การศึกษาวิธีการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

STUDY ON SHELLFISH MIXED FISHBALL PRODUCTION

โสรยา เกิดพิบูลย์
SORAYA KERDPIBOON

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2545

ISBN 974-324-084-5

การศึกษาวิธีการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

STUDY ON SHELLFISH MIXED FISHBALL PRODUCTION

T044969

โสรยา เกิดพิบูลย์

SORAYA KERDPIBOON

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 44969
วัน, เดือน, ปี 16 มิ.ย. 2546

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ. ศ. 2545

ISBN 974-324-084-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY ON SHELLFISH MIXED FISHBALL PRODUCTION

SORAYA KERDPIBOON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SCIENCE

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2002

ISBN 974-324-084-5

COPYRIGHT 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาวิธีการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

STUDY ON SHELLFISH MIXED FISHBALL PRODUCTION

ชื่อนักศึกษา นางสาวโสรยา เกิดพิบูลย์

รหัสประจำตัว 43066016

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การอาหาร

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.ยุพร พืชกมุทร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ดร.ยุพร	พืชกมุทร	
ผศ.ดร.ระติพร	หาเรือนกิจ	
ผศ.เยาวลักษณ์	สุรพันธพิศิษฐ์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 14 ตุลาคม 2545 เวลา 10.00-12.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้อง D213 อาคารเจ้าคุณทหาร

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 21 **เดือน** ตุลาคม **พ.ศ.** 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาวิธีการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย
นักศึกษา	นางสาวโสรยา เกิดพิบูลย์
รหัสประจำตัว	43066016
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การอาหาร
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร. ยุพร พืชกมุทร

บทคัดย่อ

การศึกษาวิธีการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยโดยใช้หอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม ผลการศึกษาขนาดของเนื้อหอย โดยใช้เนื้อหอยบดละเอียด หั่น 0.5 เซนติเมตร และ 1.0 เซนติเมตร พบว่าขนาดของเนื้อหอยที่ผู้ชิมยอมรับ และสะดวกต่อการปั้นขึ้นรูปลูกชิ้น ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง คือ ขนาด 0.5 เซนติเมตร ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมคือ บดละเอียด การศึกษาอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย 3 ระดับ ได้แก่ 85 : 15 80 : 20 และ 75 : 25 ศึกษาร่วมกับปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 3 5 และ 8 จัดสิ่งทดลองเป็นแบบ factorial (3x3) ผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยและปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมที่ผู้ชิมยอมรับ และมีต้นทุนการผลิตต่ำ ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ คือที่ระดับ 75 : 25 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 และในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงและลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม คือที่ระดับ 85 : 15 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 นอกจากนี้ที่อัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยคงที่ การเพิ่มปริมาณแป้งจากร้อยละ 3 ไปเป็นร้อยละ 8 ทำให้ความแข็งของเจลลูกชิ้นเพิ่มขึ้น และเมื่อปริมาณของแป้งมันสำปะหลังคงที่ การเพิ่มของปริมาณเนื้อหอยในสูตรจากร้อยละ 15 ไปเป็นร้อยละ 25 ทำให้ความแข็งของเจลลดลง

เมื่อนำลูกชิ้นทั้ง 3 ชนิดมาเก็บรักษา โดยบรรจุในถุง N /LLDPE (nylon/ laminate low density polyethylene) ปิดผนึกสภาวะบรรยากาศและสุญญากาศ เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดมีค่าด่างที่ระเหยได้ลดลง ความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น เมื่อเปรียบเทียบสภาวะในการเก็บรักษาพบว่าลูกชิ้นที่บรรจุสภาวะสุญญากาศสามารถเก็บได้นานกว่าที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ โดยลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ สามารถเก็บได้มากกว่า 6 วัน และที่บรรจุสภาวะสุญญากาศสามารถเก็บได้มากกว่า 12 วัน และ 9 วัน ตามลำดับ ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ สามารถเก็บได้มากกว่า 9 วัน และที่บรรจุสภาวะสุญญากาศสามารถเก็บได้มากกว่า 12 วัน

อย่างไรก็ตามระหว่างที่มีการเก็บรักษาไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค อันได้แก่ *E. coli* , *V. parahaemolyticus* และ *Cl. perfringens*

เมื่อคิดต้นทุนการผลิตจากราคาของวัตถุดิบที่ใช้พบว่า ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่มีราคา 0.57 บาท/ลูก ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงมีราคา 0.65 บาท/ลูก และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมมีราคา 0.81 บาท/ลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Study on Shellfish mixed Fishball Production
Student	Miss Soraya Kerdpiboon
Student ID.	43066016
Degree	Master of Science
Programme	Food Science
Year	2002
Thesis advisor	Dr. Yuporn Puechkamut

ABSTRACT

Production of shellfish mixed fishball was studied. Three kinds of shellfish as green mussel, ark shell and pacific oyster were used. The effect of shellfish size on the acceptance of panelists was performed. All shellfish were ground into 3 size, minced, 0.5 cm and 1.0 cm. In the case of green mussel mixed fishball and ark shell mixed fishball, the size that giving the good sensory score and giving the paste that easily forming to be ball during process was 0.5 cm. On the other hand, in the case of pacific oyster mixed fishball, the fishballs from minced shellfish haved the higher acceptability score than those of other samples.

The factorial experimental design (3x3) was used to evaluate the effect of surimi : shellfish ratio and tapioca flour ratio on the fishball texture. The ratio of surimi : shellfish at 85 : 15 , 80 : 20 and 75 : 25 and the ratio of tapioca flour at 3% , 5% and 8% were used. The result found that the ratio of the surimi : shellfish and the ratio of tapioca flour that giving the highest acceptability score and having the low cost production, in the case of green mussel mixed fishball was 75 : 25/ 8%, and in the case of ark shell mixed fishball and pacific oyster mixed fishball were 85 : 15/ 8% . Moreover, if the ratio of surimi : shellfish ratio was constant, the increasing in tapioca flour ratio from 3% to 8%, the hardness of the fishball was increased. On the other hand, if the tapioca flour ratio was constant, the increasing in the shellfish ratio from 15% to 25%, the hardness of the fishball was decreased.

The shell-life of all 3 kinds of shellfish mixed fishball was elucidated. The shellfish mixed fishballs were packed in N/ LLDPE (nylon/ laminate low density polyethylene) and kept at 4 $^{\circ}$ C for 15 days. The result from all samples showed that total volatile based nitrogen (TVB-N) was increased and pH was decreased after storage time was prolonged. When compared the packing condition, the product that kept in vacuum packed had the longer shelf-life that those kept in the

atmosphere packed. The green mussel mixed fishball and ark shell mixed fishball could stored more than 6 days in atmosphere packed and more than 12 days and 9 days in vacuum packed, respectively. In the case of pacific oyster mixed fishball, the fishball could stored more than 9 days in atmosphere packed and more than 12 days in vacuum packed. However, during storage there weren't pathogenic bacterias and the harmful microorganisms such as *E. coli* , *V. parahaemolyticus* and *Cl. perfringens.*

The production cost of shellfish mixed fishball was calculated by using the cost of all kind ingredients. The result showed that the production cost of green mussel mixed fishball , ark shell mixed fishball and pacific oyster mixed fishball was 0.57 baht/ ball, 0.65 baht/ ball and 0.81 baht/ ball, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ดร. ยุพร พืชกมุทร ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รวมทั้งกรุณาให้ความรู้ ข้อคิดเห็น คำแนะนำอันมีค่า และคำปรึกษาต่าง ๆ เป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้าในการทำวิจัย ตลอดจนช่วยตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. ระติพร หาเรือนกิจ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ที่ให้เกียรติเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และกรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมแก่ข้าพเจ้า ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่มอบความรู้ คำสั่งสอนแก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาในการศึกษา จนกระทั่งข้าพเจ้าประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มยุรี จัยวัฒน์ อาจารย์ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ถุงบรรจุลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย ตลอดจนเพื่อนนักศึกษาปริญญาโททุกท่านที่ให้กำลังใจที่ดีตลอดมา และขอขอบพระคุณภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณพระคุณของบิดา มารดา พี่สาวของข้าพเจ้า ที่ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจในการเรียน และการทำวิจัยเป็นอย่างดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

โสรยา เกิดพิบูลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... V

สารบัญ..... VI

สารบัญตาราง..... VIII

สารบัญภาพ..... XII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของวิทยานิพนธ์..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 1

1.3 ขอบเขตการวิจัย..... 2

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 ลักษณะของหอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม..... 3

2.2 การทำความสะอาดและการเตรียมเนื้อหอย..... 6

2.3 ซูริมิ..... 8

2.4 กระบวนการผลิตลูกชิ้น..... 11

2.5 การใช้แป้งเพื่อช่วยเสริมความแข็งแรงของเจล..... 12

2.6 อายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลา..... 16

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ..... 18

3.1 วัตถุดิบ และสารเคมี..... 18

3.2 อุปกรณ์..... 19

3.3 สถานที่ดำเนินการ..... 19

3.4 วิธีการทดลอง..... 19

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	24
4.1 ผลการศึกษาขนาดของเนื้อหอยที่เหมาะสมในการทำลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย	24
4.2 ผลการศึกษาผลของอัตราส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย และผลของปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค	26
4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย	34
4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย	47
4.5 การคำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย	47
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	50
ข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก	
ก. ภาพผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย	57
ข. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	61
ค. วิธีการวิเคราะห์	64
ง. ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ	73
ประวัติผู้เขียน	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อหอยสดชนิดต่าง ๆเปรียบเทียบกับปลาทะเล ในปริมาณ 100 กรัม..... 5

2.2 คุณภาพของเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งของประเทศไทย..... 11

2.3 ปริมาณความชื้น คะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส ความเงามัน และความชุ่มน้ำ ของลูกชิ้นปลาน้ำดอกไม้ ผู้ชิม 19 คน 15

2.4 ปริมาณความชื้น คะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส ความเงามัน และความชุ่มน้ำ ของลูกชิ้นปลาทรายแดง ผู้ชิม 16 คน 16

3.1 แสดงส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย คิดเป็นร้อยละ โดยน้ำหนักของเนื้อปลาบดรวมกับเนื้อหอย..... 22

4.1 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ที่เตรียมจากเนื้อหอยแมลงภู่ที่มีขนาดต่างกัน..... 24

4.2 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่เตรียมจากเนื้อหอยแครงที่มีขนาดต่างกัน..... 25

4.3 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่เตรียมจากเนื้อหอยนางรมที่มีขนาดต่างกัน..... 26

4.4 ค่าความแข็ง ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่ผลิต โดยการแปรสัดส่วน เนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแมลงภู่ และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง..... 27

4.5 ค่าความแข็ง ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วน เนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครงและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง..... 28

4.6 ค่าความแข็ง ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วน เนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยนางรมและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง..... 28

4.7 ค่าความยืดหยุ่น ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่ผลิต โดยการแปรสัดส่วน เนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแมลงภู่ และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง..... 29

4.8 ค่าความยืดหยุ่น ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วน เนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครงและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง..... 29

4.9 ค่าความยืดหยุ่น ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วน เนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยนางรมและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง..... 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.10 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่ผลิต โดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแมลงภู่ และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง..... 31

4.11 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่ผลิต โดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครงและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง..... 32

4.12 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่ผลิต โดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยนางรมและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง..... 33

4.13 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน 42

4.14 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน 42

4.15 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน 43

4.16 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน..... 44

4.17 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน..... 45

4.18 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน..... 46

4.19 องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย..... 47

4.20 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่สูตรพื้นฐาน..... 48

4.21 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงสูตรพื้นฐาน..... 48

4.22 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมสูตรพื้นฐาน..... 49

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.23 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นปลาสูตรพื้นฐาน..... 49

ง1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ผู้ทดสอบชิม 18คน)โดยแปรขนาดของเนื้อหอยแมลงภู่..... 74

ง2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ผู้ทดสอบชิม 18คน)โดยแปรขนาดของเนื้อหอยแครง..... 75

ง3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ผู้ทดสอบชิม 18คน)โดยแปรขนาดของเนื้อหอยนางรม..... 76

ง4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ผู้ทดสอบชิม 18คน) โดยแปรอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแมลงภู่ และปริมาณแป้งมันสำปะหลัง..... 77

ง5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ผู้ทดสอบชิม 18คน) โดยแปรอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครง และปริมาณแป้งมันสำปะหลัง..... 78

ง6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม(ผู้ทดสอบชิม 18คน) โดยแปรอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยนางรม และปริมาณแป้งมันสำปะหลัง..... 79

ง7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความแข็งแรงของเจล และความยืดหยุ่นของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ที่ผลิตโดยแปรอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแมลงภู่ และปริมาณแป้งมันสำปะหลัง..... 80

ง8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความแข็งแรงของเจล และความยืดหยุ่นของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่ผลิตโดยแปรอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครง และปริมาณแป้งมันสำปะหลัง..... 80

ง9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความแข็งแรงของเจล และความยืดหยุ่นของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่ผลิตโดยแปรอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยนางรม และปริมาณแป้งมันสำปะหลัง..... 81

ง10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณด่างที่ระเหยทั้งหมด (TVB-N) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ที่เก็บในสภาวะบรรยากาศ และสุญญากาศ..... 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณด่างที่ระเหยทั้งหมด (TVB-N) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่เก็บในสภาวะบรรยากาศ และสุญญากาศ..... 83

ง12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณด่างที่ระเหยทั้งหมด (TVB-N) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่เก็บในสภาวะบรรยากาศ และสุญญากาศ..... 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 หอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม..... 4

2.2 การผลิตลูกชิ้นปลา..... 11

2.3 ลักษณะของเม็ดแป้งที่ส่องดูด้วยกล้อง microscopic ที่อุณหภูมิห้อง โดย a คือ เม็ดแป้งที่อยู่ในเนื้อปลาบด และ b คือเม็ดแป้งที่อยู่ในน้ำ..... 13

2.4 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดแป้งที่ อุณหภูมิสูงขึ้นจาก 23-90 องศาเซลเซียส..... 14

3.1 การทำลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย..... 21

4.1 ปริมาณด่างที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส..... 35

4.2 ปริมาณด่างที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส..... 35

4.3 ปริมาณด่างที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส..... 36

4.4 ค่าความเป็นกรดด่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส..... 37

4.5 ค่าความเป็นกรดด่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส..... 37

4.6 ค่าความเป็นกรดด่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส..... 38

4.7 ปริมาณความชื้นของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส..... 39

4.8 ปริมาณความชื้นของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส..... 39

4.9 ปริมาณความชื้นของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส..... 40

ก1 เนื้อหอยแมลงภู่ที่บดละเอียด หั่นขนาด 0.5 เซนติเมตร และ 1.0 เซนติเมตร..... 58

ก2 ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่..... 58

ก3 เนื้อหอยแครงที่บดละเอียด หั่นขนาด 0.5 เซนติเมตร และ 1.0 เซนติเมตร..... 59

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก4 ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง.....	59
ก5 เนื้อหอยนางรมที่บดละเอียด หั่นขนาด 0.5 เซนติเมตร และ 1.0 เซนติเมตร.....	60
ก6 ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม.....	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ลูกชิ้นเป็นผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งคนไทยและประเทศใกล้เคียง นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย การผลิตลูกชิ้นจะนำเนื้อสัตว์มาบดผสมกับเครื่องปรุง เครื่องเทศ วัตถุเจือปนอาหารอื่น จากนั้นทำให้เป็นรูปร่างตามต้องการ ลวกให้สุก ปัจจุบันการพัฒนาการผลิตลูกชิ้นมีการผสมส่วนผสมให้มีความหลากหลายตามความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น เช่น ลูกชิ้นกุ้ง ลูกชิ้นปู ลูกชิ้นปลาหมึก ลูกชิ้นสาหร่าย ดังนั้นหากนำเนื้อหอย เช่น หอยนางรม หอยแครง และหอยแมลงภู่ ซึ่งมีลักษณะเด่น คือหอยทั้ง 3 ชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการ ประกอบด้วยโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุที่สำคัญ เช่น เหล็ก และแคลเซียม นอกจากนี้ หอยแครง และหอยแมลงภู่มีสีสันที่สวยงาม เมื่อนำมาผสมในลูกชิ้นปลา จะเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มความหลากหลายในการบริโภค โดยผู้บริโภคที่ชอบรับประทานเนื้อหอยอยู่แล้ว สามารถเลือกรับประทานเนื้อหอยได้หลายรูปแบบมากขึ้น และยังอาจทำให้ผู้บริโภคอื่น ๆ หันมาสนใจรับประทานเนื้อหอยกันมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของเนื้อหอยทั้ง 3 ชนิด

