นๆ	1
ปัจจัยที่ไม่สามารถยอมรับได้	รสชาติ	24
	กลิ่นรส	20
	กลิ่นคาว	9
	กลิ่นหืน	41
	ความไม่แปลกใหม่	3
	ทานแล้วเหมือนรู้สึกทานแป้ง	2
	อื่นๆ	1
หากมีการวางจำหน่ายจะซื้อหรือไม่	ซื้อ	85
	ไม่ซื้อ	15
ราคาในการตัดสินใจซื้อ	20	36
	25	55
	30	5
	35	1
	อื่นๆ	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศชายอายุระหว่าง 25 – 39 ปี เป็นพนักงานบริษัท ระดับการศึกษาปริญญาตรีที่มีรายได้เฉลี่ย 10,000 – 15,000 บาท นิยมรับประทานขนมขบเคี้ยวเพื่อได้คุณค่าทางโภชนาการมากกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการซื้อแต่ละครั้งอยู่ที่ 26 – 50 บาท ชอบรับประทานรสดั้งเดิม และซื้อจากร้านสะดวกซื้อ (7-11) เพราะมีความสะดวกในการหาซื้อ เมื่อผู้บริโภคได้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ พบว่าผู้บริโภคชอบมากกับลักษณะปรากฏ และความพึงพอใจรวม และให้การยอมรับด้านรสชาติ และกลิ่นรส และหากมีการจำหน่ายในตลาดผู้บริโภคให้การยอมรับที่จะซื้อ ในราคา 25 บาท เพราะเนื่องจากมีรสชาติที่ดี และมีคุณค่าทางโภชนาการ ผู้บริโภคยังมีข้อเสนอแนะต่อผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบให้มีรสชาติที่หลากหลายขึ้น ด้านรสชาติความเข้มข้นมากขึ้น

4.5 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบในระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อนำปลาแผ่นกรอบที่ผลิตได้จากสภาวะที่เหมาะสมในการขึ้นรูปโดยวิธีการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ทำแห้งโดยวิธีการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 60 นาที และอบกรอบด้วยเครื่องอบสายพานอินฟราเรดต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 120 °ซ เป็นเวลา 60 วินาที มาเก็บรักษาในปริมาณ 15 กรัม ในช่องบรรจุภัณฑ์อลูมิเนียมพอยล์ บรรจุก๊าซไนโตรเจนปิดผนึก เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 2^{\circ}\text{ซ}$) จากนั้นติดตามการเปลี่ยนแปลงภายในทุกๆ 1 สัปดาห์ นาน 12 สัปดาห์ มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ

4.5.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ ของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

ค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่เก็บรักษาในช่องบรรจุภัณฑ์อลูมิเนียมพอยล์ ภายใต้บรรยากาศของก๊าซไนโตรเจนแบบปิดผนึกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 2^{\circ}\text{ซ}$) เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ จากตารางที่ 4.9 พบว่ามีความแตกต่างของค่าความสว่าง (L^*) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่า (L^*) 74.67 -64.22 มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 เป็นต้นไปและมีการเปลี่ยนแปลงด้านความสว่างอย่างชัดเจน และมีค่าความสว่างลดลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณผงฟักข้าวและวิธีการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตปลาแผ่น (ณัฐนิชา, ทวีแสง, 2560) พบว่าการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์อลูมิเนียมพอยล์ที่อุณหภูมิห้อง ค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น เนื่องจากในระหว่างการเก็บรักษาอาจเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้น ซึ่งมีผลต่อค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่น และในระหว่างการเก็บรักษาอาจมีกิจกรรมของเอนไซม์เหลืออยู่จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล

ค่าสีแดงของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่เก็บรักษาในช่องบรรจุภัณฑ์ออลูมิเนียมฟอยล์ ภายใต้บรรยากาศของก๊าซไนโตรเจนแบบปิดผนึกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 2 °ซ) เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ จากตารางที่ 4.9 พบว่ามีค่าความแตกต่างของค่าสีแดง (a^*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่า (a^*) 8.18 – 9.62 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 เป็นต้นไปและมีการเปลี่ยนแปลงด้านสีแดงอย่างชัดเจน เนื่องจากเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแผ่นปรุงรสกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (ภัทรภรณ์, สุขขาว. 2557) พบว่าเมื่อผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาเก็บรักษาไว้นานขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีจากสีน้ำตาลอ่อนอมเหลืองเป็นสีน้ำตาลเข้มแสดงถึงการเกิดสีที่คล้ำขึ้น

ค่าสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่เก็บรักษาในช่องบรรจุภัณฑ์ออลูมิเนียมฟอยล์ ภายใต้บรรยากาศของก๊าซไนโตรเจนแบบปิดผนึกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 2 °ซ) เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ จากตารางที่ 4.9 พบว่ามีค่าความแตกต่างของสีเหลือง (b^*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่า (b^*) 31.92 – 22.01 มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 7 เป็นต้นไปมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแผ่นปรุงรสกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (ภัทรภรณ์, สุขขาว. 2557)

ค่าแอดอร์แอกทีวิตี (A_w) ของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่เก็บรักษาในช่องบรรจุภัณฑ์ออลูมิเนียมฟอยล์ ภายใต้บรรยากาศของก๊าซไนโตรเจนแบบปิดผนึกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 2 °ซ) เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ จากตารางที่ 4.9 พบว่ามีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ของค่า (A_w) ของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น มีค่าระหว่าง 0.25 – 0.33 ซึ่งสอดคล้องกับ (ณัฐนิชา, ทวีแสง. 2560) การศึกษาปริมาณผงฟักข้าวและวิธีการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตปลาแผ่น พบว่าค่าแอดอร์แอกทีวิตี (A_w) เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนหมูแผ่น (มผช.100/2553) คือ ค่าแอดอร์แอกทีวิตีต้องไม่เกิน 0.6 สำหรับค่า A_w มีบทบาทสำคัญมากสำหรับการเก็บรักษาอาหาร เนื่องจาก A_w เป็นปัจจัยหนึ่งในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีและยังเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ควบคุมอัตราการเสื่อมเสียในอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ (วิไล, รัชชาติทอง. 2546)

ปริมาณความชื้น ของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่เก็บรักษาในช่องบรรจุภัณฑ์ออลูมิเนียมพอยล์ ภายใต้บรรยากาศของก๊าซไนโตรเจนแบบปิดผนึกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 2 °ซ) เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ จากตารางที่ 4.8 พบว่ามีค่าปริมาณความชื้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าความชื้นร้อยละ 3.01 – 4.17 ซึ่งสอดคล้องกับ (ประวีณา ว่องไว และคณะ, 2546) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาแผ่น พบว่าตัวเลขที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงมีค่าความห่างของแต่ละสัปดาห์น้อยมาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์บรรจุในช่องบรรจุภัณฑ์ออลูมิเนียมพอยล์มีคุณสมบัติที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดีจึงทำให้ค่าปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นมีค่าน้อย