คุณสมบัติที่ดีของลูกชิ้นปลา ได้แก่การมีความยืดหยุ่น ลูกชิ้นปลาที่มีความยืดหยุ่นดีนั้น จะมีความสัมพันธ์กับชนิดของปลา ความสด และเทคนิคที่ใช้ในการแปรรูป นอกจากนี้ส่วนผสม (ingredient) ที่เหมาะสมก็สามารถปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลได้ แป้ง เป็นส่วนผสมหนึ่งที่ช่วยในการเสริมความแข็งแรงของเจล (Okada, 1985 ; จิรวัฒน์ ยงสวัสดิกุล, 2541) การเติมแป้งในปริมาณที่พอเหมาะ ช่วยเสริมความแข็งแรงของเจล และยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตลูกชิ้น การวิจัยครั้งนี้จึงเกี่ยวข้องกับการเตรียมวัตถุดิบ และ ผลของแป้งที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลา เพื่อผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย เป็นการเพิ่มความหลากหลายของผู้บริโภค และสามารถผลิตได้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1. ศึกษาวิธีการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย โดยศึกษาชนิด และวิธีการเตรียมเนื้อหอย และสัดส่วนที่ เหมาะสมของ เนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย
2. ศึกษาผลของแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

3. ศึกษาอายุการเก็บของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยในสภาวะต่าง ๆ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิธีการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย โดยศึกษาชนิดและวิธีการเตรียมเนื้อหอย ได้แก่หอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม สัดส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย และปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค รวมทั้งศึกษาอายุการเก็บของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยในสภาวะบรรยากาศ และสุญญากาศ

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยได้โดยทราบวิธีการเตรียมเนื้อหอย ทราบสัดส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย และปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้น สามารถบอกอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะของหอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม

หอยที่นิยมนำมาบริโภค มีหลายชนิด ได้แก่ หอยแมลงภู่ (green mussel) หอยแครง (cockle, ark shell) และหอยนางรม (pacific oyster) หอยทั้งสามชนิดนี้ จัดเป็นสัตว์น้ำจำพวกหอยสองฝา (bivalves) มีเปลือกหุ้มตัวแบ่งเป็น 2 ซีก อยู่ในกลุ่มของ มอลลัส (molluscs) ในไฟลัมมอลลัสกา (Phylum Mollusca) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นิยมนำมาปรุงเป็นอาหาร บริโภคกันอย่างแพร่หลาย (กรมประมง, 2535)

หอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) อยู่ใน Family Mytidae เป็นหอยสองฝา มีลำตัวอ่อนนุ่มภายในเปลือก ลักษณะเปลือกเป็นรูปยาวรีด้านหน้าเรียวยาวแหลม ด้านท้ายป้าน เปลือกทั้งสองข้างมีลักษณะเหมือนกันและเท่ากัน เปลือกด้านนอกมีสีเขียวอมน้ำตาล เปลือกด้านในมีสีขาวขุ่นมันวาว เนื้อมีสีเหลืองนวลหรือสีส้ม อาศัยตามปีกโป๊ะหรือเกาะตามเสาไม้ไผ่ บริเวณปากแม่น้ำที่มีพื้นเป็นโคลน เช่น ชลบุรี สมุทรปราการ สมุทรสงคราม สมุทรสาคร (Dore, 1991 ; กรมประมง, 2535) หอยแมลงภู่เป็นหอยที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยง เพราะสามารถเกาะเลี้ยงลำตัวได้ตามพื้นที่ต่าง ๆ โดยการสร้างเส้นใยสำหรับเกาะกับวัสดุที่เรียกว่า หนวด (byssal threads) และสามารถนำมาเลี้ยงได้ง่าย วิธีการเลี้ยงหอยที่นิยมใช้ในประเทศต่าง ๆ มีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี คือ การเลี้ยงระบบปักหลัก การเลี้ยงแบบพื้นทะเล และการเลี้ยงแบบแขวน หอยชนิดนี้มักพบมากในเขตน้ำขึ้นน้ำลง ตลอดจนบริเวณที่มีน้ำท่วมตลอดในอ่าวไทยพบตามพื้นที่ตื้นบริเวณชายฝั่งทะเลที่ลึกในระดับน้ำประมาณ 10 เมตร พบมากในจังหวัดตราด ชลบุรี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ สมุทรสงคราม เพชรบุรี และนครศรีธรรมราช (อนันต์ สาระยา, 2537)

หอยแครง (*Arca granulosa*) อยู่ใน Family Arcidae เป็นหอยสองฝาลักษณะค่อนข้างกลม เปลือกหนา ปกติมีสีน้ำตาลอมดำ แต่ถ้าหอยอยู่ในบริเวณที่น้ำตื้นและน้ำแห้งเสมอ ฝาด้านบนจะมีสีขาว อาศัยอยู่พื้นท้องทะเลชายฝั่งตื้น ๆ ที่เป็นโคลนหรือโคลนเหลว พบมากที่จังหวัดชลบุรี เพชรบุรี สุราษฎร์ธานี ปัตตานี

หอยนางรม หรือหอยตะโกรม (*Crassostrea gigas*) อยู่ใน Family Ostreidae เป็นหอยสองฝาโดยทั่วไปจะมีขนาดใหญ่ หอยนางรมที่เจริญเติบโตบนวัตถุแข็ง เช่น หินปูนหรือซีเมนต์ เปลือกจะมีจำนวนร่องมาก แต่ถ้าเจริญเติบโตในน้ำที่มีความเค็มสูง เปลือกจะแข็งกว่าหอยที่อยู่ในที่มีความเค็มต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพร่กระจายในแถบปากแม่น้ำชายฝั่งของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ตรัง ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ ระยอง และจันทบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ภาพที่ 2.1 หอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม

ที่มา : กรมประมง (2535)

หอยแมลงภู่ (green mussel) หอยแครง (ark shell) และหอยนางรม (pacific oyster) จัดเป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางโภชนาการอยู่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับปลาชนิดอื่น คือประกอบด้วยโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม อีกทั้งยังมีสีสันที่สวยงาม เป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค คุณค่าทางโภชนาการของหอยทั้ง 3 ชนิดแสดงไว้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อหอยสดชนิดต่าง ๆ เปรียบเทียบกับปลาทะเล ในปริมาณ 100 กรัม

Nutrients and units		Alaska Pollock	Oyster, Pacific	Ark shell	Mussel
Proximate :					
Food energy	Kcal		81	55-64	86
Protein	g	16.89	9.45	10.9-14.1	11.90
Total lipid (fat)	g	0.45	2.3	0.41-1.0	2.24
Carbohydrate, total	g		4.95	1.2-2.6	3.69
Minerals :					
Calcium	mg		8		
Iron	mg		5.11		26
Magnesium	mg		22		3.95
Phosphorus	mg		162		34
Potassium	mg		168		197
Sodium	mg		106		320
Zinc	mg		16.62		286
Copper	mg		1.5765		1.60
Manganese	mg		0.643		0.094
Vitamins :					
Thiamin	mg				
Riboflavin	mg		0.067	0.12	
Niacin	mg		0.233	0.28	
Pantothenic acid	mg		2.010		
Vitamin B_6	mg				
Vitamin B_{12}	mg			183	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

Nutrients and units		Alaska Pollock	Oyster, Pacific	Ark shell	Mussel
Lipids, of which : Fatty acids :			0.510		0.425
Saturated , total	g		0.358		0.507
Monounsaturated , total	g		0.894		0.606
Polyunsaturated , total	g				28

[1]ตำแหน่งที่ว่างหมายถึงไม่มีข้อมูล

ที่มา : รวบรวมจาก อำนวย โชติญาณวงษ์ (2524) ; Babbitt (1985) ; Dore (1991)

2.2 การทำความสะอาด และการเตรียมเนื้อหอย

คนไทยนิยมบริโภคหอยกันมาก เนื่องจากเป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางอาหารสูง และมีราคาถูก หาซื้อง่ายตลอดปี หอยที่นิยมบริโภคโดยทั่วไปได้แก่ หอยนางรม หอยแครง และหอยแมลงภู่ แต่ด้วยเหตุที่ว่าธรรมชาติของหอยนั้นมีลักษณะการกินอาหารในลักษณะดูด และการกรอง (filter feeding) สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กต่าง ๆ ที่ล่องลอยอยู่ในกระแสน้ำไม่ว่าจะเป็นแพลงค์ตอนพืช แพลงค์ตอนสัตว์ แบคทีเรีย หรือแม้แต่เศษดินที่ลอยอยู่ในน้ำ จึงมีโอกาสที่จะสะสมตัวอยู่ในหอยได้ง่าย ประกอบกับพื้นที่เลี้ยงหอยส่วนมากเป็นป่าชายเลนปากแม่น้ำ หรือในเขตอื่น ๆ ที่มักได้รับอิทธิพลจากน้ำจืด เป็นแหล่งที่รองรับของเสียต่าง ๆ เมื่อรวมข้อเสียของพื้นที่เลี้ยงหอยกับธรรมชาติการกินอาหารของหอย ทำให้เรามักพบรายงานการปนเปื้อนของแบคทีเรียในหอยชนิดต่าง ๆ อยู่เสมอ ที่สำคัญได้แก่ *Vibrio sp.* ซึ่งเป็นตัวการของโรคท้องร่วง เป็นต้น นอกจากแบคทีเรียแล้ว ยังมีการปนเปื้อนของสาหร่ายบางชนิด เช่น *Gonyaulax sp. , Dinophysis sp.* ที่เป็นสาเหตุที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ง่าย เนื่องจากเป็นสาเหตุของอาหารเป็นพิษ DSP (diarrhetic shellfish poisoning) ไม่เพียงแต่เชื้อแบคทีเรียและสาหร่ายเป็นพิษ ที่อาจพบได้ในหอย ของเสียชนิดอื่น ๆ ที่มีโอกาสเข้าไปสะสมในตัวหอยอื่น ๆ ยังมีตั้งแต่โลหะหนัก ตลอดไปจนถึงคราบน้ำมันดิบ

การล้างทำความสะอาดนั้น มีจุดประสงค์เพื่อกำจัดเมือก เลือด จุลชีพ และสิ่งสกปรกอื่น ๆ ที่ปนเปื้อนมากับสัตว์น้ำ การล้างต้องใช้น้ำสะอาด ขั้นตอนการล้างจะต่างกันตามชนิดของสัตว์น้ำ หรือระยะที่ล้าง เช่น การล้างในเรือ การล้างที่ท่าเทียบเรือ หรือการล้างในโรงงานแปรรูป โดยปกติการล้างนั้นจะใช้น้ำฉีดบนกองปลา หรือในภาชนะบรรจุ การหมุนไปมาระหว่างล้างจะช่วยให้สัตว์น้ำสะอาดดีขึ้น

สำหรับสัตว์น้ำพวกหอยระหว่างล้างควรใช้แปรงช่วยขัดถูเปลือกด้วย ถ้าเป็นหอยที่แกะเปลือกแล้วจะใช้ลมเป่า วิธีการคือใส่หอยที่แกะเปลือกแล้วในถังที่มีน้ำและมีตะแกรงอยู่เหนือก้นถัง 2-3 เซนติเมตร เพื่อกันไม่ให้หอยจมลงสู่ก้นถัง แล้วเป่าอากาศเข้าไปทางก้นถังผ่านตะแกรง น้ำจะหมุนเวียนพัดพาทราย เศษเปลือก และสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ หลุดจากตัวหอย ถ้าเป็นหอยทะเลเมื่อนำมาล้างในน้ำจืด หอยจะดูดน้ำทำให้น้ำหนักเพิ่ม ดังนั้นในสหรัฐอเมริกาจึงมีกฎหมายระบุเวลาที่ใช้ในการเป่าอากาศไว้ด้วยเพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภค (นงนุช รักสกุลไทย, 2538)

อย่างไรก็ตามสามารถกำจัดหรือลดจำนวนการปนเปื้อนให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภคได้โดยกระบวนการที่เรียกว่า Depuration ซึ่งหมายถึงกระบวนการที่นำหอยที่ปนเปื้อนสิ่งสกปรกหรือไม่ได้มาตรฐานอนามัยมาทำความสะอาดเพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยหอยที่ผ่านขั้นตอนการทำ Depuration อาจหมายถึงการที่หอยทำความสะอาดตัวมันเอง (self purification) โดยอาศัยกระบวนการทางชีวภาพก็ได้ (คมน์ ศิลปาจารย์ และ ทรงชัย สหวัชรินทร์, 2533) Depuration มีจุดประสงค์เพื่อลดปริมาณแบคทีเรีย และขจัดแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคออกจากตัวหอย เพื่อให้ปลอดภัยต่อการบริโภค

Putro *et al.* (1990) ได้ทดลองทำความสะอาดหอยสองฝา ด้วยเครื่อง Depuration โดยใช้หอยแครง ark และหอยแมลงภู่ ควบคุมอุณหภูมิน้ำที่ 28 องศาเซลเซียส ใช้วิธีฆ่าเชื้อด้วยรังสี UV ผลการทดลองพบว่า หลังจาก 72 ชั่วโมง สามารถลดจำนวน *E. coli* ในหอยแครงได้จาก 333/ กรัม เป็นศูนย์ ในหอยแมลงภู่ลดได้จากมากกว่า 1100/กรัม เป็นศูนย์ ส่วนในหอย ark ลดจาก 386/กรัม เหลือ 1/กรัม แต่ไม่สามารถลดจำนวน *V. parahaemolyticus* ได้ในทุกตัวอย่าง

ในการแกะเนื้อหอย (shucking) สัตว์มีเปลือกจำพวกหอย ส่วนใหญ่ต้องแกะด้วยมือ ยกเว้นในพวกที่ทำให้สุกแล้ว การทำให้สุกทำให้เนื้อหอยหดตัว เกิดช่องว่างระหว่างเนื้อกับเปลือก จึงดึงเนื้อออกจากเปลือกได้ง่าย การแยกเนื้อทำโดยใส่หอยลงในถังที่เจาะรูสำหรับให้เนื้อหอยลอดออกมาได้ เมื่อเขย่า และหมุนถังในแนวนอน เนื้อจะหลุดจากเปลือกและลอดออกตามรูที่เจาะไว้ การแกะหอยสองฝา ให้ใช้วิธีให้ความร้อนทำให้หอยสุกบางส่วน ฝาจะเปิดออก ใส่หอยในถังที่มีน้ำเกลือแล้วเขย่าแยกเนื้อออกจากเปลือก น้ำเกลือต้องเค็มมากพอที่จะทำให้เนื้อหอยลอย และสามารถแยกออกมาได้

หอยเปลือกที่รับซื้อมา ส่วนหนึ่งจะขายไปจนถึงผู้บริโภคในรูปหอยเปลือก และยังมีอีกส่วนหนึ่งที่จะถูกนำมาแปรรูปในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งผู้แปรรูปจะแปรรูปเพื่อขายหอยในราคาที่ดีขึ้น ช่วยยืดอายุการเก็บรักษา และลดการเน่าเสีย ตลอดจนลดต้นทุนการขนส่ง และส่งออก เป็นต้น (เรืองไร โตกฤษณะ, 2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอยนางรมนิยมบริโภคในรูปหอยนางรมสด นอกจากนี้ยังมีการแปรรูปเป็นหอยนางรมแช่เยือกแข็ง หอยนางรมกระป๋อง รมควัน ทำซอส น้ำปลา เป็นต้น

หอยแครง นิยมบริโภคโดยการต้ม หรือนำมาดอง

หอยเมลงภู่ นิยมบริโภคเป็นหอยแมลงภู่ต้มแกะเนื้อ หอยต้มตากแห้ง หอยดอง ปรุงรส รมควัน เป็นต้น (สถานีวิจัยประมงศรีราชา, 2543)

2.3 ซูริมิ

ซูริมิ หมายถึงเนื้อปลาที่ผ่านการแยกก้างออก ล้างด้วยน้ำแล้วกำจัดน้ำออกบางส่วน นำมาบดละเอียด ผสมกับน้ำตาล และโพลีฟอสเฟต (polyphosphate) อาจผสมเกลือหรือไม่ผสมก็ได้ เก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็ง (Suzuki, 1981) เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์หลายอย่าง ได้แก่ คามาโบโกะ (kamaboko) ชิกูวา (chiguwa) ปูเทียม และลูกชิ้นปลา เป็นต้น (อุดม สุนทรวิภาต และ จิรวรรณ แย้มประยูร, 2530)

การใช้เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบด (Miyake *et al*., 1985 ; MFRD,1987a) มีข้อได้เปรียบคือ

1. สามารถสำรองปริมาณมาก ๆ ไว้ใช้ในการผลิตได้เป็นเวลานาน
2. ผู้ผลิตไม่จำเป็นต้องเตรียมเนื้อปลาทุกวัน เป็นการประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย เช่น ค่าจ้างแรงงาน และเครื่องมือ ทำให้ผู้ผลิตหันมาสนใจการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้คุณภาพมากขึ้น
3. การแช่เยือกแข็งเนื้อปลาบด สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าปลาทั้งตัว เช่น ในกรณีของเนื้อที่เก็บ และขนส่งเนื่องจากเป็นส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ทั้งสิ้น
4. สามารถแยกขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบออกจากกระบวนการแปรรูป และผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้ ทำให้มีระบบการควบคุมทางด้านการสุขาภิบาลที่ดีขึ้น

การผลิตเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งนั้นต้องใช้ปลาที่มีคุณสมบัติในการเกิดเจลที่ดี เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียว ยืดหยุ่นตามต้องการ ปลาแต่ละชนิดจะให้เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งที่มีคุณภาพของเจลที่แตกต่างกัน เนื่องจากองค์ประกอบของเนื้อปลาไม่เหมือนกัน (สุทธวัฒน์ เบญจกุล และ วรรณพ วิเศษสงวน, 2541) ในประเทศญี่ปุ่นมีการผลิต และบริโภคมาก มีการนำเข้าเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งที่ผลิตจากปลาชนิดต่าง ๆ จากหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกาและรัสเซีย (จาก Alaska Pollock) นิวซีแลนด์ (จาก hoki) อาร์เจนตินา (จาก Southern Blue Whiting) ปลาที่นิยมใช้ในการผลิตเนื้อปลาบดมากที่สุดคือ Alaska Pollock (*Therogra chalcogramnia*) เป็นปลาทะเลที่มีไขมันน้อย ราคาถูก และมีปริมาณมาก สำหรับประเทศไทยมีการนำปลาหน้าดินขนาดเล็กหลายชนิดมาผลิต เช่น ปลาจวด (jew fish) ปลาทรายแดง (threadfin bream) เป็นต้น (Kano, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในการผลิตเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง มีลำดับขั้นตอนและรายละเอียดพอสรุปได้ดังนี้ (อุดม สุนทรวิภาต และจิรวรรณ แย้มประยูร, 2530 ; Lee, 1984 ; Miyake *et al*., 1985 and MFRD, 1987a)

1. การคัดเลือกวัตถุดิบ ปลาที่ใช้ผลิตควรมีความสดสม่ำเสมอ ควรเก็บในน้ำแข็งระหว่างการขนส่ง เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโปรตีน ไม่ควรใช้วิธีการแช่เยือกแข็งเพราะจะทำให้เนื้อปลาบดไม่เหนียว

2. การตัดแต่ง ปลาที่ใช้ในการผลิตมักมีขนาดเล็กและไม่สม่ำเสมอ ต้องเสียเวลา และใช้แรงงานคนในการตัดหัวควักไส้ ซึ่งควรตัดแต่งอย่างรวดเร็ว หลังจากเนื้อปลาผ่านระยะเกร็งตัวไปแล้ว

3. การล้างทำความสะอาด การใช้น้ำผสมน้ำแข็งล้างปลาภายหลังการตัดแต่ง เป็นวิธีการที่ช่วยให้เนื้อปลาบดมีคุณภาพดี และเป็นการขจัดสิ่งปนเปื้อนเช่น เกล็ด และเลือด

4. การแยกเนื้อปลา ใช้เครื่องแยกเนื้อปลา ที่นิยมมี 2 ระบบ คือ ระบบ Auger และระบบสายพานและลูกกลิ้ง (drum type) ปลาที่ตัดหัวควักไส้แล้ว เมื่อผ่านเครื่องแยกจะได้เนื้อปลาประมาณร้อยละ 40-70 ของน้ำหนักเนื้อปลาตั้งต้น ซึ่งขึ้นกับชนิดของปลา ขนาดและชนิดของเครื่องด้วย

5. การล้างเนื้อปลาบด การล้างจะล้างด้วยน้ำเกลือ 2 ครั้ง ครั้งแรกจะใช้น้ำเกลือ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.2 แล้วล้างด้วยน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.3 อีก 1 ครั้ง ใช้อัตราส่วนเนื้อปลาต่อน้ำเกลือเป็น 1 ต่อ 4 วัตถุประสงค์การล้าง เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นให้ผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านการนวด และเป็นการกำจัดไขมัน หนัง เลือด เอนไซม์ และสิ่งเจือปนอื่น ๆ นอกจากนี้ยังสามารถกำจัดกลิ่นที่ไม่ดีของเนื้อปลาได้ แต่ข้อเสียคือจะสูญเสียน้ำหนักของเนื้อปลาสูงร้อยละ 30 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเครื่องมือ วิธีการล้าง ในระหว่างการล้างควรมีระบบกวาดไขมันซึ่งลอยอยู่ทิ้งไปในการล้างครั้งที่ 1 และควรสลัดน้ำแต่ละครั้งออกให้มากเท่าที่จะทำได้ก่อนที่เนื้อปลาจะผ่านไปยังถังล้างต่อไป

6. การกำจัดน้ำออก จะกำจัดน้ำออกจากเนื้อปลาให้เหลือความชื้นประมาณร้อยละ 80-85 ของความชื้นเนื้อปลา อาจใช้เครื่องบีบระบบสกรู (screw press) หรือใส่เนื้อปลาในถุงไนล่อน แล้วบีบน้ำออกโดยใช้เครื่องบีบน้ำระบบไฮดรอลิค หรือใช้เครื่องเหวี่ยง 1800 รอบ/ นาที เป็นเวลา 10 นาที ถ้าใช้เครื่องบีบน้ำระบบไฮดรอลิค ไม่ควรใช้แรงอัดมากหรือใช้เวลานานเกินความจำเป็น เพราะจะทำให้อุณหภูมิของเนื้อปลาสูงขึ้น อย่างไรก็ตามอาจแก้ไขโดย ดัดแปลงให้มีการผ่านท่อน้ำเย็นไว้รอบ ๆ ตัวถังอัดนั้น

7. การแยกเกล็ดและก้าง นำเนื้อปลาที่ได้ผ่านเข้าเครื่องแยกเกล็ดและก้าง (strainer) เพื่อกำจัดเกล็ด หนัง และก้างปลาที่ติดค้างอยู่ออกไปโดยต้องมีการรักษาอุณหภูมิให้ต่ำอยู่ตลอดเวลา แต่ในปัจจุบันนี้ขั้นตอนการแยกเกล็ด และกระดูกนั้นนิยมทำกันหลังจากที่เนื้อปลาผ่านขั้นตอนการล้างน้ำ โดยนำเนื้อปลาที่ได้ผ่านเข้าเครื่องรีไฟน์เนอร์ (refiner) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีแกนกลางเป็นเกลียวหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบด้วยความเร็วสูง เพื่อที่จะผลักให้เนื้อปลาผ่านตะแกรงที่มีรูเล็ก ๆ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2-3.2 มิลลิเมตร ส่วนของหนัง เกล็ด และก้างจะติดค้างอยู่ภายในไม่ผ่านรูนี้ออกไป

8. การนวดผสม นำเนื้อปลามานวดผสมกับสารป้องกันโปรตีนเสื่อมสภาพจากการแช่แข็ง (cryoprotectants) ได้แก่ น้ำตาลซูโครส (sucrose) ซอร์บิทอล (sorbitol) เกลือ (salt) และ โพลีฟอสเฟต (polyphosphate) โดยปริมาณสารต่าง ๆ ที่ใช้คือ น้ำตาลร้อยละ 4-5 ซอร์บิทอลร้อยละ 4-5 เกลือร้อยละ 0-3 และโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0-0.3 โดยน้ำหนักของเนื้อปลาบด การใช้ซอร์บิทอลผสมกับน้ำตาล เพราะการใช้น้ำตาลสูงร้อยละ 8 จะทำให้เนื้อปลาบดมีรสหวานเกินไป การนวดจะใช้เครื่องนวด (grinder) หรือเครื่องตัดผสมอาหาร (silent cutter) ในระหว่างการนวดไม่ควรให้อุณหภูมิสูงเกิน 10 องศาเซลเซียส

9. การบรรจุ แช่เยือกแข็ง และการเก็บรักษา เนื้อปลาที่นวดแล้วจะถูกอัดลงในถุงโพลีโพรไพลีน (polypropylene) แล้วนำไปแช่เยือกแข็งแบบแผ่นความเย็นสัมผัส (contact plate freezer) หรือแบบเป่าพ่นลมเย็น (air blast freezer) ให้อุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ลดลงถึง –20 องศาเซลเซียส ภายใน 4-6 ชั่วโมงเพื่อป้องกันการสูญเสียความสามารถในการเกิดเจล จากนั้นนำเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งบรรจุในกล่องกระดาษและเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า –20 องศาเซลเซียส จะเก็บได้นาน 1-2 ปี หากอุณหภูมิขึ้น ๆ ลง ๆ จะทำให้ความสามารถในการสร้างเจลของเนื้อปลาบดลดลง

สำหรับมาตรฐานอุตสาหกรรมเนื้อปลาบด (ซูริมิ) เยือกแข็ง ได้กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 935-2533, 2533) มีการกำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการทั้งลักษณะทั่วไป กลิ่นรส ความเหนียวเป็นต้น ในการแบ่งระดับชั้นคุณภาพของเนื้อปลาบดนั้น สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (2541) แบ่งเนื้อปลาบดโดยการทดสอบโดยการพับ (folding test) จะนำเนื้อปลาบดมาตัดเป็นชิ้นบาง ๆ ให้มีความหนา 4-5 มิลลิเมตร ทดสอบโดยการกดพับเนื้อปลา ตัวอย่างที่มีรอยแตกหรือฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 2 ส่วน จะอยู่ในระดับเกรด B ตัวอย่างที่มีรอยแตกหรือฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 4 ส่วน จะอยู่ในระดับเกรด A ตัวอย่างที่ไม่มีรอยแตกเมื่อพับเป็น 4 ส่วน จะอยู่ในระดับเกรด AA และตัวอย่างที่สามารถกดพับได้มากกว่า 4 ส่วน จะอยู่ในเกรด SA ตัวอย่างที่มีระดับคุณภาพต่างกันจะมีค่าความแข็งแรงของเจล ความชื้น และค่าความเป็นกรด-ด่างแสดงดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

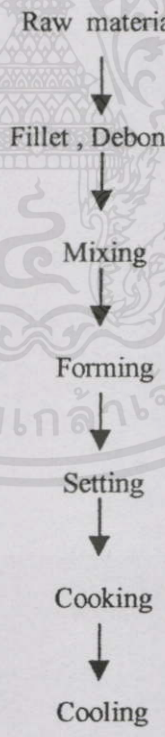
ตารางที่ 2.2 คุณภาพของเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งของประเทศไทย

เกรด	Gel Strength (กรัม.เซนติเมตร)	ความชื้น (ร้อยละ)	ความเป็นกรด-ด่าง
SA	>700	77-78	6.5-8
AA	450-700	77-78	6.5-8
A or FA	350-450	77-78	6.5-8
B	<350	77-78	6.5-8

ที่มา : สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (2541)

2.4 กระบวนการผลิตลูกชิ้น

ขั้นตอนการผลิตลูกชิ้นปลามีวิธีการผลิต หลายขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การผลิตลูกชิ้นปลา

ที่มา : Fish Processing section (1983)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.2 อธิบายได้คือ ขั้นแรกเมื่อใช้เนื้อปลาแล่เป็นวัตถุดิบโดยตรง ต้องบดเนื้อปลาโดยใช้เครื่องบด 3-6 ครั้ง ขณะบดเติมน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกิน 10 องศาเซลเซียส ให้สะดวกต่อการที่เกลือจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับโปรตีน แล้วจึงเติมเกลือร้อยละ 3 ของน้ำหนักเนื้อปลา เพื่อสกัดโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือ การควบคุมอุณหภูมิมีความสำคัญต่อความยืดหยุ่น และความเหนียวของเนื้อปลาบด หากบดเนื้อปลากับเกลือแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องโดยไม่มีการให้ความร้อน เนื้อปลานั้นจะยืดหยุ่นแต่ไม่เหนียว ช่วงเวลาในการนวดเนื้อปลากับเกลือ และเครื่องปรุงต่าง ๆ ใช้เวลา 10 – 20 นาที ขณะนวดเติมน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิ ขั้นตอนการขึ้นรูป (forming) เนื้อปลาที่นวดจนได้ที่แล้ว จะนำมาปั้นเป็นรูปทรงต่าง ๆ โดยใช้เครื่องมือขึ้นรูปหรือใช้มือ แล้วจึงทำให้เกิดการเซ็ตตัว (setting) โดยแช่ลูกชิ้นในน้ำอุ่นอุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแข็งตัว ซึ่งมักใช้เวลาประมาณ 20-30 นาที ขึ้นกับชนิดของปลาที่ใช้ จากนั้นต้ม (cooking) ในน้ำร้อน (90-95 องศาเซลเซียส) ประมาณ 5 นาที เมื่อต้มได้ที่ ลูกชิ้นจะลอยขึ้นบนผิวน้ำ แล้วจึงตักขึ้น ทำให้เย็น (cooling) โดยใช้น้ำเย็น น้ำแข็ง หรือพัดลมเป่า

มีผู้พัฒนาการผลิตลูกชิ้นที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบหลายชนิด ปวีนา น้อยทัพ และ นงนุช รักสกุลไทย (2539) พัฒนาการผลิตลูกชิ้นปลาผสมปลาหมึกและการเก็บรักษา โดยนำปลาหมึกกระดองส่วนลำตัวมาล้างทำความสะอาด สับด้วยเครื่องบดสับจนเนื้อปลาหมึกเกือบละเอียด และนวดผสมกับเนื้อปลาบด ผสมเครื่องปรุง ผ่านขั้นตอนการผลิตเป็นลูกชิ้น พบว่าอัตราส่วนของเนื้อปลาบด : เนื้อปลาหมึก ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดคืออัตราส่วน 60 : 40

การเกิดเจลของเนื้อปลาจัดเป็นคุณสมบัติเชิงหน้าที่ (functional property) ที่สำคัญประการหนึ่ง คุณสมบัติที่ดีของเจลเนื้อปลา ได้แก่คุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัส ลูกชิ้นที่ดีนั้นต้องมีความยืดหยุ่นสูง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชนิดของปลา ความสด และเทคนิคที่ใช้แปรรูป ส่วนผสม (ingredient) ที่เหมาะสมก็สามารถปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลได้ ส่วนผสมนั้นแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นส่วนผสมที่ช่วยในการสกัดโปรตีน และโครงสร้างร่างแหของโปรตีน เช่น เกลือ สารประกอบฟอสเฟต เป็นต้น ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นส่วนผสมที่ช่วยเสริมความแข็งแรงของเจล เช่น ไข่ขาว และแป้ง เป็นต้น (Okada, 1985 ; จิรวัฒน์ ยงสวัสดิกุล, 2541)

2.5 การใช้แป้งเพื่อช่วยเสริมความแข็งแรงของเจล

การเติมแป้ง หรือสตาร์ช ในปริมาณที่พอเหมาะ จะช่วยในด้านความยืดหยุ่น ซึ่งเมื่อนำเนื้อปลาบดที่นวดแล้วให้ความร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส โมเลกุลของแป้งจะเกิดการพองตัว สันนิษฐานว่าโมเลกุลของแป้งที่พองตัวนั้นไปดันให้โมเลกุลของโปรตีนมาชิดกันมากยิ่งขึ้น (อังคณา พูลดำ, 2537)

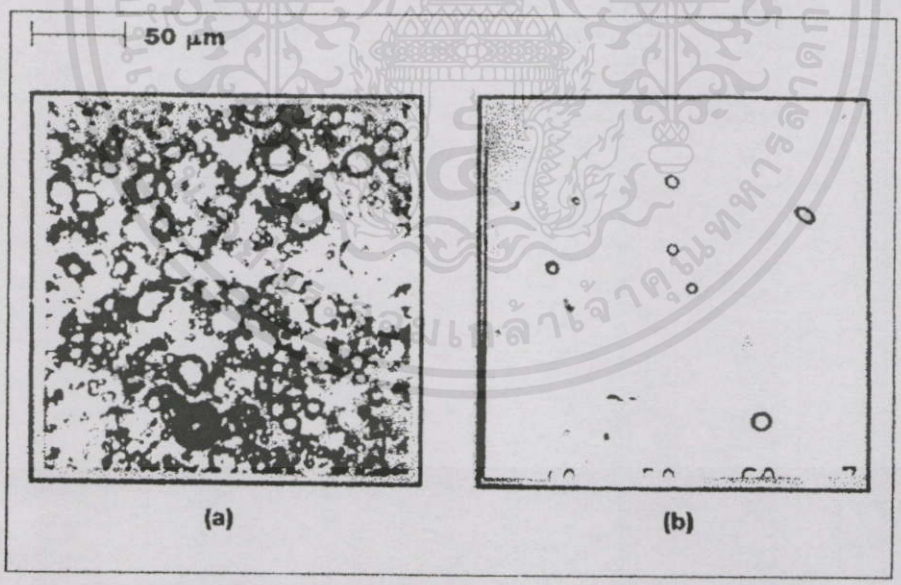
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปเผยแพร่ต่อ ในรูปแบบอื่นใดก็ตาม

การเกิดเจลาติไนซ์ของแป้งก่อให้เกิดความแข็งแรงของเจล แต่การเติมแป้งที่เกิดเจลาติไนซ์ลงไปในเนื้อปลาบด จะได้ผลดีเมื่อกระบวนการเจลาติไนเซชันเกิดขึ้นในเนื้อปลาบด (Suzuki, 1981)