ค่าความแข็ง ของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่เก็บรักษาในช่องบรรจุภัณฑ์ออลูมิเนียมพอยล์ ภายใต้ก๊าซของไนโตรเจนแบบปิดผนึกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 2 °ซ) เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ จากตารางที่ 4.9 พบว่าค่าความแข็งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าความแข็ง 468.02 – 345.31 กรัม.แรง เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้วันขึ้นคุณภาพของเนื้อสัมผัสในด้านความแข็งจะมีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ (อรนุช สีหามาลา, 2545) การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและการยืดอายุการเก็บรักษาข้าวเกรียบปลา เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับค่าปริมาณความชื้นและค่า A_w ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากค่าความชื้นสามารถแพร่ผ่านช่องบรรจุภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ ส่งผลให้ค่าความแข็งลดลง และส่งผลให้ค่าความกรอบลดลง

ค่า Thiobarbitoric reactive substances ของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่เก็บรักษาในช่องบรรจุภัณฑ์ออลูมิเนียมพอยล์ภายใต้ของก๊าซไนโตรเจนแบบปิดผนึกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 2 °ซ) เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ จากตารางที่ 4.9 พบว่าค่าTBARS มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีค่าระหว่าง 4.66 – 14.07 มิลลิกรัมของมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น แต่มีการเพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงมีค่าความห่างของแต่ละสัปดาห์น้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับ (ประวีณา ว่องไว และคณะ, 2546) การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาแผ่น เนื่องจากผลิตภัณฑ์เก็บในถุงออลูมิเนียมพอยล์ ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน แสงสว่าง และไอน้ำได้ และมีการปิดผนึกที่ดี อากาศ แสงสว่าง และไอน้ำไม่สามารถทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์ภายในถุงได้ จึงทำให้ค่าTBARS มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่เมื่อเก็บรักษานานขึ้น ทำให้ค่าTBARS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบในระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาการ เก็บรักษา (สัปดาห์)	สี				Moisture Content (%)	Hardness (g.force)	TBARS (mg.MDA/kg)
	L	a	b	A _w			
0	74.67±0.35 ^h	8.18±0.21 ^a	31.92±0.66 ^c	0.25±0.01 ^a	3.01±0.00 ^a	468.02±2.23 ^m	4.66±0.13 ^a
1	74.61±0.06 ^h	8.20±0.11 ^a	31.62±0.70 ^{de}	0.27±0.00 ^b	3.36±0.06 ^b	452.98±4.24 ^l	4.84±0.28 ^a
2	74.16±0.00 ^g	8.33±0.30 ^{ab}	31.51±0.05 ^{de}	0.28±0.00 ^c	3.45±0.00 ^c	445.70±3.11 ^k	5.29±0.19 ^{ab}
3	74.14±0.01 ^g	8.44±0.96 ^{abc}	31.01±0.19 ^{cd}	0.30±0.00 ^d	3.56±0.07 ^d	439.19±0.81 ^j	6.32±0.18 ^{bc}
4	73.66±0.13 ^f	8.46±0.30 ^{abc}	30.50±0.37 ^c	0.30±0.00 ^{de}	3.66±0.01 ^e	426.05±4.54 ⁱ	7.45±0.21 ^{cd}
5	73.59±0.12 ^f	8.54±0.44 ^{abc}	30.36±0.99 ^c	0.30±0.00 ^{de}	3.71±0.02 ^e	418.49±0.50 ^h	7.49±0.36 ^{cd}
6	73.46±0.04 ^f	8.58±0.12 ^{abc}	30.27±0.64 ^c	0.31±0.00 ^{ef}	3.77±0.03 ^f	412.70±1.47 ^g	8.04±1.06 ^{de}
7	71.72±0.42 ^e	8.68±0.09 ^{bcd}	30.22±0.27 ^c	0.31±0.00 ^{fg}	4.04±0.03 ^g	398.87±0.73 ^f	8.76±0.83 ^{ef}
8	71.32±0.23 ^d	8.88±0.17 ^{cde}	28.91±0.33 ^b	0.31±0.00 ^{fg}	4.07±0.01 ^{gh}	394.92±0.60 ^e	9.51±0.30 ^f
9	67.58±0.25 ^c	9.06±0.31 ^{def}	22.54±0.16 ^a	0.31±0.00 ^{fg}	4.08±0.04 ^{gh}	387.39±2.31 ^d	11.68±0.14 ^g
10	65.71±0.31 ^b	9.22±0.33 ^{efg}	22.33±0.15 ^a	0.32±0.00 ^{gh}	4.12±0.01 ^{hi}	375.62±4.30 ^c	12.39±0.16 ^g
11	64.38±0.37 ^a	9.35±9.35 ^{fg}	22.31±0.60 ^a	0.32±0.00 ^h	4.16±0.00 ⁱ	359.70±0.12 ^b	13.53±1.34 ^h
12	64.22±0.12 ^a	9.62±0.19 ^g	22.01±0.10 ^a	0.33±0.00 ⁱ	4.17±0.05 ⁱ	345.31±0.42 ^a	14.07±1.30 ^h

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ P<0.05

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบสามารถลดลงได้จากกระบวนการผลิต ดังนี้ กระบวนการขึ้นรูปโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 10 นาที ทำแห้งโดยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 60 นาที และอบกรอบโดยเครื่องอบอินฟราเรดแบบต่อเนื่อง 60 วินาที กระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอน สามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันให้ช้าลง และมีแนวโน้มการเกิดกลิ่นหืนช้ากว่ากระบวนการการผลิตชุดตัวอย่างควบคุม

5.1.2 จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบในปัจจุบันต่างๆที่ระดับชอบมาก และยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 85 โดยให้เหตุผลว่ารสชาติดีและไม่มีกลิ่นหืน และแนะนำเพิ่มเติมว่าอยากให้เพิ่มปริมาณและเพิ่มรสชาติใหม่อีก

5.1.3 จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ โดยบรรจุของอลูมิเนียมฟอยล์ ภายใต้บรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน ปิดผนึก พบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 2 °ซ) มีอายุการเก็บได้อย่างน้อย 12 สัปดาห์