Wu *et al.* (1985) ศึกษาความสามารถในการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนของเนื้อปลา ที่มีการผสมแป้ง และมีการให้ความร้อน พบว่า การเกิดเจลาติไนเซชันของแป้งเป็นสาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแน่นขึ้น เนื่องจากเกิดการจับกันของส่วน actomyosin จากโปรตีนปลา กับแป้ง เกิดเป็น actomyosin-starch combination ในระหว่างที่มีการให้ความร้อน โดยเม็ดแป้งจะเกิดการบวมพองในขณะที่เกิดเจล และการที่มีส่วนผสมของเกลือ น้ำตาลซูโครส ในกระบวนการ เป็นสาเหตุที่ทำให้แป้งเกิดเจลาติไนเซชันที่อุณหภูมิสูงขึ้นด้วย

Sikorski (1990) กล่าวว่า ในขณะที่มีการให้ความร้อน แป้งจะดูดซับน้ำจากเนื้อปลาบด ทำให้แป้งเกิดเจลาติไนซ์บางส่วน และจะไปแทรกตามช่องว่างของโครงสร้างโปรตีน มีผลทำให้โครงสร้างแข็งแรงมากขึ้น นอกจากนี้แป้งยังทำหน้าที่เป็นสารดูดความชื้น (humectant) และเพิ่มความคงตัวของเนื้อปลาบดในกระบวนการแช่แข็ง และการทำละลาย

Kong *et al.* (1999) ศึกษาผลของการเติมแป้ง ที่มีต่อคุณสมบัติด้านความยืดหยุ่นของเจลเนื้อปลาบด สังเกตโดยการใช้ microscopic ผลการส่องดูด้วย microscopic แสดงดังภาพที่ 2.3

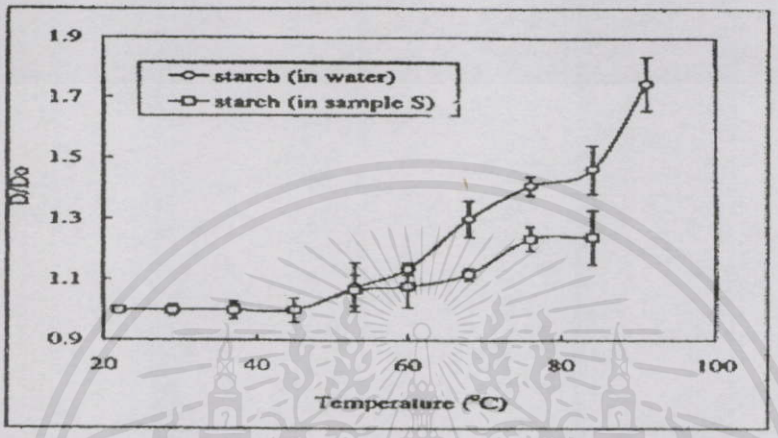


ภาพที่ 2.3 ลักษณะของเม็ดแป้งที่ส่องดูด้วยกล้อง microscopic ที่อุณหภูมิห้อง โดย a เม็ดแป้งที่อยู่ในเนื้อปลาบด และ b คือเม็ดแป้งที่อยู่ในน้ำ

ที่มา : Kong *et al.* (1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.3 สังเกตเห็นได้ว่าเม็ดแป้งในภาพ b มีการบวมพองอย่างอิสระ ต่างจากเม็ดแป้งในตัวอย่างภาพ a ซึ่งถูกจำกัดความสามารถในการบวมพองโดยโปรตีนเนื้อปลา และเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น พบว่าเม็ดแป้งในน้ำ มีอัตราการเพิ่มขนาดในลักษณะที่อิสระมากกว่าการเพิ่มขนาดเม็ดแป้งที่อยู่ในเจลของโปรตีนเนื้อปลา แสดงดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การเปลี่ยนแป้งอัตราส่วนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดแป้ง ที่อุณหภูมิสูงขึ้น จาก 23-90 องศาเซลเซียส

ที่มา : Kong *et al.* (1999)

เมื่อเม็ดแป้งเริ่มเกิดเจลบางส่วนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดของเม็ดแป้ง เม็ดแป้งจะดูดซับน้ำที่มีอยู่ภายในโปรตีนปลา ทำให้เม็ดแป้งบวมพองอยู่ภายในโครงสร้างของเนื้อปลา เจลเนื้อปลาจึงมีความแน่น และแข็งแรงมากขึ้น (Kong *et al.*,1999)

สัดส่วนของแป้งที่ใช้ และน้ำมีความสำคัญต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ การใช้แป้งในปริมาณที่สูงเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์เปราะและแตกง่าย ปกติปริมาณแป้งที่ใช้จะอยู่ในช่วง ร้อยละ 5-8 (Lee, 1984 ; Lee *et al.*, 1992)

จิรวรรณ แย้มประยูร และ พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล (2536) ศึกษาปริมาณแป้งที่ใช้ในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาแช่เยือกแข็ง พบว่า ลูกชิ้นที่ใส่แป้งจะมีผลให้ผิวภายนอกเรียบ มีความเงามัน และชุ่มน้ำกว่าไม่ใส่แป้ง ทุกระดับปริมาณ ลูกชิ้นที่ใส่แป้งจะมีความแข็งแรงมากกว่า และผู้ทดสอบยอมรับในด้านรสชาติ มากกว่าไม่ใส่แป้ง

ปริมาณ และชนิดของแป้งมีผลโดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเจล เนื่องจากแป้งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่น ความสามารถด้านการไหลของแป้งในสภาวะที่เกิดเจลาติไนซ์ และปริมาณอะไมโลเพคติน (amylopectin) ที่มี แป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพคตินสูง เช่น แป้งมันฝรั่ง จะให้

เจลที่ยึดเกาะกันแน่น ในขณะที่แป้งที่มีอะไมโลเพคตินต่ำ จะให้เจลที่อ่อนนุ่มและเปราะ แป้งสาลีจะให้เจลที่มีลักษณะยืดหยุ่นคล้ายกับแป้งมันฝรั่ง แต่ให้ลักษณะยึดเกาะน้อยกว่า แป้งมันฝรั่งให้เจลเนื้อปลาบดที่แน่นที่สุด และมีคุณสมบัติยึดเกาะมากที่สุด (Suzuki, 1981)

ลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลเนื้อปลาบดนั้นอาจมีผลเกี่ยวข้องกับชนิดของแป้ง ซึ่งจะแสดงคุณสมบัติในด้าน rheological ในระยะที่มีการเกิดเจล สัดส่วนของอะไมโลเพคติน และธรรมชาติของการ modification แป้งที่มีสัดส่วนของอะไมโลเพคตินสูง จะทำให้ความแน่น และแรงยึดเกาะของเจลเนื้อปลาบดเพิ่มขึ้น (Kim and Lee, 1985) ตัวอย่างแป้งที่มีอะไมโลเพคตินสูง ได้แก่ แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพดข้าวเหนียว จะให้เจลที่มีแรงยึดเกาะที่ดี ขณะที่แป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพคตินที่ต่ำ ได้แก่ แป้งข้าวโพด จะให้เจลที่อ่อนและเปราะ (Lippincott and Lee, 1983 ; Yamazawa,1990)

ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก และ นงนุช รักสกุลไทย (2534) ทดลองทำลูกชิ้นปลาทรายแดง และปลาน้ำดอกไม้ โดยศึกษาผลของการล้าง การใช้สารพอลีฟอสเฟตและชนิดของแป้งต่อคุณภาพลูกชิ้นปลา ในด้านชนิดของแป้งต่อคุณภาพลูกชิ้นปลาพบว่า การเติมแป้งมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อความเหนียวและความชุ่มน้ำของลูกชิ้นปลาทรายแดง แต่ไม่มีผลต่อคะแนนรวม ชนิดแป้งที่ใช้ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งสาลี และแป้งข้าวโพด ผลการทดลองแสดงไว้ดังตารางที่ 2.3 และตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 ปริมาณความชื้น คะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส ความเงามัน และความชุ่มน้ำของลูกชิ้นปลาน้ำดอกไม้ ผู้ชิม 19 คน

ชนิดของแป้ง	ปริมาณความชื้น (%)	ความเงามัน (คะแนนเต็ม 5)	ความเหนียว (คะแนนเต็ม 10)	ความชุ่มน้ำ (คะแนนเต็ม 5)
ไม่ใส่แป้ง	85.01	3.20±0.64(ab)	7.30±1.75(a)	3.69±1.11(a)
แป้งข้าวโพด	83.45	3.21±0.77(ab)	7.58±1.14(a)	3.47±1.09(a)
แป้งข้าวสาลี	83.52	3.10±0.55(a)	7.26±1.12(a)	3.58±1.04(a)
แป้งมันสำปะหลัง	83.85	3.55±0.74(b)	7.89±1.25(a)	3.66±0.89(a)

[1]ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ที่มา : ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก และ นงนุช รักสกุลไทย (2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ปริมาณความชื้น คะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส ความเงามัน และความชุ่มน้ำของลูกชิ้นปลาทรายแดง ผู้ชิม 16 คน

ชนิดของแป้ง	ปริมาณความชื้น (%)	ความเงามัน (คะแนนเต็ม 5)	ความเหนียว (คะแนนเต็ม 10)	ความชุ่มน้ำ (คะแนนเต็ม 5)
ไม่ใส่แป้ง	85.27	3.36±0.55(a)	5.81±1.28(a)	3.81±0.53(a)
แป้งข้าวโพด	82.81	3.32±0.58(a)	7.39±1.38(b)	3.39±0.58(b)
แป้งข้าวสาลี	83.69	3.36±0.48(a)	7.40±1.51(b)	3.36±0.48(b)
แป้งมันสำปะหลัง	83.98	3.61±0.47(a)	7.46±1.47(b)	3.46±0.48(b)

[1]ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ที่มา : ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก และ นงนุช รักสกุลไทย (2534)

เมื่อดูองค์ประกอบของแป้งชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ทดลอง พบว่าแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวสาลี และแป้งข้าวโพด มีปริมาณอะไมโลเพคติน ร้อยละ 82 ร้อยละ 74 และ ร้อยละ 75 ตามลำดับ ในลูกชิ้นปลาน้ำดอกไม้ที่ใส่แป้งต่างชนิดกันมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อดูลักษณะความเงามัน พบว่าลูกชิ้นที่ผสมแป้งข้าวสาลี จะมีความเงามันต่างจากลูกชิ้นที่ผสมแป้งมันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และลูกชิ้นที่ผสมแป้งมันสำปะหลังได้คะแนนความเงามันสูงสุด ส่วนความเหนียวและความชุ่มน้ำไม่ต่างกัน

อย่างไรก็ตามทั้งในลูกชิ้นปลาทรายแดงและปลาน้ำดอกไม้พบว่า ลูกชิ้นที่ผสมแป้งมันสำปะหลังได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด อีกทั้งเมื่อดูแง่ของราคา แป้งมันสำปะหลังมีราคาต่ำที่สุด จึงน่าส่งเสริมให้มีการใช้มากขึ้นเพื่อทดแทนแป้งข้าวสาลี ซึ่งขณะนี้ใช้กันอยู่โดยทั่วไปในการทำลูกชิ้นปลา ดังนั้นจึงสามารถนำแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งมีปริมาณอะไมโลเพคตินสูง ร้อยละ 83 ทดแทนแป้งสาลีซึ่งมีปริมาณอะไมโลเพคตินสูง ร้อยละ 72 ได้ (กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2543) เพราะให้ผลต่อคะแนนคุณภาพและความเหนียวโดยการพับไม่แตกต่างกัน

การวิจัยในครั้งนี้จึงเลือกใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้น เพราะเป็นแป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพคตินสูง มีคุณสมบัติเหมาะในการทำลูกชิ้นเพราะจะให้ลูกชิ้นที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่น อีกทั้งยังเป็นแป้งที่ผลิตได้ในประเทศไทย หาซื้อง่ายและราคาถูกกว่าแป้งชนิดอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.6 อายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลา

ลูกชิ้นปลาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น เสื่อมเสียได้ง่าย ดังนั้นจึงต้องเก็บในสภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำเพื่อชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เน่าเสีย จิรวรรณ แย้มประยูร และคณะ (2523) ศึกษาคุณภาพของลูกชิ้นปลาที่ทำจากปลาทรายแดง บรรจุในถุงพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ –18 , -9 , 0 , 4 และ 30 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ลูกชิ้นจะเน่าเสียภายใน 1 วัน การเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิตู้เย็น) เมื่อเก็บได้ 4 วัน ลักษณะลูกชิ้นยังดี ผิวเนียนตึง แต่ความยืดหยุ่นลดลง เมื่อเก็บได้ 6 วัน ผิวเริ่มเหนียวเป็นยาง สีคล้ำ และถ้าเก็บต่อไปจะมีกลิ่นแอมโมเนียแรงมาก การเก็บที่อุณหภูมิ –9 (อุณหภูมิแช่แข็งของตู้เย็น) และ –18 องศาเซลเซียส พบว่าเพียงวันแรกลักษณะเนื้อสัมผัสจะถูกทำลาย เนื่องจากน้ำในลูกชิ้นกลายเป็นผลึกน้ำแข็งอยู่ภายใน เมื่อนำมาทำการละลายลูกชิ้นจะเหนียวและมีรูพรุน เนื้อสัมผัสจะแข็งไม่ยืดหยุ่น ผู้บริโภคไม่ยอมรับแม่ว่าจะมีค่าด่างที่ระเหยทั้งหมดต่ำ และเก็บรักษาได้นานก็ตาม

การบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สุญญากาศ (vacuum packaging) เป็นการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อีกวิธีหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้เก็บได้นานขึ้นกว่าการบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะบรรยากาศ เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศในการเจริญ (aerobic bacteria) ไม่สามารถเจริญได้ในสภาวะสุญญากาศ ผลิตภัณฑ์จึงเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศในการเจริญได้น้อยกว่าที่บรรจุสภาวะสุญญากาศ การบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สุญญากาศ หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สุญญากาศ โดยการดึงเอาอากาศภายในภาชนะ และหรือภายในผลิตภัณฑ์ออกไปและไม่มีการพ่นก๊าซใด ๆ เข้าไปแทนที่ ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายในและภายนอกภาชนะ สังเกตได้จากการหดรัดตัวของภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (Flexible form) หรือการยุบตัวของภาชนะบรรจุประเภทกึ่งคงรูป (Semi Rigid form) โดยทั่วไปความดันภายในภาชนะบรรจุจะมีค่าประมาณ 0.5-8 ทอรร์ (Torr) (Kadoya, 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44969

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ และสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

- เนื้อปลาบดเกรด AA (ปลาทรายแดง) จากบริษัท แปซิฟิก มารีน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด
- หอยแมลงภู่สด จากตลาดหัวตะเข้
- หอยแครงสด จากตลาดหัวตะเข้
- หอยนางรมแกะเปลือก และแช่น้ำเกลือ จากซูเปอร์มาร์เก็ต
- แป้งมันสำปะหลังตราปลามังกร
- เกลือป่นตราปรุงทิพย์
- ไข่ขาว (ไข่ไก่)
- ผงชูรสตราอายิโนะโมะโต๊ะ
- กระเทียม
- พริกไทยตรามือที่ 1
- เนยขาว
- น้ำแข็งบดละเอียด

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์จุลินทรีย์

- Plate count agar
- Lauryl sulfate tryptose broth
- Eosin methylene blue agar
- Thiosulphate citrate bile salts sucrose agar
- Triple sugar Iron
- Lysine Indole Motility medium
- MR-VP broth
- TSC agar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

- เครื่องบดผสมอาหาร Moulinex, Masterchef 450
- เทอร์โมมิเตอร์
- Hot plate

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

- เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส Texture Expert for Windows รุ่น Stable Micro Systems TA-XT2I

3.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

- อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- Autoclave
- ตู้บ่มเพาะเชื้อ
- ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ

3.3 สถานที่ดำเนินการ

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การศึกษาขนาดของเนื้อหอยที่เหมาะสมในการทำลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

การเตรียมเนื้อหอย หอยที่ใช้ทั้งหมด 3 ชนิด มีวิธีการเตรียมต่าง ๆ กันได้แก่

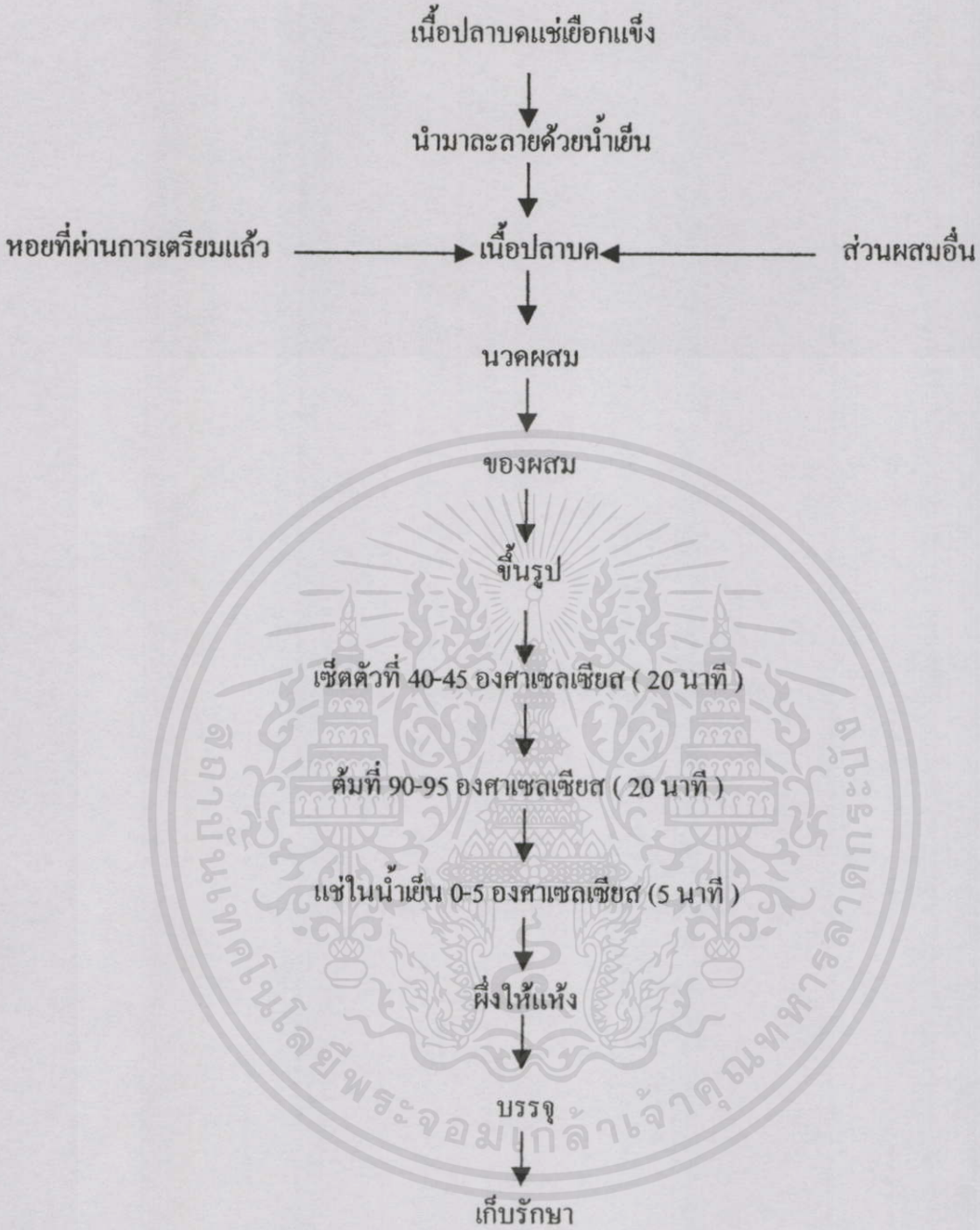
- การเตรียมเนื้อหอยแมลงภู่ หอยแมลงภู่นำมาล้างน้ำสะอาด 2-3 ครั้ง เพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนมากับหอย จากนั้นนำหอยแมลงภู่มาแช่น้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 3 เป็นเวลา 30 นาที นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 10 นาที แกะเปลือกออก แล้วจึงนำเนื้อหอยมาหั่นให้มีขนาด 1 เซนติเมตร 0.5 เซนติเมตร และบดละเอียดโดยใช้เครื่องบดผสมอาหาร บดเป็นเวลา 3 นาที เพื่อเป็นส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่

- การเตรียมเนื้อหอยแครง หอยแครงที่ซื้อมา นำมาแช่ในน้ำสะอาดนาน 5 นาที 2-3 ครั้ง เพื่อให้หอยคายโคลนออก และเพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนมากับหอย จากนั้นแช่น้ำเกลือที่ระดับ ความเข้มข้น ร้อยละ 3 เป็นเวลา 30 นาที นำไปต้มในน้ำเดือด นาน 10 นาที แกะเปลือกออก แล้วจึงนำเนื้อหอยมาหั่นให้มีขนาด 1 เซนติเมตร 0.5 เซนติเมตร และบดละเอียดโดยใช้เครื่องบดผสมอาหาร บดเป็นเวลา 3 นาที เพื่อเป็นส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง

- การเตรียมเนื้อหอยนางรม หอยนางรมที่แกะเปลือกมาแช่น้ำเกลือที่ระดับ ความเข้มข้น ร้อยละ 3 เป็นเวลา 30 นาที นำมาต้มในน้ำเดือดนาน 10 นาที แล้วจึงนำเนื้อหอยมาหั่นให้มีขนาด 1 เซนติเมตร 0.5 เซนติเมตร และบดละเอียดโดยใช้เครื่องบดผสมอาหาร บดเป็นเวลา 3 นาที เพื่อเป็นส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม

หลังจากเตรียมเนื้อหอยดังข้อ 3.4.1 แล้ว นำมาทำลูกชิ้นโดยมีวิธีการทำแสดงดังภาพที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 การทำลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

เนื้อปลาบด ที่ผ่านการละลายแล้วนำมาบดผสมกับส่วนผสม (ingredient) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.1 บดผสมให้ส่วนผสมเข้ากัน แล้วจึงใส่เนื้อหอยที่ผ่านการเตรียมไว้แล้ว ใช้เนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย เป็น 80 : 20 จากนั้นนำมาปั้นโดยใช้มือ น้ำหนักของลูกชิ้นเฉลี่ยประมาณ 10 กรัม/ 1 ลูก แล้วปล่อยให้ลูกชิ้นเซ็ตตัว (setting) ที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที จากนั้นนำลูกชิ้นไปต้มที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที จึงนำลูกชิ้นมาแช่ในน้ำเย็นอุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เมื่อลูกชิ้นเย็นแล้วจึงผึ่งให้แห้ง และบรรจุลงถุงพลาสติก โดยถุงพลาสติกที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นถุง nylon หนา 15 ไมครอน /laminate low density polyethylene หนา 65 ไมครอน (N /LLDPE) รวมมีความหนา 80 ไมครอน ทำการตรวจสอบโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของเนื้อปลาบดรวมกับเนื้อหอย

ส่วนผสม (ingredient)	ร้อยละโดยน้ำหนักของเนื้อปลาบดรวมกับเนื้อหอย
เกลือ	3.0
น้ำตาล	1.0
พริกไทยป่น	0.6
ผงชูรส	0.15
เนยขาว	2.0
กระเทียม	0.5
ไข่ขาว (ไข่ไก่)	0.5

ทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ชิม 18 คน ประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ให้คะแนนความชอบแบบ 9 - point Hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) Version 10.0 เพื่อหาขนาดของหอยที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด และนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ในการศึกษาหาสูตรลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยในหัวข้อ 3.4.2

3.4.2 ศึกษาผลของอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย และผลของปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภค

ทำการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแต่ละชนิด โดยวิธีตามภาพที่ 3.1 ใช้อัตราส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย 3 ระดับ ได้แก่ 85 : 15 80 : 20 และ 75 : 25 และใช้แป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 ของน้ำหนักเนื้อปลาบดรวมกับเนื้อหอย จัดสิ่งทดลองเป็นแบบ 3 x 3 factorial และนำลูกชิ้นที่ได้ไปทำการตรวจสอบคุณภาพดังนี้

3.4.2.1 ตรวจสอบคุณภาพด้านการยอมรับของผู้บริโภค ใช้ผู้ชิม 18 คน ประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) วางแผนการทดลองแบบ Balance Incomplete Block (BIB) Design การเสิร์ฟตัวอย่างแก่ผู้ชิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ผู้ชิม 1 คน จะได้ตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง วิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SAS Version 6.03 เพื่อเลือกสูตรที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด

3.4.2.2 ศึกษาคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการกด (compression test) ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Expert for Windows รุ่น Stable Micro Systems TA-XT2i) โดยตัดให้ตัวอย่างลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยมีขนาดความสูง 1.0 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 3.0 เซนติเมตร กดทับให้ได้ deformation ร้อยละ 30 ใช้หัวกดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร ความเร็วของหัวกดเคลื่อนที่กดลงมาบนตัวอย่าง (test speed) 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ทำการทดลอง 5 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range test

3.4.3 ศึกษาหาอายุการเก็บของลูกชิ้น

นำลูกชิ้นสูตรที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุดจากข้อ 3.4.2 มาเก็บรักษาโดยบรรจุลงในถุง N/LLDPE (nylon 15 micron and laminate low density polyethylene 65 micron) บรรจุสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำมาวิเคราะห์ทางเคมี และจุลินทรีย์จนกว่าผลิตภัณฑ์จะไม่เป็นที่ยอมรับ

3.4.3.1 การวิเคราะห์ทางเคมี จะวิเคราะห์ปริมาณด่างที่ระเหยทั้งหมด (TVB - N) และ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) (MFRD, 1987b)

3.4.3.2 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ จะวิเคราะห์หา total plate count , *Escherichia coli* , *Vibrio parahaemolyticus* และ *Clostridium perfringens* (AOAC, 1984 ; APHA, 1992)

3.4.4 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้น

นำลูกชิ้นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 3.4.2 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า (AOAC, 1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาขนาดของเนื้อหอยที่เหมาะสมในการทำลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

ในการทดลองใช้ เนื้อหอย 3 ขนาด คือ บดละเอียด หั่น 0.5 เซนติเมตร และหั่น 1.0 เซนติเมตร และให้ส่วนผสมอื่นคงที่ นำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ตารางที่4.1) พบว่าลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ เมื่อใช้หอยแมลงภู่ที่บดละเอียด ผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ จะมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี และการยอมรับรวมน้อยกว่าตัวอย่างหอยแมลงภู่ขนาดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากหอยแมลงภู่บดละเอียด สีของเนื้อหอยแมลงภู่ จะผสมรวมกับสีขาวของเนื้อปลาบด ทำให้ลูกชิ้นมีสีคล้ำไม่น่ารับประทาน แต่การหั่นให้มีขนาดใหญ่ขึ้น คือ 0.5 และ 1.0 เซนติเมตร จะทำให้มองเห็นส่วนที่เป็นเนื้อหอยแมลงภู่ และเนื้อปลาบดได้อย่างชัดเจน

ตารางที่ 4.1 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่เตรียมจากเนื้อหอยแมลงภู่ที่มีขนาดต่างกัน

ลักษณะที่ทดสอบ	ขนาดของชิ้นหอยแมลงภู่		
	บดละเอียด	หั่น 0.5 เซนติเมตร	หั่น 1.0 เซนติเมตร
ลักษณะปรากฏ	$5.78^{b} \pm 1.48$	$7.06^{a} \pm 1.26$	$6.78^{a} \pm 1.31$
สี	$5.44^{b} \pm 1.34$	$7.28^{a} \pm 1.02$	$7.44^{a} \pm 0.98$
กลิ่น	$5.61^{b} \pm 1.15$	$6.72^{a} \pm 1.41$	$6.78^{a} \pm 1.52$
รสชาติ	$6.94^{a} \pm 1.16$	$7.05^{a} \pm 0.94$	$7.33^{a} \pm 0.97$
ลักษณะเนื้อสัมผัส	$6.94^{a} \pm 0.94$	$6.89^{a} \pm 1.23$	$7.17^{a} \pm 1.18$
การยอมรับรวม	$6.28^{b} \pm 1.32$	$7.22^{a} \pm 0.94$	$7.27^{a} \pm 1.27$

[a,b] ตัวอักษรต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหอยแมลงภู่ที่มีขนาด 0.5 เซนติเมตร และ 1.0 เซนติเมตร พบว่า ผลคะแนนการชิมในทุกลักษณะที่ทดสอบไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตาม ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่หั่นเนื้อหอยขนาด 0.5 เซนติเมตร เป็นขนาดที่สะดวกในการนำไปขึ้นรูปเป็นลูกชิ้น

ถ้าเนื้อหอยมีขนาดใหญ่การปั้นขึ้นรูปทำได้ยากกว่า และการควบคุมความสม่ำเสมอของเนื้อหอยในลูกชิ้นทำได้ยาก ดังนั้นจึงเลือกใช้เนื้อหอยที่หั่น 0.5 เซนติเมตร ในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่

ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ตารางที่ 4.2) พบว่าลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงเมื่อใช้หอยแครงที่บดละเอียดในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง จะมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี และการยอมรับรวมน้อยกว่าตัวอย่างหอยแครงขนาดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สอดคล้องกับลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ คือ การใช้หอยแครงบดละเอียด สีของเนื้อหอยแครง จะผสมรวมกับสีขาวของเนื้อปลาบด ทำให้ลูกชิ้นมีสีคล้ำไม่น่ารับประทาน แต่การหั่นให้มีขนาดใหญ่ขึ้น คือ 0.5 และ 1.0 เซนติเมตร จะทำให้มองเห็นส่วนที่เป็นเนื้อแครง และเนื้อปลาบดได้อย่างชัดเจน

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหอยแครงที่มีขนาด 0.5 เซนติเมตร และ 1.0 เซนติเมตร พบว่าผลคะแนนการชิมในทุกลักษณะที่ทดสอบไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามเนื้อหอยแครงที่หั่นขนาด 0.5 เซนติเมตร เป็นขนาดที่สะดวกในการนำไปขึ้นรูปเป็นลูกชิ้น และสามารถควบคุมความสม่ำเสมอของเนื้อหอยในลูกชิ้นได้ง่าย เช่นเดียวกับลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ดังนั้นจึงเลือกใช้เนื้อหอยที่หั่น 0.5 เซนติเมตร ในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง

ตารางที่ 4.2 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่เตรียมจากเนื้อหอย ที่มีขนาดต่างกัน

ลักษณะที่ทดสอบ	ขนาดของชิ้นหอยแครง		
	บดละเอียด	หั่น 0.5 เซนติเมตร	หั่น 1.0 เซนติเมตร
ลักษณะปรากฏ	$4.78^{b} \pm 1.48$	$6.05^{a} \pm 1.16$	$6.44^{a} \pm 1.38$
สี	$4.39^{b} \pm 1.29$	$6.39^{a} \pm 0.92$	$6.72^{a} \pm 1.02$
กลิ่นรสชาติ	$5.78^{a} \pm 1.48$	$6.22^{a} \pm 1.26$	$6.61^{a} \pm 1.24$
ลักษณะเนื้อสัมผัส	$6.61^{a} \pm 1.29$	$6.72^{a} \pm 0.89$	$6.61^{a} \pm 1.38$
การยอมรับรวม	$6.67^{a} \pm 1.24$	$6.72^{a} \pm 0.96$	$6.56^{a} \pm 1.34$
	$5.83^{b} \pm 1.34$	$6.61^{a} \pm 0.98$	$6.67^{a} \pm 1.24$

[a,b] ตัวอักษรต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ตารางที่ 4.3) มีความแตกต่างจากลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง กล่าวคือ คะแนนความชอบรวมของลูกชิ้นปลา

ผสมเนื้อหอยนางรมที่ใช้เนื้อหอยบดละเอียดมีคะแนนสูงกว่าตัวอย่างที่ใช้ขนาดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากการหั่นเนื้อหอยนางรมให้มีขนาดบดละเอียด หอยนางรมเมื่อผสมกับเนื้อปลาบด จะทำให้ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมมีสีขาวนวล อมเขียวเล็กน้อย น่ารับประทานกว่าการหั่นขนาด 0.5 และ 1.0 เซนติเมตร โดยคะแนนการชิมด้านลักษณะปรากฏของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่ใช้เนื้อหอยนางรมบดละเอียดมีคะแนนสูงกว่าด้านอื่น ประกอบกับการบดเนื้อหอยให้ละเอียด ทำให้การปั้นขึ้นรูปทำได้ง่ายกว่า ดังนั้นจึงเลือกใช้เนื้อหอยนางรมที่บดละเอียดในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม

ตารางที่ 4.3 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่เตรียมจากเนื้อหอยที่มีขนาดต่างกัน

ลักษณะที่ทดสอบ	ขนาดของชิ้นหอยนางรม		
	บดละเอียด	หั่น 0.5 เซนติเมตร	หั่น 1.0 เซนติเมตร
ลักษณะปรากฏ	$6.83^{a} \pm 0.62$	$6.61^{ab} \pm 0.92$	$6.11^{b} \pm 1.23$
สี	$6.61^{a} \pm 0.85$	$6.61^{a} \pm 0.61$	$6.17^{a} \pm 1.10$
กลิ่น	$6.33^{a} \pm 1.03$	$6.50^{a} \pm 0.86$	$6.28^{a} \pm 1.27$
รสชาติ	$7.00^{a} \pm 0.77$	$7.06^{a} \pm 1.10$	$6.33^{b} \pm 1.37$
ลักษณะเนื้อสัมผัส	$6.89^{a} \pm 0.96$	$6.89^{a} \pm 0.96$	$6.50^{a} \pm 1.34$
การยอมรับรวม	$6.94^{a} \pm 0.87$	$6.78^{a} \pm 1.11$	$6.44^{a} \pm 1.15$