5.2 ข้อเสนอแนะ

การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ ได้ศึกษาสถานะที่เหมาะสมเพื่อลดการเกิดกลิ่นหืน เพื่อนำไปใช้ได้จริงในโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นแนวทางในการพัฒนาขั้นต่อไปคือ การศึกษาการพัฒนาสูตรเพื่อการทดแทนแป้งในผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผู้บริโภคที่แพ้ง่ายสามารถรับประทานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กรมประมง. 2535. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมประมง. 2535. การแปรรูปสัตว์น้ำ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กาญจนา อุตมะ. ประมวล ทาอาจ. ศิริพร วรรณภัก และ นันทินา คำรงวัฒนกุล. 2550. การปรับปรุงกระบวนการผลิตข้าวแต๋นเพื่อลดการใช้พลังงานและการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยลำปาง. ลำปาง.
- คณาจารย์ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง, 2558, วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2537. ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม, กรุงเทพฯ.
- จิรวรรณ มณีโรจน์ และ นันทิกา พันธ์สวัสดิ์. 2555. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากเศษปลาแชลุ่ม่อน. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ.
- จักรี ทองเรือง. 2540. ซูริมิ. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- จักรี ทองเรือง. 2544. ซูริมิ. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ชุดิมณฑกรรณ์ ทับทิมเขียว. นัฐนันท์ ทวีรัตน์ชนนท์. 2552. ขนมขบเคี้ยวจากปลาทะเล. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. กรุงเทพฯ.
- ณัฐนิชา ทวีแสง. 2560. การศึกษาปริมาณผงฟักข้าวและวิธีการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตปลาแผ่น. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี. ตำบลหนองบัว. อ.เมือง. กาญจนบุรี.
- ธวัช นุสนธรา และ พิริยะ ศรีเจ้า. 2557. กรมวิทยาศาสตร์บริการ.
- นฤมล อัสวเกษตร. 2549. การเก็บถนอมสัตว์น้ำ. วิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, สงขลา.
- นวลจิตต์ เชาวศิริพิงค์. 2539. การถนอมอาหาร. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.
- ปสรรร ธิรกวิน และ จุฬารัตน์ หงส์ลิรัตน์. 2553. ผลของปัจจัยในกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของทุเรียนอบกรอบ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41:265-268.
- ประวีณา ว่องไว และ อารีย์ เดชเพชร. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาแผ่น. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันราชภัฏเพชรบุรี. เพชรบุรี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเสริฐ มรรษทวิ. 2505. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของปลาหน้าดินบางชนิดที่จับด้วยอวนลากเล็ก.

วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปราณีสา เชื้อโพธิ์หัก. 2549. ผลิตภัณฑ์พื้นบ้านจากสัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2551. หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์แห่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

ปจารีย์ สมบัติ และ กนิษฐพร วังโน. 2557. ศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งต่อคุณภาพ

ของเจอร์รี่เนื้อวัว. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรพรรณ เนียมสกุล และ รัตติยา หว่างรักวงษ์. 2555. ปัญหาพิเศษ สมบัติเชิงการกายภาพของปลาแผ่น:

ผลของชนิดแป้งและเวลาในการอบ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า

คุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ภัทรารักษ์ สุขขาว. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งใน

น้ำปรุงรส. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วันชัย วรวัฒน์เมธิกุล และ ณัฐธร อินทวิวัฒน์. 2550. ขนมหางเลือกเพื่อสุขภาพ : เทคโนโลยีการผลิตและ

ต้นแบบผลิตภัณฑ์.

วันเพ็ญ มีสมญา. สมจิต อ่อนหอม. ศรุดา (ตวิษา โลหะ. วันชัย วรวัฒน์เมธิกุล. ชมดาว สิกขะมณฑล. 2556.

การศึกษาการผลิตปลาสวรรค์แผ่นฮาลาลจากปลาทะเล. สถาบันวิจัยพัฒนาแห่ง

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วิษุฒิ ยืนยงพุทธกาล, สิริมา ชินสาร และ นิสานารถ กระแสร์ชล. 2557. ศึกษาผลของสภาวะอบแห้งแบบ

อุณหภูมิสูงเวลาดสั้นต่อคุณภาพของขนุนอบกรอบ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะ

วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.

วิภาดา ชัยจะโปะ. 2542. การพัฒนากรรมวิธีการผลิตแครกเกอร์ปลาทูน่า. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิสัย วงศ์สายปิ่น. 2543. EFA กรดไขมันจำเป็น. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ร่วมทรรศน์. กรุงเทพฯ.

วิไล รังสาดทอง. 2546. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม.

เกษตร. คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต และ ไพศาล วุฒิจำนง. 2545. Water Activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์อาหาร สืบค้น <http://www.phenet.Org/2003/09/26/>