^{a,b} ตัวอักษรต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย และผลของปริมาณแป้งมันสำสำปะหลังที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดลองผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย โดยแปรสัดส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย 3 ระดับ ได้แก่ 85 : 15 80 : 20 และ 75 : 25 และศึกษาร่วมกับปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 จัดสิ่งทดลองแบบ factorial (3X3) ให้ส่วนผสมอื่นคงที่ นำมาวัดค่าความแข็งแรงของเจล โดยวิธี Compression test และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวัดค่าความแข็งแรงของเจลของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ตารางที่ 4.4) ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ตารางที่ 4.5) และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ตารางที่ 4.6) เมื่อเปรียบเทียบลูกชิ้นสูตรที่มีอัตราส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยเท่ากัน พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลัง

จาก ร้อยละ 3 เป็นร้อยละ 5 และร้อยละ 8 ค่าความแข็งของเจลจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยค่าความแข็งของเจลจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลัง ดังจะเห็นได้จากลูกชิ้นที่มีอัตราส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแมลงภู่ 85 : 15 ค่าความแข็งแรงของเจลที่มีปริมาณแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และ ร้อยละ 8 เป็น 722.3 กรัม 1031.3 กรัม และ 1160.1 กรัม ตามลำดับ ทั้งนี้การเติมแป้งมันสำปะหลังในปริมาณมากขึ้น แป้งจะเข้าไปแทรกในโปรตีนเนื้อปลา เม็ดแป้งจะเกิดการดูดซับน้ำที่มีอยู่ภายในโปรตีนเนื้อปลา ทำให้เม็ดแป้งบวมพองอยู่ในโครงสร้าง จึงทำให้เจลมีความแน่นและแข็งแรงมากขึ้น (Kong *et al.*, 1999)

เมื่อเปรียบเทียบลูกชิ้นที่มีปริมาณแป้งมันสำปะหลังเท่ากัน เมื่อเพิ่มอัตราส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย จาก 85 : 15 เป็น 80 : 20 และ 75 : 25 ในกรณีของ ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ตารางที่ 4.4) และ ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ตารางที่ 4.6) พบว่าลูกชิ้นจะมีค่าความแข็งของเจลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยค่าความแข็งของเจลจะลดลงเมื่อมีปริมาณเนื้อหอยเพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จากลูกชิ้นสูตรที่มีปริมาณแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 3 ที่อัตราส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแมลงภู่ 85 : 15 และ 75 : 25 มีค่าความแข็งแรงของเจล 722.3 กรัม และ 528.0 กรัม ตามลำดับ ทั้งนี้หอยเป็นสัตว์น้ำที่มีความชื้นอยู่สูง ร้อยละ 80.3 (Watt and Merril, 1950) เมื่อผสมในลูกชิ้นอัตราส่วนที่มากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำในสูตรมีมากขึ้น ประกอบกับการที่เนื้อหอยมีขนาดใหญ่ (0.5 เซนติเมตร) ทำให้การเกิดเป็นเจลของเนื้อปลาบดไม่เรียบเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นเหตุให้ค่าความแข็งของเจลลดลง แต่ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ตารางที่ 4.8) ซึ่งใช้เนื้อหอยที่บดละเอียด พบว่าที่อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังเท่ากัน ผลของการเพิ่มปริมาณเนื้อหอยต่อความแข็งของเจลมีน้อยกว่าเนื้อหอยแมลงภู่ และหอยแครง ขนาดของเนื้อหอยที่บดละเอียด ทำให้การรวมตัวประสานกันเป็นร่างแหของเจลดีกว่าการใช้เนื้อหอยขนาดใหญ่ เป็นเหตุให้เกิดโครงสร้างเจลที่แข็งแรงกว่า

ตารางที่ 4.4 ค่าความแข็ง (g.force) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแมลงภู่ และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ)	อัตราส่วนเนื้อปลาบด : เนื้อหอยแมลงภู่		
	85 : 15	80 : 20	75 : 25
3	$722.3^{d} \pm 30.9$	$685.4^{d} \pm 27.4$	$528.0^{f} \pm 36.0$
5	$1031.3^{b} \pm 15.3$	$595.4^{e} \pm 22.7$	$609.8^{e} \pm 23.6$
8	$1160.1^{a} \pm 89.7$	$1006.9^{b} \pm 47.8$	$932.7^{c} \pm 48.7$

$^{a,b,\ldots,n}$ ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่าความแข็ง (g.force) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครงและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง	อัตราส่วนเนื้อปลาบด : เนื้อหอยแครง		
(ร้อยละ)	85 : 15	80 : 20	75 : 25
3	$760.6^{e} \pm 31.2$	$724.6^{e} \pm 54.5$	$718.4^{e} \pm 46.1$
5	$1124.0^{b} \pm 35.7$	$821.2^{d} \pm 56.8$	$750.4^{e} \pm 50.5$
8	$1336.4^{a} \pm 39.6$	$1368.8^{a} \pm 87.7$	$1051.0^{c} \pm 35.2$

$^{a,b,\ldots,n}$ ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.6 ค่าความแข็ง (g.force) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยนางรม และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง	อัตราส่วนเนื้อปลาบด : เนื้อหอยนางรม		
(ร้อยละ)	85 : 15	80 : 20	75 : 25
3	$1093.1^{e} \pm 35.1$	$891.5^{g} \pm 37.0$	$907.8^{g} \pm 37.0$
5	$1169.8^{d} \pm 36.9$	$1176.3^{d} \pm 31.6$	$1054.1^{f} \pm 30.1$
8	$1677.5^{a} \pm 42.0$	$1538.5^{b} \pm 48.1$	$1382.1^{c} \pm 63.3$

$^{a,b,\ldots,n}$ ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

สำหรับค่าความยืดหยุ่นของเจลที่หาได้จากการวัดด้วยวิธี compression test ในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ตารางที่ 4.7) ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ตารางที่ 4.8) และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ตารางที่ 4.9) พบว่า การเปลี่ยนอัตราส่วนของเนื้อหอยจาก ร้อยละ 15 เป็นร้อยละ 25 และ การเพิ่มของอัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังจากร้อยละ 3 เป็นร้อยละ 8 ค่าความยืดหยุ่นที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) การที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของความแข็งของเจล (hardness) ยังไม่มีผลมากพอต่อการเปลี่ยนแปลงความยืดหยุ่นของเจล หรืออาจเกิดจาก sensitivity ของวิธีการหรือเครื่องมือวัดที่ต่ำ ที่ยังไม่สามารถหาความแตกต่างได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ค่าความยืดหยุ่น (m) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแมลงภู่ และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง	อัตราส่วนเนื้อปลาบด : เนื้อหอยแมลงภู่		
(ร้อยละ)	85 : 15	80 : 20	75 : 25
3	$1.0^{bc} \pm 0.1$	$1.0^{bcd} \pm 0.0$	$1.0^{bcd} \pm 0.1$
5	$1.1^{abcd} \pm 0.0$	$1.0^{cd} \pm 0.0$	$1.0^{d} \pm 0.0$
8	$1.1^{abcd} \pm 0.0$	$1.1^{abc} \pm 0.0$	$1.1^{ab} \pm 0.1$

$^{a,b,\ldots,n}$ ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.8 ค่าความยืดหยุ่น (m) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครงและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง	อัตราส่วนเนื้อปลาบด : เนื้อหอยแครง		
(ร้อยละ)	85 : 15	80 : 20	75 : 25
3	$1.2^{c} \pm 0.0$	$1.1^{c} \pm 0.1$	$1.2^{ab} \pm 0.1$
5	$1.1^{c} \pm 0.1$	$1.2^{bc} \pm 0.1$	$1.1^{c} \pm 0.1$
8	$1.2^{c} \pm 0.0$	$1.2^{a} \pm 0.0$	$1.2^{ab} \pm 0.1$

$^{a,b,\ldots,n}$ ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.9 ค่าความยืดหยุ่น (m) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยนางรม และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง	อัตราส่วนเนื้อปลาบด : เนื้อหอยนางรม		
(ร้อยละ)	85 : 15	80 : 20	75 : 25
3	$1.2^{c} \pm 0.0$	$1.2^{abc} \pm 0.0$	$1.2^{ab} \pm 0.0$
5	$1.2^{a} \pm 0.0$	$1.2^{bc}c \pm 0.0$	$1.2^{abc} \pm 0.1$
8	$1.1^{d} \pm 0.0$	$1.1^{d} \pm 0.0$	$1.1^{d} \pm 0.1$

$^{a,b,\ldots,n}$ ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ตารางที่ 4.10) พบว่าลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ มีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้น การเลือกอัตรา

ส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแมลงภู่ และปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการผลิต จะอาศัยหลักเกณฑ์ของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการผลิตในการทดลองครั้งนี้จึงเลือกลูกชิ้นที่ผลิตโดยใช้อัตราส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแมลงภู่ เป็น 75 : 25 และปริมาณแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 เพราะมีคะแนนการยอมรับระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก อีกทั้งยังมีต้นทุนการผลิตต่ำ

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ตารางที่ 4.11) พบว่าลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงมีคะแนนการยอมรับด้านสี และการยอมรับรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยตัวอย่างที่ใช้สัดส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครง และสัดส่วนของแป้งมันสำปะหลังที่ 85 : 15/ ร้อยละ 3 80 : 20/ ร้อยละ 3 85 : 15/ ร้อยละ 5 80 : 20/ ร้อยละ 5 85 : 15/ ร้อยละ 8 และ 75 : 25/ ร้อยละ 8 มีคะแนนการยอมรับสูงและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังนั้นการเลือกอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครง และปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการผลิต จะพิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการผลิต ในการทดลองจึงเลือกลูกชิ้นที่ผลิตโดยใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของลูกชิ้นที่แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 พบว่า คะแนนการยอมรับด้านสีของลูกชิ้นที่ใช้อัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครงเท่ากับ 85 : 15 มีคะแนนการยอมรับด้านสีสูงกว่าที่อัตราส่วนอื่น การใช้เนื้อหอยแครงมากทำให้สีของลูกชิ้นดำคล้ำ ดังนั้นจึงเลือกลูกชิ้นที่ผลิตโดยใช้อัตราส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครง 85 : 15 ปริมาณแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 ในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ตารางที่ 4.12) พบว่ามีเพียงลักษณะทดสอบด้านเนื้อสัมผัสที่มีคะแนนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่ตัวอย่างที่ใช้สัดส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยนางรม/สัดส่วนของแป้งมันสำปะหลัง ที่ 85 : 15/ ร้อยละ 5 และ 85 : 15 / ร้อยละ 8 มีคะแนนด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาร่วมกับค่าใช้จ่ายในการผลิต ในการทดลองครั้งนี้จึงเลือกลูกชิ้นที่ผลิตโดยใช้อัตราส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยนางรม 85 : 15 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 เพราะมีคะแนนการยอมรับในแต่ละลักษณะอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง อีกทั้งมีต้นทุนการผลิตต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาบด : เนื้อหอยแมลงภู่ และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

ลักษณะที่ทดสอบ	ซูริมิ : เนื้อหอย / ระดับแป้ง (ร้อยละ)								
	85 : 15 / 3	80 : 20 / 3	75 : 25 / 3	85 : 15 / 5	80 : 20 / 5	75 : 25 / 5	85 : 15 / 8	80 : 20 / 8	75 : 25 / 8
ลักษณะปรากฏ	6.8±0.9	7.3±1.3	6.4±0.7	7.4±0.7	7.3±0.7	6.1±1.1	7.3±1.5	7.1±1.3	7.2±1.0
สี	7.0±1.1	7.4±1.2	6.8±0.5	7.6±0.5	7.5±0.5	6.8±1.4	7.3±1.2	7.6±0.7	7.6±0.5
กลิ่นรสชาติ	6.8±1.7	7.0±1.1	6.6±1.0	7.4±0.5	7.6±0.7	6.8±1.3	7.1±1.6	7.6±0.9	7.9±0.8
เนื้อสัมผัส	7.0±1.1	6.6±1.1	7.1±0.8	7.3±0.8	7.4±0.7	7.3±0.7	7.4±0.9	7.6±1.1	7.8±0.9
การยอมรับรวม	7.4±1.3	6.9±1.0	6.9±0.6	7.4±0.7	7.4±0.7	6.6±0.9	7.8±0.7	7.6±1.2	7.5±0.9
	7.4±1.1	6.9±1.5	6.9±0.6	7.6±0.7	7.6±0.5	6.6±0.5	7.4±1.5	7.8±0.9	7.8±0.9

a, b, c,...k ตัวอักษรต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.11 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาบด : เนื้อหอยแครง และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

ลักษณะที่ทดสอบ	ซูริมิ : เนื้อหอย / ระดับแป้ง								
	85:15/ 3%	80:20 / 3 %	75:25 / 3%	85:15 / 5 %	80:20 / 5 %	75 :25 / 5 %	85:15 / 8 %	80 :20 / 8%	75 :25 / 8%
ลักษณะปรากฏ	6.38±1.30	5.88 ±1.25	5.00 ±1.07	6.25 ±1.16	5.88 ±0.83	5.75 ±0.46	6.38 ±1.30	5.50 ±0.76	5.75 ±1.16
สี	5.88^{ac}±0.83	6.00^{ab}±1.07	5.38^{ac}±0.92	6.50^{a}±1.07	5.63^{ac}±0.74	5.50^{c} ±0.93	6.25^{a} ±1.28	5.75^{c} ±0.71	5.63^{ac}±0.74
กลิ่น	6.50±0.76	5.25 ±1.28	5.63 ±0.92	6.00 ±1.07	5.88 ±1.25	6.00 ±0.93	6.50 ±1.31	6.00 ±1.41	5.75 ±1.28
รสชาติ	6.88±0.99	6.63 ±1.06	6.25 ±1.16	7.00 ±0.76	6.38 ±0.92	6.38 ±0.74	6.63 ±1.30	6.75 ±1.39	6.88 ±0.84
เนื้อสัมผัส	6.88±0.64	6.75 ±0.71	6.50 ±0.71	7.00 ±0.93	5.88 ±1.36	6.63 ±0.52	7.25 ±0.71	6.25 ±1.16	6.13 ±1.25
การยอมรับรวม	7.13^{a}±0.64	6.50^{abc}±0.93	5.88^{bc}±1.13	7.13^{a}±0.64	6.00^{abc}±1.20	6.13^{bc} ±0.64	6.63^{ab}±1.51	6.00^{c} ±1.07	6.25^{abc}±0.89

a ,b ,c,...k ค่าที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.12 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาบด : เนื้อหอยนางรม และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

ลักษณะที่ทดสอบ	ซูริมิ : เนื้อหอย / ระดับแป้ง								
	85:15/ 3%	80:20 / 3 %	75:25 / 3%	85:15 / 5 %	80:20 / 5 %	75 :25 / 5 %	85:15 / 8 %	80 :20 / 8%	75 :25 / 8%
ลักษณะปรากฏ	6.50±0.76	5.88±1.56	5.88±1.36	6.38±1.06	5.75±1.49	5.75±1.58	5.75±1.28	5.50±1.69	5.25±1.16
สี	6.88±0.83	5.75±1.28	5.88±1.46	6.00±1.31	5.88±1.13	5.63±1.41	5.88±1.55	5.63±1.41	5.50±1.31
กลิ่น	6.25±1.04	6.50±0.76	6.38±0.52	6.50±1.20	6.13±1.36	6.50±0.76	6.50±1.07	6.25±1.39	6.25±1.16
รสชาติ	7.00±0.76	6.25±0.28	6.50±0.76	6.75±1.16	6.75±0.89	6.50±0.76	6.25±0.46	6.50±0.76	6.75±0.89
เนื้อสัมผัส	6.75^{b}±0.89	6.38^{cd}±1.06	5.88^{d}±0.83	7.13^{ab}±0.35	6.38^{bc}±1.41	6.00^{cd}±1.07	7.13^{a}±0.83	6.38^{bc}±1.41	6.63^{bc}±0.92
การยอมรับรวม	6.75±0.71	6.38±1.06	6.13±1.13	7.25±0.71	6.25±1.28	5.88±1.25	6.63±1.07	6.25±0.71	6.50±0.76

a, b, c,...k ค่าที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University

4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

4..3.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

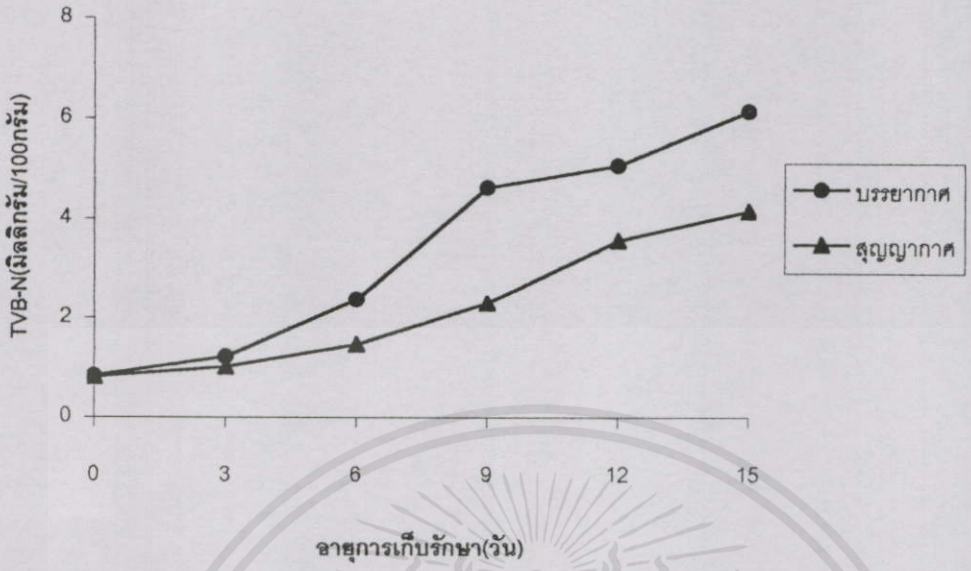
4.3.1.1 ปริมาณด่างที่ระเหยได้ (TVB-N)

จากการวิเคราะห์ปริมาณด่างที่ระเหยได้ (total volatile base nitrogen, TVB-N) พบว่าปริมาณด่างที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ภาพที่ 4.1) ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ภาพที่ 4.2) และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ภาพที่ 4.3) ที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ และสุญญากาศ เก็บรักษานาน 15 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยค่าปริมาณด่างที่ระเหยได้ในวันแรก ๆ มีค่าต่ำ และเมื่อเก็บรักษาลูกชิ้นนานขึ้นค่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สอดคล้องกับการผลิตลูกชิ้นปลาผสมแมงกระพรุนและการเก็บรักษา ของ ธารินี ยศสุนทร (2544) ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณโปรตีนอยู่สูง เมื่อเก็บรักษานานขึ้นเชื้อจุลินทรีย์จะย่อยสลายโปรตีนที่มีอยู่ในเนื้อปลาเป็นแอมโมเนีย จึงวัดปริมาณแอมโมเนียโดยการหาค่าปริมาณด่างที่ระเหยได้

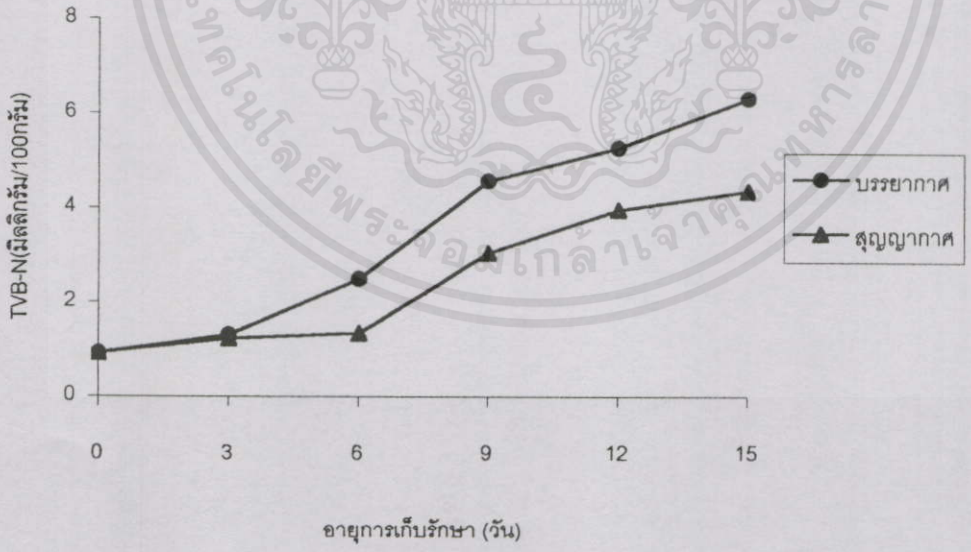
สัตว์น้ำจะเริ่มมีคุณภาพไม่ดีเมื่อมีปริมาณด่างที่ระเหยทั้งหมดเกิน 25 มิลลิกรัม /100 กรัม (Banks *et al.*, 1980) อย่างไรก็ตามปริมาณด่างที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ในทุกสภาวะบรรจุที่เก็บนาน 15 วัน มีค่าไม่เกิน 25 มิลลิกรัม /100กรัม แต่เกิดการเสื่อมเสียแล้ว ทั้งนี้เนื่องจากถุงที่ใช้บรรจุลูกชิ้นเป็นถุง N /LLDPE ยังมีการซึมผ่านของก๊าซชนิดต่าง ๆ ได้ และปริมาณด่างอาจเกิดการระเหยไปในช่วงที่มีการเปิดถุงบรรจุเพื่อวิเคราะห์ตัวอย่างก็ได้

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณด่างที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่บรรจุสภาวะบรรยากาศมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณด่างที่ระเหยได้สูงกว่าที่บรรจุสภาวะสุญญากาศ เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศสามารถเจริญในลูกชิ้นที่บรรจุสภาวะสุญญากาศได้น้อยลงเพราะอากาศไม่เพียงพอต่อการเจริญ ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายโปรตีนที่มีอยู่ในเนื้อปลาเป็นแอมโมเนียได้น้อย ปริมาณด่างที่ระเหยได้จึงน้อยลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

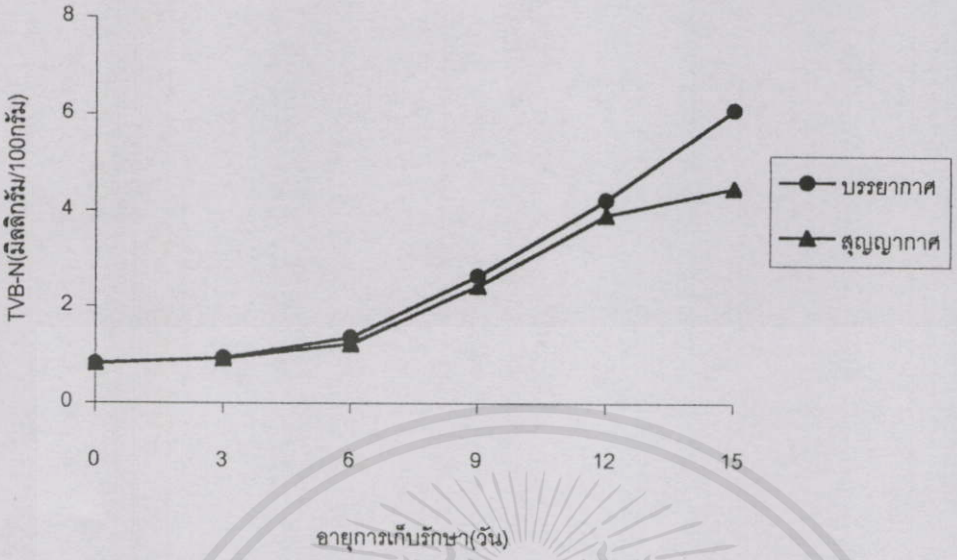


ภาพที่ 4.1 ค่าปริมาณด่างที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.2 ค่าปริมาณด่างที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

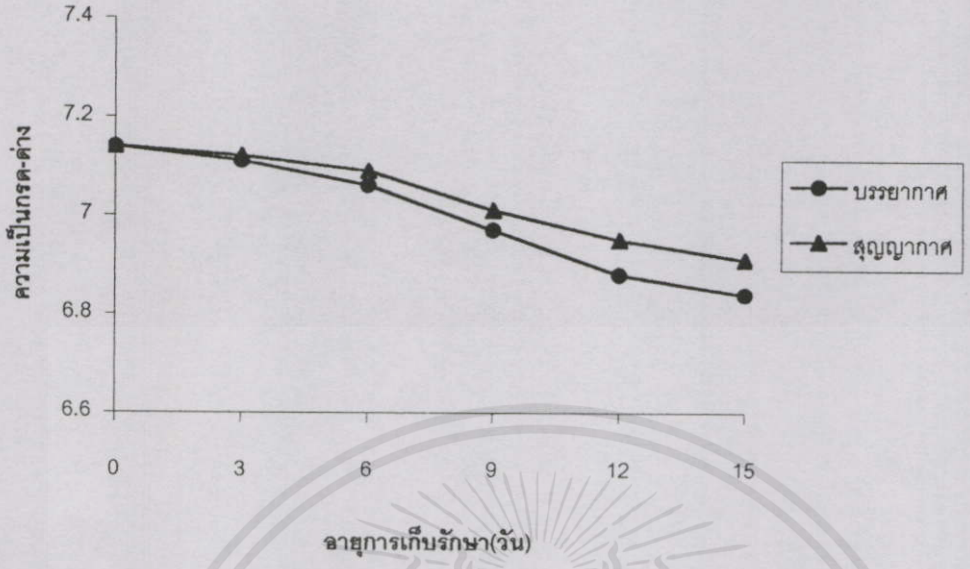


ภาพที่ 4.3 ค่าปริมาณด่างที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

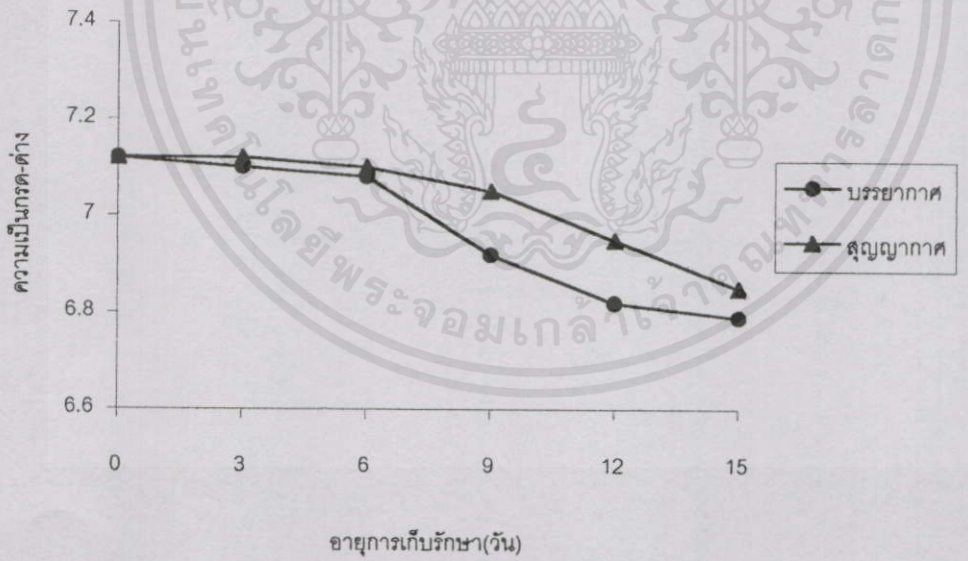
4.3.1.2 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ภาพที่ 4.4) ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ภาพที่ 4.5) และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ภาพที่ 4.6) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยทั้ง 3 ชนิด ที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ และสุญญากาศ เก็บรักษานาน 15 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างในวันแรก ๆ มีค่าสูง และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นค่าจะมีแนวโน้มลดลง โดยลูกชิ้นที่บรรจุสภาวะบรรยากาศมีการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง มากกว่าลูกชิ้นที่บรรจุสภาวะสุญญากาศ ผลิตภัณฑ์ที่เก็บนานขึ้นจะมีกลิ่นแอมโมเนียและรสเปรี้ยว เนื่องจากลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จึงมักพบเชื้อกลุ่ม Pseudomonas เมื่อเก็บได้ระยะเวลาหนึ่งปริมาณออกซิเจนที่ใช้เริ่มลดลง เชื้อที่ไม่ต้องการอากาศอย่างเช่นเชื้อกลุ่มแลคติกจะเจริญขึ้นมาแทน และสร้างกรดแลคติก (Daniels *et al.*, 1985) นอกจากนี้เนื้อหอยเป็นสัตว์น้ำที่มีปริมาณไกลโคเจนอยู่สูง การเกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไกลโคเจนในเนื้อหอยไปเป็นกรดแลคติก (Sikorski, 1994) จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง และเกิดรสเปรี้ยวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

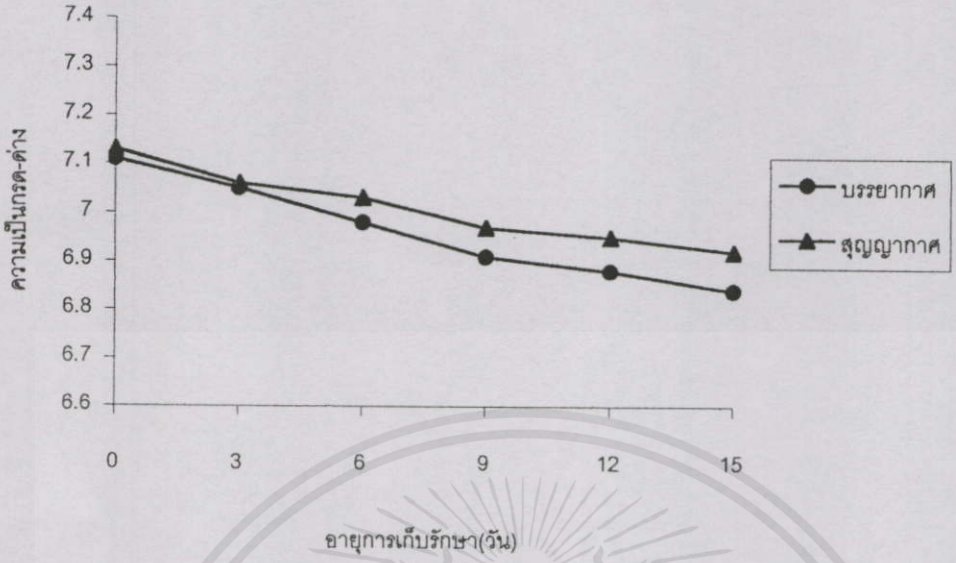


ภาพที่ 4.4 ค่าความเป็นกรดด่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.5 ค่าความเป็นกรดด่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

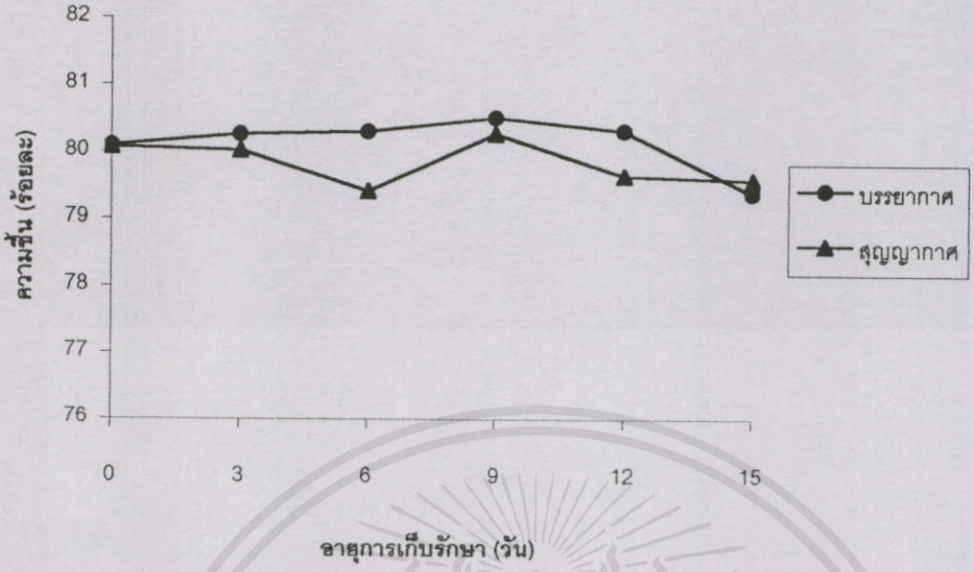


ภาพที่ 4.6 ค่าความเป็นกรดด่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

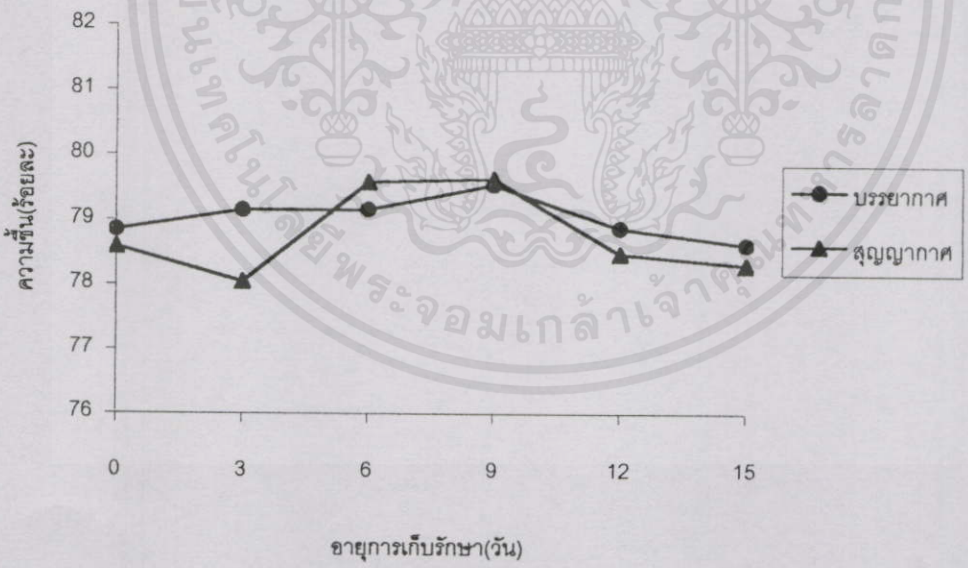
4.3.1.3 ปริมาณความชื้น

จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ภาพที่ 4.7) ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ภาพที่ 4.8) และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ภาพที่ 4.9) ที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ และสุญญากาศ เก็บรักษานาน 15 วัน มีปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยลูกชิ้นที่บรรจุทั้ง 2 สภาวะมีปริมาณความชื้นเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้การเก็บรักษาลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย มีการบรรจุในถุง N /LLDPE อากาศภายนอกสามารถซึมผ่านเข้าออกได้ ทำให้ปริมาณความชื้นของลูกชิ้นมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ในระหว่างที่มีการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