(สืบค้นวันที่ 18 กรกฎาคม 2561).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2550. ขนมอบเคี้ยวปีเดียว:แข่งขันหนักรับบอลโลก คาดตลาดโต 9.3%. มองเศรษฐกิจฉบับที่ 2757 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
<https://www.kasikomresearch.com/th/KEconAnalysis/Pages/ViewSummary.aspx?docid=24759>
 (วันที่สืบค้นข้อมูล 10 พฤษภาคม 2558).
- สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2554. เคมีและคุณภาพสัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2. โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ.
- สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2548. เคมีและคุณภาพสัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ.
- สุภาพ มงคลประสิทธิ์, สุริย์ วิมลโลหการ และ ทวีศักดิ์ ทรงศิริกุล. 2530. ปลาเมืองไทย. ภาควิชาชีววิทยา ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุภาพร สุทิน. 2556. กรรมวิธีการแปรรูปสัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์ แหล่งเรียนรู้ประมง, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
<http://www.aquatoyou.com/index.php/2013-05-03-08-25-11/39-2013-02-20-06-59-51/653-muscular-system> (วันที่สืบค้น 10 พฤษภาคม 2559).
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2546. มผช. 100/2546 หมูแผ่น.
- สุแพรวพันธ์ โลหะลักษณะเดช. นพรัตน์ มะเห. 2547. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขนมอบเคี้ยวที่มีส่วนผสมของแป้งสาเกและเนื้อปลา. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. ตรัง.
- อรนุช สีหามาลา. 2545. การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและการยืดอายุการเก็บรักษาข้าวเกรียบปลา. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- อำไพศักดิ์ ธิบุญมา. ธนภัทร สุวรรณภู. 2550. การศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งด้วยลมร้อนและลมร้อนร่วมรังสีอินฟราเรด. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. อุบลราชธานี
- Aminullah Bhuiyan AKM, Ratnayake WMN, Ackman RG. Effect of smoking on the proximate composition of Atlantic mackerel (*scomber scombrus*) J Food Sci. 1986;51(2):327 - 329. doi:10.1111/j.1365-2621.1986.tb11121.x.
- Ann, R.C.. 1999. The New Complete Book of Food : A Nutritional, Medical, and Culinary Guild. New York : Chekmark Book.
- Agnieszka Nems, Anna Peksa, Alicja Z. Kucharska, Anna Sokol-Letowska, Agnieszka Kita, Wioletta Drozd, Karel Hamouz. 2015. Anthocyanin and antioxidant activity of snack with coloured potato . J. Food Chemistry. 172 : 175-182.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC international. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland.
- Bakker, G.R. and Boyer, R.F. 1986. Iron incorporation into apoferritin. The role of apoferritin as a ferroxidase. J. Biol. Chem. 261 : 13182-13185.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Bennion, M. 1995. *Introductory Food*. 10th ed. Prentice Hall, United State of America.
- Brown, J.E., 1999. *Nutrition New*. 2nd ed. University of Minnesota, New York.
- Chawla, P., MacKeigan, B., Gould, S.P. and Ablett, R.F. 1988. Influence of frozen storage on microsomal phospholipase activity in myotomal tissue of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Can Inst. Food Sci. Technol.* 21 : 393–402.
- Decker, E.A. and Hultin, H.O. 1990a. Factors influencing catalysis of lipid oxidation by the soluble fraction of mackerel muscle. *J. Food Sci.* 55 : 947–950.
- Decker, E.A. and Hultin, H.O. 1990b. Nonenzymic catalysis of lipid oxidation in mackerel ordinary muscle. *J. Food Sci.* 55 : 951–953.
- DeKoning, A.J. and Mol, T.H. 1990. Rates of free fatty acid formation from phospholipids and neutral lipids in frozen cap hake (*Merluccius spp.*) mince at various temperatures. *J. Sci. Food Agric.* 50 : 391–398.
- Decker, E.A. and Welch, B. 1990. Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food. *J. Agric. Food Chem.* 38 : 674–677.
- German, J.B. and Kinsella, J.E. 1985. Lipid Oxidation in fish tissue. Enzymatic initiation via lipoxygenase. *J. Agric. Food. Chem.* 33 : 680–683.
- Geromel, E. J. and Montgomery, M. W. 1980. Lipase release from lysosome of rainbow trout (*Salmo gairdnerii*) muscle subjected to low temperatures. *J. Food Sci.* 45 : 412.
- Gholam Rza Shaviklo, Gudjon Tgorkelsson, Feeidon Rafipour and Sjofn Sigurgisladottir. 2010. Quality and storage stability of extruded puffed corn-fish during 6-month storage at ambient temperature. *J. Sci Food Agric* 2011; 91: 886-893.
- Hultin, H.O. 1994. Oxidation of lipids in seafood. In : *Seafood chemistry, processing technology and quality*. F. Shahidi and J.R. Botta (eds.) Chapman & Hall, New York, USA. Pp. 49–74.
- Kanner, J., German, J.B. and Kinsella, J.E. 1987. Initiation of lipid peroxidation in biological system. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 25 : 317–364.
- Krokida, M.K., V. Oreopoulor, Z.B. Maroulis and D. Marinos-Kouris. 2001. Colour changes during deep fat frying. *J. Food Engineering.* 48 (2) : 219-225.
- Lopez-Amaya, C. and Marangoni, A.G. 2000. Lipase. In : *Seafood enzymes : utilization and influence on postharvest seafood quality*. Harrd, N.F. and Simpson, B.K. (Eds). Pp. 121–146. Marcel Dekker, Inc. New York.
- MacDonald, R.E. and Hultin, H.O. 1987 *Some characteristics of the enzymic lipid*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- peroxidation system in the microsomal fraction of flounder skeletal muscle. *J. Food Sci.* 52 : 15–21.
- Manzoor Ahmad Shah, Sowriappan John Don Bosco, Shabir Ahmad Mir. 2014 Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *J. Meat Sci.* 98 : 21-33.
- Maqsood, S. and Benjakul, S. 2011. Effect of bleeding on lipid oxidation and quality changes of Asian seabass (*Lates calcarifer*) muscle during iced storage. *Food Chem.* 124 : 459–467.
- Nawar, W., Hultin, H., Li, Y., Xing, Y., Kelleher, S. and Wilhelm, C. 1990. Lipid oxidation in seafood under conventional condition. *Food Rev. Int.* 6 : 647–660.
- Pereira de Abreu, D.A., Losada, P.P., Maroto, J., & Cruz, J. M. (2010). Evaluation of the Effectiveness of a new active packaging film containing natural antioxidants (from barley husks) that retard lipid damage in frozen Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Food Research International*, 43, 1277-1282.
- Phillippy, B.Q. and Hultin, H.O. 1993. Some factors involved in trimethylamine N-oxide (TMAO) demethylation in post mortem red hake muscle. *J. Food Biochem.* 17:251–266.
- Ramasarma, T. 1982. Generation of H₂ O₂ in biomembranes. *Biochim. Biophys. Acta.* 694 : 63–93.
- Richards, M.P. and Hultin, H. O. 2002. Contribution of blood and blood components to lipid oxidation of fish muscle. *J. Agric. Food chem.* 50 : 555–564.
- Sae-Leaw, T., Benjakul, S., Gokoglu, N. and Nalinanon, S. 2013. Changes in Lipids and fishy odour development in skin from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored in ice. *Food Chemistry.* 141: 2466-2472.
- Senthivel, A., Srikar, L.N. and SagarReddy, G.V. 1991. Effect of frozen storage on protease and lipase activities of oil sardine and ribbon fish. *J. Food Sci. Technol.* 29 : 392–394.
- Shewfelt, R.L., McDonald, R.E. and Hultin, H.O. 1981. Effect of phospholipid hydrolysis on lipid oxidation in flounder muscle microsomes. *J. Food Sci.* 46 : 1297–1301.
- Shewfelt, R.L. 1981. Fish muscle lipolysis—a review. *J. Food Biochem.* 5 : 79–100.
- Spinelli S., and Dassow. G. 1982. Proximate composition, Nutritive value and share of Protein to the diet of Coastal population from four neritic tunas occurring along north western Indian EEZ. *India : International Jour of Educational Research and Technology.*
- Takiguchi, A. 1988 Effects of smoking on lipid oxidation in niboshi and niboshi powder. *Nippon Suisan Gakkaishi.* 54 : 869–874.
- Takiguchi, A. 1989. Effect of NaCl on the oxidation and hydrolysis of lipids in salted sardine
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับว่าได้ออกไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- fillets during storage. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 55 : 1649–1654.
- Whang, K. and Peng, I.C. 1988. Electron paramagnetic resonance studies of the effectiveness of myoglobin and derivatives as photosensitizers in singlet oxygen generation. *J. Food Sci.* 53 : 1863–1865.
- Xing, Y., Yoo, Y., Kelleher, S.D., Nawar, W.W. and Hultin, H.O. 1993. Lack of changes in fatty acid composition of mackerel and cod during iced and frozen storage. *J. Food Lipid*. 1 : 1–4.
- Yamamoto, S. and Benjakul, S. 2010. Synergistic effect of tannic acid and modified atmospheric packaging on the prevention of lipid oxidation and quality losses of refrigerated striped catfish slices. *FoodChem*. 121 : 29–38.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก
การวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพ

ก 1 การวิเคราะห์ทางเคมี

ก1.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (water activity, A_w)

อุปกรณ์

1. เครื่องวัด A_w (Aqua lab series 4TE)
2. ตลับและฝาพลาสติกสำหรับเครื่อง A_w
3. ชุดทำความสะอาด

การเตรียมตัวอย่าง

1. ใสตัวอย่างในตลับประมาณ 1/3 ของตลับหรือไม่เกินครึ่งหนึ่งของตลับเกลี่ยตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วตลับเพื่อประสิทธิภาพในการวัด
2. ตรวจสอบให้แน่ใจว่าที่ขอบริมและด้านนอกของตลับวัดสะอาดห้ามมีตัวอย่างติดบริเวณตลับวัด A_w
3. ตัวอย่างควรมีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือต่างกันไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสของอุณหภูมิ chamber เครื่องวัด A_w

การเปิดเครื่อง

1. เปิดเครื่อง A_w ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาทีเพื่อการวัดที่มีประสิทธิภาพสูง
2. นำตลับวัด A_w ใสลงในเครื่องระวังไม่ให้ให้ตัวอย่างหกหล่น
3. ดันคันโยกไปในตำแหน่ง Open/Load ไปยังตำแหน่ง Read เครื่องจะเริ่มวัดค่า A_w
4. เมื่อเครื่องวัดเสร็จ (ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที) จะมีสัญญาณเตือนให้อ่านค่า A_w และอุณหภูมิที่หน้าจอ
5. เปลี่ยนคันโยกจากตำแหน่ง Read ไปยังตำแหน่ง Open/Load เพื่อนำตลับออก

ก1.2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

1. อบกระป๋องหาความชื้นพร้อมฝาในตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W1) โดยชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่กระป๋องหาความชื้นที่อบและชั่งน้ำหนักไว้เรียบร้อยแล้ว (W2)
3. นำกระป๋องหาความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาทิ้งไว้จนเย็นไปอบที่ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง
4. นำกระป๋องหาความชื้นออกจากตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าโดยปิดฝาทันทีและทำให้เย็นในโถดูดความชื้น นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
5. นำไปอบต่อและนำมาชั่งน้ำหนักทุกชั่วโมงจนได้น้ำหนักคงที่ (W3)
6. คำนวณหาปริมาณความชื้นหน่วยเป็นร้อยละ โดยน้ำหนักที่หายไปหารด้วยน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้คูณ 100

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(W2 - W3) \times 100}{(W2 - W1)}$$

W1 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น (กรัม)

W2 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้นและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W3 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้นและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

ก1.3 การวิเคราะห์ห่าปริมาณ Thiobarbitoric reactive substances (TBARS) (ดัดแปลงจากวิธีของ(Sae-Leaw และคณะ(2013))

1.) การวิเคราะห์ห่า TBARS

1. สารเคมี

สารละลาย TBA (0.375% TBA containing 15% (w/v) Trichloroacetic acid (TCA) in 0.25 N HCl)

2. เครื่องมือ

1. อุปกรณ์ในการสับหรือบดสำหรับเตรียมตัวอย่าง
2. เต้าไฟฟ้า
3. หลอดฝาเกลียว
4. ปีกเกอร์
5. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
6. Centrifuge
7. Water bath
8. spectrophotometer

3. วิธีการทำ

1. บดตัวอย่างหรือสับตัวอย่างให้ละเอียด
2. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม (ทราบน้ำหนักแน่นอน) ใส่ในหลอดฝาเกลียว แล้วเติมสารละลาย TBA ปริมาณ 5.0 มล. ปิดฝาให้แน่น
3. ต้มสารละลายผสมในน้ำเดือด (95-100 °ซ) เป็นเวลา 10 นาที
4. ทำให้เย็นโดยน้ำไหลผ่าน
5. เหวี่ยงแยกสารละลายที่ความเร็วรอบ 3,600xg เป็นเวลา 20 นาที
6. วัดการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร
7. คำนวณปริมาณ TBARS ในรูปของ malonaldehyde โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน (0, 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 µg/ml) รายงานค่า TBARS เป็น mg malonaldehyde/kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก 2. การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ก2.1 การวิเคราะห์ค่าสี (L^* , a^* , b^*)

การวัดสีระบบ CIE ด้วยเครื่อง Minolta รุ่น CR 400 โดยจะให้ค่า L^* เป็นค่าความสว่าง (lightness) ค่า a^* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness / greenness) และค่าสี b^* เป็นค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (yellowness / blueness)

โดยที่ค่า L^* คือ ค่าแสดงความสว่างของสีมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 กรณีถ้าค่า L^* น้อย หมายถึงมีค่าความสว่างน้อยหรือมีสีคล้ำ (darkness) แต่ถ้าค่า L^* มาก หมายถึงมีค่าความสว่างมาก (lightness)

ค่า a^* คือ ค่าแสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว (redness / greenness) กรณีถ้าค่า a^* มีค่าเป็นบวก หมายถึงสีแดงและถ้าค่า a^* เป็นลบ หมายถึงสีเขียว

ค่า b^* คือ ค่าแสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness / blueness) กรณีถ้าค่า b^* มีค่าเป็นบวก หมายถึงสีเหลืองและถ้าค่า b^* มีค่าเป็นลบหมายถึงสีน้ำเงิน

ก่อนทำการวัดค่าสีทุกครั้งต้องทำการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย standard calibration plate ตั้งค่า illuminant เท่ากับ C ทำการวัดตัวอย่างโดยใช้หัววัดสีวางทาบลงบนตัวอย่าง อ่านค่าแสดงผลการวัดค่าสีทำการวัด 9 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ย

ก2.2 การวิเคราะห์ค่าความแข็ง (กรัม.แรง)

- 1.) ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง texture analyzer รุ่น TA.XT plus ซึ่งมีวิธีการวัดดังนี้
 1. เข้าโปรแกรม Texture Exponent 32 จะปรากฏหน้าต่างให้ใส่ Password และใส่ Password : PD แล้วคลิก OK

2. การ Calibrate Force

การ Calibrate Force มีขั้นตอนการ Calibrate ดังนี้

เลือกเมนู TA → Calibrate → Calibrate Force

**ให้สังเกตตัวเลขในช่อง Capacity นี้ว่าตรงกับขนาดของ Load cell หรือไม่ถ้าตรงกด Next

จากนั้นพิมพ์น้ำหนักลูกตุ้มมาตรฐาน 1000 g. ที่จะใช้ Calibrate เครื่อง Texture ในช่อง Calibration Weight จากนั้นวางตุ้มน้ำหนักบน Calibration platform แล้วกด Next

เมื่อเครื่อง Calibrate สำเร็จจะปรากฏสถานะในช่อง Status ว่า Calibration complete ให้กด Finish จากนั้นนำตุ้มน้ำหนักลงจาก Calibration platform และกด OK เพื่อเสร็จสิ้นการ Calibrate Force

3. การ Calibrate Height

การ Calibrate Height ทำเพื่อให้เครื่องรู้จักตำแหน่งของฐาน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

เริ่มจากประกอบหัววัดที่ต้องการใช้เข้ากับเครื่อง Texture analyzer จากนั้นเลือก TA

→ Calibrate Hight และตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีตัวอย่างหรือสิ่งของใดๆ วางอยู่บนฐานเครื่อง จากนั้นเลือกหัววัดให้เทียบกับฐานมากที่สุดเพื่อลดระยะเวลาในการ Calibrate โดยกดปุ่มลูกศรลงและลูกศรลง2อัน พร้อมกันซึ่งจะทำให้หัววัดเลื่อนลงเร็ว (ถ้ากดเพียงปุ่มเดียวจะทำให้หัววัดเลื่อนลงช้า) และพิมพ์ค่าต่างๆ ตามสภาวะที่ต้องการทดสอบ เช่น Return Distance, Return Speed และ Contact Force

4. การกำหนดค่าทดสอบ

การกำหนดค่าทดสอบเป็นการสั่งงานเครื่องให้ทำการทดลองตามสภาวะที่กำหนด ดังนี้
ก่อนทำการกำหนดค่าทดสอบต้องเลือกตัวอย่างที่ต้องการวัด โดยเลือก Sample Projects เช่น เลือก TPA จากนั้นจึงกำหนดค่าทดสอบ โดยเลือกเมนู T.A. → T.A. Settings จะปรากฏหน้าจอ

จากนั้นตั้งค่าการทดสอบที่ต้องการวัด โดยอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัดก่อนการทดสอบและขณะทำการทดสอบเท่ากับ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และอัตราเร็วหลังการทดสอบเท่ากับ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที (ปสรร และ จุฬารัตน์) โดยต้องเลือก Advanced Option ให้เป็น On จากนั้นกำหนดค่าต่างๆดังภาพ เมื่อใส่ครบแล้ว ให้เลือกเปลี่ยนหน่วยของระยะทาง แรง และเวลา ที่ต้องการวัดในส่วน Units ทางด้านขวามือของกล่องข้อความ จากนั้นคลิก Update Project เพื่อโอนค่าที่ตั้งไว้ไปที่เครื่อง Texture Analyzer และค่าที่ตั้งไว้จะปรากฏขึ้นอัตโนมัติเมื่อเข้าโปรแกรมครั้งต่อไป

5. การเริ่มต้นการทดสอบ

เริ่มทำการทดสอบ โดยวางตัวอย่างที่ต้องการทดสอบบนฐาน และวัดค่าตามขั้นตอนดังนี้

5.1 เลือกเมนู T.A. → Run a Test หน้าจอจะปรากฏกล่องข้อความ “Test Configuration” เพื่อให้ตั้งค่าการทดสอบดังภาพ และคลิกที่ Archive Information เป็นส่วนที่เพิ่มเติมข้อมูลต่างๆ ของตัวอย่าง และควรเลือก Auto save ทุกครั้ง

เมื่อใส่รายละเอียดครบถ้วนแล้วให้คลิกลูกศรทางขวามือ Path แล้วเลือก Browse เพื่อเลือกโพลเดอร์ที่ต้องการ Save จากนั้นคลิก Probe Selection สำหรับเลือกหัววัดตามที่ใช้งานจริงโดยคลิกลูกศรลง เพื่อเรียกรายการหัววัดขึ้นมา แล้วเลือกหัววัดให้ตรงกับที่ใช้งานจริงในที่นี้ใช้หัววัด Texture Analyser รุ่น TA.XT plus ใช้หัววัด P/0.25s Stainless steel Ball probe

จากนั้นคลิก Parameters สำหรับบันทึกข้อมูลต่างๆ ของตัวอย่าง โดยข้อมูลที่ระบุในแต่ละข้อหากไม่เลือกประเภท Auto ก็สามารถเติมเองได้ในช่อง Value และสามารถเลือกเปลี่ยนหน่วยได้ในช่อง Units และเมื่อต้องการใช้ค่า Parameters ตัวใดให้ใส่เครื่องหมาย √ ในช่อง Use เพื่อบันทึกข้อมูลเก็บไว้คู่กับกราฟเสมอ (โปรแกรม Texture Exponent 32 บน Destop)

Data Acquisition ใช้กำหนดความถี่ในการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาพล็อตกราฟ โดยเลือกที่ช่อง Acquisition rate ซึ่งมีหน่วยวัดเป็น PPS หรือ Point per Second ปกตินั้นตัวอย่างทั่วไปมักตั้งค่า Acquisition rate 200 PPS เนื่องจากหากเลือกความถี่ในการเก็บข้อมูลสูงจะใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูลมาก แต่หากเลือกความถี่น้อยเกินไปจะส่งผลให้ข้อมูลในบางจุดหายไป ในส่วน Data to Acquire นั้นจะใช้เมื่อมีการต่ออุปกรณ์พิเศษเข้ากับเครื่อง Texture Analyzer เท่านั้น

****ตัวอย่างประเภทขนมขบเคี้ยวหรือการใช้ Adhesive Test ควรกำหนดให้ค่า Acquisition rate เป็น 500 PPS**

ส่วน Pre-Test และ Post-test ใช้กำหนดเงื่อนไขในการทดสอบ เช่น ให้เครื่องถ่วงเวลาไว้เมื่อตั้ง Run a Test หรือให้ลบกราฟแสดงผลการทดลองที่ทำไว้ก่อนหน้า เป็นต้น

เมื่อตั้งค่าในข้อ 6.1 ถึง 6.6 ครบถ้วนแล้ว คลิก Apply จากนั้นคลิก Run a test เพื่อเริ่มการทดลอง

เมื่อวัดค่าตัวอย่างเสร็จให้กดลูกศรขึ้น และ ลูกศรขึ้น 2 อัน พร้อมกันเพื่อเลื่อนหัววัดขึ้นอย่างรวดเร็ว จากนั้นนำตัวอย่างออกจากฐาน และทำความสะอาด

(โปรแกรม Texture Exponent 32 บน Desktop)

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำให้คลิก Run Macro ที่แถบเมนูด้านบน จากนั้นเครื่องจะหา Peak เมื่อเจอ Peak ที่ต้องการให้คลิก Yes แต่หากไม่ใช่ Peak ที่ต้องการให้คลิก No

ภาคผนวก ข
การเตรียมผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

ข1 ขั้นตอนการเตรียมปลา



นำปลามาล้างทำความสะอาด จากนั้นชูดเอาแต่เนื้อ และนำไปบดให้ละเอียด



เทชอกลงในเนื้อปลา แล้วนวดผสมให้เข้ากัน



จากนั้นเทส่วนผสมของแป้งลงไป นวดให้เข้ากันอีกครั้ง

ภาพภาคผนวกที่ ข1 การทำเตรียมปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข2 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ (ตัวอย่างควบคุม)



ซึ่งส่วนผสม 120 กรัม รีดให้ได้ขนาด 30.4x40 เซนติเมตร



นำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นระยะเวลา 60 นาที นำออกมาตัดให้ได้ขนาด 2.8x2.8 เซนติเมตร จากนั้นนำเข้าตู้อบลมร้อนอีก 60 นาที



จากนั้นนำไปทอดที่อุณหภูมิ 120 °ซ เป็นเวลา 10 วินาที

ภาพภาคผนวกที่ ข2 การผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่น(ตัวอย่างควบคุม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข3 ส่วนผสมและขั้นตอนการทำซอส



ผสมน้ำสะอาด น้ำตาล ซอสปรุงรส และน้ำปลาลงในภาชนะ จากนั้นนำไปเคี่ยวไฟที่
อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ภาพภาคผนวกที่ ข3 ส่วนผสมและขั้นตอนในการทำซอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค
แบบสอบถาม



เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

คำชี้แจง แบบสอบถามฉบับนี้เป็นวิจัยการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวปลาแผ่นกรอบ เรื่อง การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ ของนักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการจัดการและบริการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้ โดยข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อท่านทั้งสิ้น ในกรณีนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างดีมา ณ โอกาสนี้ แบบสอบถามจะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการพฤติกรรมและทัศนคติต่อขนมขบเคี้ยว

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ คือ ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นปรุงรสกรอบที่ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อลดการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์และยังคงคุณค่าทางโภชนาการ รวมทั้งมีรสชาติที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ โดยใช้วัตถุดิบจากปลาสีกุนข้างเหลืองเป็นองค์ประกอบหลัก จึงเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภค ซึ่งสามารถรับประทานได้ง่าย และสะดวกในรูปแบบของขนมขบเคี้ยว

ขอขอบพระคุณทุกท่าน
นางสาววิภาวรรณ แซ่ลั่ว

ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ใน หน้าข้อความที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

- ชาย หญิง

2. อายุ

- ต่ำกว่า 18 ปี 18 – 25 ปี 25 – 35 ปี 35 – 40 ปี 40 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา

- ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย มัธยมศึกษาตอนปลาย
 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)
ปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

- นักเรียน / นักศึกษา / นิสิต ข้าราชการ/พนักงานของรัฐ
 พนักงานรัฐวิสาหกิจ พนักงานบริษัท
 ธุรกิจส่วนตัว อื่น ๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือนโดยประมาณ

- น้อยกว่า 5,000 บาท 5,000 – 10,000 บาท
 10,000 – 15,000 บาท 15,000 – 20,000 บาท
 20,000 – 30,000 บาท สูงกว่า 30,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทางด้านพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

6. ท่านเคยรับประทานขนมขบเคี้ยวหรือไม่ (เคย ทำต่อข้อ 7, ไม่เคยข้ามไปทำข้อ 15)

- เคย ไม่เคย

7. เหตุใดท่านจึงเลือกรับประทานขนมขบเคี้ยว (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- เป็นอาหารว่าง รับประทานแทนอาหารมื้อหลัก
 เพื่อความเพลิดเพลิน ความสะดวกในการรับประทาน
 ช่วยผ่อนคลาย หาซื้อได้ง่าย
 มีรสชาติที่หลากหลาย อื่นๆ (โปรดระบุ).....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ท่านรับประทานขนมขบเคี้ยวบ่อยแค่ไหน
- ประจำทุกวัน 1 ครั้ง / สัปดาห์
- มากกว่า 1 ครั้ง / สัปดาห์ เดือนละครั้ง
- น้อยกว่าเดือนละ 1 ครั้ง
9. ท่านใช้จ่ายกับการซื้อขนมขบเคี้ยวในแต่ละครั้งเป็นจำนวนเงินเท่าไร
- น้อยกว่า 25 บาท 26 บาท -50 บาท
- 51 บาท - 75 บาท 76 บาท – 100 บาท
- มากกว่า 100 บาท
10. ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบหรือไม่ (เคยทำต่อข้อ 10, ไม่เคยข้ามไปทำต่อข้อ 15)
- เคย ไม่เคย
11. ท่านชอบผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบยี่ห้อใด ต่อไปนี้มากที่สุด (ตอบเพียงข้อเดียว)
- ทาโร่ ฟิชโซ่
- เบนโตะ อันดามัน
- อื่นๆ.....
12. ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบรสใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- รสดั้งเดิม รสปลาหมึกย่าง
- รสบาบีคิว รสลาบ
- รสสาหร่าย กระเพรา
- อื่นๆ (โปรดระบุ).....
13. ท่านมีปัจจัยใดในการเลือกรับประทานผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ (ตอบเพียงข้อเดียวที่คิดว่าสำคัญที่สุด)
- มีคุณค่าทางโภชนาการ ความสะดวกในการรับประทาน
- แหล่งให้พลังงาน รสชาติดี
- เพื่อสุขภาพ อยากทดลองรับประทาน
- ราคาถูก อื่นๆ (โปรดระบุ).....
14. ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบจากที่ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- ห้างสรรพสินค้า ซูเปอร์มาร์เก็ต
- ร้านสะดวกซื้อ (เซเว่น) ร้านค้าทั่วไป
- อื่นๆ (โปรดระบุ).....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

15. กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน □ ที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด หลังจากท่านชิมผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

เกณฑ์การให้คะแนน

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 = เฉยๆ

5 = ชอบเล็กน้อย 6 = ชอบมาก 7 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	ความรู้สึก						
	1	2	3	4	5	6	7
1.ลักษณะปรากฏ							
2.ขนาดของชิ้นผลิตภัณฑ์							
3.สีของผลิตภัณฑ์							
4.รสชาติของผลิตภัณฑ์							
5.ความกรอบของผลิตภัณฑ์							
6.ความพึงพอใจโดยรวม							

ข้อคิดเห็น.....

ข้อเสนอแนะ.....

16. กรุณาทำเครื่องหมายขีด / ลงในเส้นสเกลที่ตรงต่อความรู้สึกมากของท่านมากที่สุด

โดยเกณฑ์การให้คะแนน

0 = มีกลิ่นหืนมากที่สุด 7 = ไม่มีกลิ่นหืนเลย

กลิ่นหืน 0

7

17. กรุณาทำเครื่องหมายขีด / ลงในเส้นสเกลที่ตรงต่อความรู้สึกมากของท่านมากที่สุด

โดยเกณฑ์การให้คะแนน

0 = มีกลิ่นคาวมากที่สุด 7 = ไม่มีกลิ่นคาวเลย

กลิ่นคาว

0

7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. ปัจจัยใดที่ท่านคิดว่ามีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ

- รสชาติ เนื้อสัมผัส
 กลิ่นรส
 อื่นๆ (โปรดระบุ).....

19. ปัจจัยใดที่ท่านคิดว่าจะทำให้ไม่สามารถยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบได้

- รสชาติ กลิ่นรส
 กลิ่นคาวของผลิตภัณฑ์ กลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์
 ความไม่แปลกใหม่ของผลิตภัณฑ์ ทานแล้วรู้สึกเหมือนทานแป้งมากกว่าปลา
 อื่นๆ (โปรดระบุ).....

20. หากมีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ วางจำหน่าย ในราคา 25 บาท (น้ำหนักสุทธิ 15 กรัม) ท่านจะซื้อหรือไม่

- ซื้อ เพราะ

.....

- ไม่ซื้อ เพราะ

.....

21. ท่านคิดว่าจะตัดสินใจซื้อ ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่ราคาเท่าไร

- 20 บาท 25 บาท
 30 บาท 35 บาท
 อื่นๆ (โปรดระบุ).....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณผู้ประเมินทุกท่าน

ผู้วิจัย

ภาคผนวก ก1 เครื่องมือวัดค่าเฉลี่ยการยอมรับผลิตภัณฑ์

ชนะวุฒิ โพนจ้อย, 2552 การแบ่งช่วงระดับคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ ออกเป็น 7 ระดับ ซึ่งสามารถแบ่งความกว้างของระดับชั้นคะแนนๆได้เท่ากับ 0.85 โดยใช้หลักสถิติเพื่อความสัมพันธ์เป็นแบบอัตรภาคชั้นดังนี้

แต่ละระดับแบ่งได้ดังนี้

ไม่ชอบมากที่สุด	ระดับคะแนนในช่วง	0.00 – 1.85
ไม่ชอบมาก	ระดับคะแนนในช่วง	1.86 – 2.71
ไม่ชอบเล็กน้อย	ระดับคะแนนในช่วง	2.72 – 3.57
เฉยๆ	ระดับคะแนนในช่วง	3.58 – 4.33
ชอบเล็กน้อย	ระดับคะแนนในช่วง	4.34 – 5.29
ชอบมาก	ระดับคะแนนในช่วง	5.39 – 6.15
ชอบมากที่สุด	ระดับคะแนนในช่วง	6.16 – 7.00

กำหนดคะแนนการยอมรับในแต่ละปัจจัยเฉลี่ยต้องมากกว่า 4.5 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนหมูแผ่น
 (มพช.100/2553)

1. ขอบข่าย

1.มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมหมูแผ่นที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางกรอบ บรรจุภายในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 หมูแผ่น หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อหมูมาล้างให้สะอาด นำไปแช่แข็งแล้วหั่นเป็นแผ่นหรือใช้เนื้อหมูปด ปรงรสด้วยเครื่องปรุง เช่น เกลือ น้ำตาล ซีอิ้วขาว อาจเติมไข่ขาว กรณีใช้เนื้อหมูปคนนำมาแผ่เป็นแผ่น ทำให้แห้งโดยใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่น แล้วปิ้งหรืออบให้สุก

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นแผ่นบาง

ต้องทดสอบให้ทำโดยการตรวจสอบพินิจ

3.2 สี

ต้องมีสีที่ติดตามธรรมชาติของหมูแผ่น

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ติดตามธรรมชาติของหมูแผ่น ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ต้องกรอบ ไม่แข็งกระด้าง

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและชิม

3.5 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูล จากสัตว์

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 วอเตอร์แอกทิวิตี

ต้องไม่เกิน 0.6

การทดสอบให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิที่ (25 ± 2) องศาเซลเซียส
 หมายเหตุ วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของ
 ผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่า
 วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำอิสระที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้ในการ
 เจริญเติบโต

3.7 วัตถุเจือปนอาหาร

3.7.1 ห้ามใช้สีทุกชนิด

3.7.2 ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด เว้นแต่กรณีที่ดีมากับวัตถุดิบ ให้เป็นไปตามชนิดและ
 ปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.7.3 ห้ามใช้โซเดียมไนเตรต โพแทสเซียมไนเตรต โซเดียมไนไตรต์ หรือ โพแทสเซียม
 ไนไตรต์

3.8 จุลินทรีย์

3.8.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.2 ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

3.8.3 สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.4 เอสเชอริเชีย โคลิ โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.5 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำหมูแผ่น ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุหมูแผ่นในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อน
 จากสิ่งสกปรกภายนอกได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 น้ำหนักสุทธิของหมูแผ่นในแต่ละภาชนะ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

การทดสอบให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ประวัติผู้วิจัย

- ชื่อ - นามสกุล นางสาววิภาวรรณ แซ่หั่ว
- วัน เดือน ปีเกิด 22 พฤษภาคม 2534
- ที่อยู่ 262 ซ.ตลาดศรีทองคำ ถนนดินแดง เขตดินแดง จังหวัดกรุงเทพฯ
- ประวัติการศึกษา - พ.ศ. 2555 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต
คณะวิทยาศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมอาหารและการบริการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
- พ.ศ. 2556 ศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและสำเร็จ
การศึกษาในปี 2561
- การนำเสนอผลงาน - นำเสนอผลงานด้วยวาจา เรื่อง **ผลของสถานะการแปรรูปต่อคุณภาพ
ปลาแผ่นกรอบ** ในโครงการประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติ
และนานาชาติ ครั้งที่ 8 “ประเทศไทย 4.0 นวัตกรรมสร้างสรรค์สู่การ
พัฒนาที่ยั่งยืน” ในวันที่ 28 มิถุนายน 2561 ณ ศูนย์มานุษยวิทยาสิริน
ธร (องค์การมหาชน) ตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยศิลปากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้