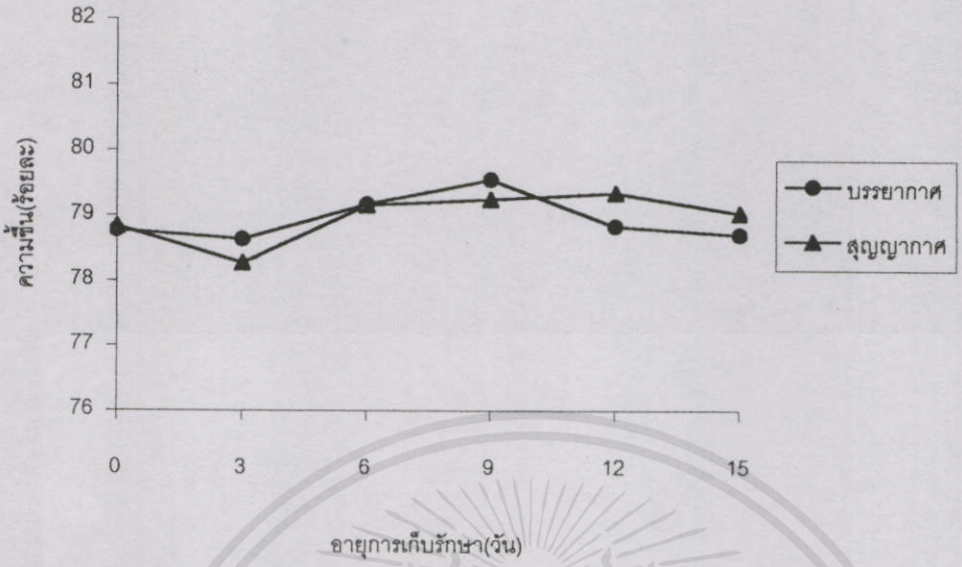


ภาพที่ 4.7 ปริมาณความชื้นของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.8 ปริมาณความชื้นของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ปริมาณความชื้นของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.3.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

จากการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ตารางที่ 4.13) ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ตารางที่ 4.14) และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ตารางที่ 4.15) ที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ และสุญญากาศ เก็บรักษานาน 15 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) เมื่อเก็บรักษานานขึ้นพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นในทุกสภาวะการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบสภาวะการเก็บที่ต่างกัน พบว่าการเก็บที่สภาวะสุญญากาศมีการเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์น้อยกว่า สาเหตุเพราะเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศในการเจริญไม่สามารถเจริญได้ในถุงที่บรรจุสภาวะสุญญากาศ แต่การที่ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยทั้ง 3 ชนิด ที่บรรจุสภาวะสุญญากาศเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น เป็นเพราะยังมีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม facultative anaerobic bacteria อยู่

เกณฑ์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของลูกชิ้น กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536) กำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด/กรัม น้อยกว่า 1×10^6 ปริมาณ MPN โคลิฟอร์ม/ กรัม น้อยกว่า 500 MPN ของ *E. coli* / กรัม น้อยกว่า 3 และต้องไม่พบ *Vibrio parahaemolyticus* / 25 กรัม ไม่พบ *Clostridium perfringens* / 0.01 กรัม เมื่อวิเคราะห์หาอายุการเก็บของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยทั้งสามชนิด พบว่าในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกิน

เกณฑ์คุณภาพเมื่อตรวจเช็คในวันที่ 9 (3.00×10^6 โคโลนี / กรัม) ของสภาวะบรรยากาศ และในสภาวะสุญญากาศจะเกินเกณฑ์คุณภาพเมื่อเก็บไว้ 15 วัน (1.8×10^6 โคโลนี / กรัม)

ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินเกณฑ์คุณภาพเมื่อตรวจเช็คในวันที่ 9 (7.5×10^7 โคโลนี / กรัม) ของสภาวะที่เก็บบรรยากาศ และในสภาวะสุญญากาศจะเกินเกณฑ์คุณภาพเมื่อเก็บไว้ 12 วัน (2.6×10^6 โคโลนี / กรัม)

ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินเกณฑ์คุณภาพเมื่อตรวจเช็คในวันที่ 12 (2.8×10^6 โคโลนี / กรัม) ของสภาวะที่เก็บบรรยากาศ และในสภาวะสุญญากาศจะเกินเกณฑ์คุณภาพเมื่อเก็บไว้ 15 วัน (1.6×10^6 โคโลนี / กรัม)

สรุปคือในการทดลองอายุการเก็บของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่สภาวะบรรยากาศเก็บได้มากกว่า 6 วัน และที่สภาวะสุญญากาศเก็บได้มากกว่า 12 วัน และ 9 วันตามลำดับ ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่สภาวะบรรยากาศและสุญญากาศเก็บได้มากกว่า 9 และ 12 วัน ตามลำดับ การที่อายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงน้อยกว่าตัวอย่างอื่น เนื่องจากหอยแครงเป็นสัตว์น้ำที่อาศัยตามพื้นท้องทะเลชายฝั่งตื้น ๆ ที่เป็นโคลนเหลว (กรมประมง, 2535) จึงทำให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นมากกว่าหอยชนิดอื่น ในการทดลองพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงเท่ากับ 6.0×10^2 โคโลนี / กรัม ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 3.0×10^2 โคโลนี / กรัม และ 1.0×10^2 โคโลนี / กรัม ตามลำดับ และการที่ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมมีอายุการเก็บรักษามากกว่าตัวอย่างอื่น เป็นเพราะหอยนางรมเป็นสัตว์น้ำที่อาศัยโดยการเกาะตามทุ่น (กรมประมง, 2535) ไม่ได้อยู่ติดโคลนเหมือนหอยแครง อีกทั้งในการทดลองเลือกใช้หอยนางรมที่มีการแกะเปลือกและแช่น้ำเกลือ หลังจากการจับ ก่อนนำมาวางขายในซูเปอร์มาร์เก็ต จึงทำให้จำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นมีน้อยกว่าหอยชนิดอื่น ๆ

อย่างไรก็ตามอายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยสามารถเพิ่มขึ้นได้ถ้าทำการบรรจุสภาวะปรับบรรยากาศ Modified Atmosphere Packaging (MAP) โดยก๊าซที่นิยมใช้ในการปรับสภาพบรรยากาศในการบรรจุผลิตภัณฑ์ได้แก่ ก๊าซออกซีเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2537) นอกจากนี้ยังสามารถใช้กรดแลคติกในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้ Smulders and Woolthus (1983) ได้ศึกษาการใช้กรดแลคติก ร้อยละ 2 ปรับความเป็นกรด-ด่างที่ 2.3 กับเนื้อสัตว์ และบรรจุสภาวะสุญญากาศ สามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์กลุ่ม mesophilic bacteria ที่ต้องการอากาศในการเจริญลงได้ 5.6 – 2.7 log CFU/cm ^{2}และในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงอาจปรับปรุงให้มีการเตรียมเนื้อหอยโดยอาจเพิ่มเวลาการฆ่าเชื้อ หรือ ใช้ระบบไอน้ำในการฆ่าเชื้อ อย่างไรก็ตามคงต้องคำนึงถึงลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อหอยด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน

วันที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด	
	บรรยากาศ	สุญญากาศ
0	3.00×10^2	3.00×10^2
3	1.95×10^3	1.45×10^3
6	1.10×10^4	5.00×10^3
9	3.00×10^6	8.05×10^4
12	1.05×10^7	4.60×10^5
15	5.25×10^7	1.80×10^6

ตารางที่ 4.14 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน

วันที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด	
	บรรจุสภาพบรรยากาศ	บรรจุสภาพสุญญากาศ
0	6.00×10^2	6.00×10^2
3	8.60×10^3	1.05×10^3
6	5.60×10^5	6.85×10^4
9	7.50×10^7	3.70×10^5
12	4.80×10^8	2.60×10^6
15	1.70×10^9	4.20×10^7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน

วันที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด	
	บรรจุสภาพบรรยากาศ	บรรจุสภาพสุญญากาศ
0	0.50×10^2	0.50×10^2
3	3.00×10^2	1.00×10^2
6	2.50×10^3	2.00×10^3
9	1.50×10^4	4.50×10^3
12	2.80×10^6	5.00×10^5
15	4.70×10^7	1.60×10^6

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีสุขลักษณะ ได้แก่ เชื้อ *E. coli* และเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคระบบทางเดินอาหาร และอาหารเป็นพิษ ได้แก่ *V. parahaemolyticus* และ *Cl. perfringens* ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 4.16 ถึง ตารางที่ 4.18) ปรากฏว่าไม่พบเชื้อดังกล่าวตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา แสดงว่าวิธีการผลิตและบรรจุในทั้งสองสภาวะที่กำหนดในการทดลองครั้งนี้ มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติจริง ควรมีการลวกลูกชิ้นก่อนนำไปบริโภคเสียก่อน เพราะอาจมีการปนเปื้อนของเชื้อทั้งสองกลุ่มดังกล่าว ในระหว่างที่มีการวางจำหน่าย เพราะลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณความชื้นสูง เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 15 วัน

จุลินทรีย์	วันที่	ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีสุขลักษณะและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ	
		บรรยากาศ	สุญญากาศ
E. coli	0	<3	<3
	3	<3	<3
	6	<3	<3
	9	<3	<3
	12	<3	<3
	15	<3	<3
V. parahaemolyticus	0	ND	ND
	3	ND	ND
	6	ND	ND
	9	ND	ND
	12	ND	ND
	15	ND	ND
Cl. perfringens	0	ND	ND
	3	ND	ND
	6	ND	ND
	9	ND	ND
	12	ND	ND
	15	ND	ND

ND หมายถึง ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 15 วัน

จุลินทรีย์	วันที่	ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีสุขลักษณะและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ	
		บรรยากาศ	สุญญากาศ
E. coli	0	<3	<3
	3	<3	<3
	6	<3	<3
	9	<3	<3
	12	<3	<3
	15	<3	<3
V. parahaemolyticus	0	ND	ND
	3	ND	ND
	6	ND	ND
	9	ND	ND
	12	ND	ND
	15	ND	ND
Cl. perfringens	0	ND	ND
	3	ND	ND
	6	ND	ND
	9	ND	ND
	12	ND	ND
	15	ND	ND

ND หมายถึง ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 15 วัน

จุลินทรีย์	วันที่	ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีสุขลักษณะและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ	
		บรรยากาศ	สุญญากาศ
E. coli	0	<3	<3
	3	<3	<3
	6	<3	<3
	9	<3	<3
	12	<3	<3
	15	<3	<3
V. parahaemolyticus	0	ND	ND
	3	ND	ND
	6	ND	ND
	9	ND	ND
	12	ND	ND
	15	ND	ND
Cl. perfringens	0	ND	ND
	3	ND	ND
	6	ND	ND
	9	ND	ND
	12	ND	ND
	15	ND	ND

ND หมายถึง ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 4.19) พบว่า ปริมาณความชื้น และเถ้า ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยทั้ง 3 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณโปรตีนและไขมันมีค่าต่างกัน โดยลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมจะมีปริมาณโปรตีน และไขมันสูงกว่าลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยอีก 2 ชนิด

สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (2536) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นปลาที่ใช้แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 พบว่ามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 10.59 ความชื้น ร้อยละ 81.23 และไขมันร้อยละ 0.5 การนำเนื้อหอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม มาผสมในการทำลูกชิ้นปลา ทำให้ปริมาณโปรตีน และไขมันสูงกว่าการใช้เนื้อปลาเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 4.19 องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี (กรัม)	ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่	ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง	ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม
โปรตีน	11.37	8.70	11.63
ไขมัน	2.56	1.52	3.17
ความชื้น	79.42	79.39	79.28
เถ้า	1.45	1.28	1.36

4.5 การคำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

ผลการคำนวณต้นทุนในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม แสดงดังตารางที่ 4.20 ตารางที่ 4.21 และตารางที่ 4.22 ตามลำดับโดยลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย 1 ลูก มีน้ำหนักประมาณ 10 กรัม จากสูตรพื้นฐานที่ให้ส่วนผสม 383.25 กรัม ได้ลูกชิ้นประมาณ 38 ลูก ดังนั้น พบว่าลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่มีราคา 0.57 บาท/ลูก ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ราคา 0.65 บท/ ลูก และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ราคา 0.81 บาท/ ลูก ในขณะที่ต้นทุนในการผลิตลูกชิ้นปลาที่ทำจากเนื้อปลาบด (ตารางที่ 4.23) มีราคา 0.58 บาท/ลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่สูตรพื้นฐาน

วัตถุดิบ	ราคา บาท/ กิโลกรัม	ปริมาณที่ใช้ ต่อ 1 สูตร (กรัม)	ร้อยละของน้ำหนักทั้งหมด	ราคา (บาท)
เนื้อปลาบดเกรด AA	68.5	225	58.71	15.41
เนื้อหอยแมลงภู่	65.0	75	19.57	4.88
เกลือ	10	9	2.35	0.09
น้ำตาล	14	3	0.78	0.04
พริกไทยป่น	220	1.8	0.47	0.40
ผงชูรส	36	0.45	0.12	0.02
เนยขาว	60	6	1.57	0.36
กระเทียม	40	1.5	0.39	0.06
ไข่ขาว (ไข่ไก่)	25	1.5	0.39	0.04
แป้งมันสำปะหลัง	18	24	6.26	0.43
น้ำแข็งบด	3	36	9.39	0.11
รวม		383.25		21.84

ตารางที่ 4.21 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงสูตรพื้นฐาน

วัตถุดิบ	ราคา บาท/ กิโลกรัม	ปริมาณที่ใช้ ต่อ 1 สูตร (กรัม)	ร้อยละของน้ำหนักทั้งหมด	ราคา (บาท)
เนื้อปลาบดเกรด AA	68.5	255	66.54	17.47
เนื้อหอยแครง	125	45	11.74	5.63
เกลือ	10	9	2.35	0.09
น้ำตาล	14	3	0.78	0.04
พริกไทยป่น	220	1.8	0.47	0.40
ผงชูรส	36	0.45	0.12	0.02
เนยขาว	60	6	1.57	0.36
กระเทียม	40	1.5	0.39	0.06
ไข่ขาว (ไข่ไก่)	25	1.5	0.39	0.04
แป้งมันสำปะหลัง	18	24	6.26	0.43
น้ำแข็งบด	3	36	9.39	0.11
รวม		383.25		24.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมสูตรพื้นฐาน

วัตถุดิบ	ราคา บาท/กิโลกรัม	ปริมาณที่ใช้ ต่อ 1 สูตร (กรัม)	ร้อยละของน้ำหนักทั้งหมด	ราคา (บาท)
เนื้อปลาบดเกรด AA	68.5	255	66.54	17.47
เนื้อหอยแมลงภู่	261.0	45	11.74	11.75
เกลือ	10	9	2.35	0.09
น้ำตาล	14	3	0.78	0.04
พริกไทยป่น	220	1.8	0.47	0.40
ผงชูรส	36	0.45	0.12	0.02
เนยขาว	60	6	1.57	0.36
กระเทียม	40	1.5	0.39	0.06
ไข่ขาว (ไข่ไก่)	25	1.5	0.39	0.04
แป้งมันสำปะหลัง	18	24	6.26	0.43
น้ำแข็งบด	3	36	9.39	0.11
รวม		383.25		30.77

ตารางที่ 4.23 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นปลาสูตรพื้นฐาน

วัตถุดิบ	ราคา บาท/กิโลกรัม	ปริมาณที่ใช้ ต่อ 1 สูตร (กรัม)	ร้อยละของน้ำหนักทั้งหมด	ราคา (บาท)
เนื้อปลาบดเกรด AA	68.5	300	78.28	20.55
เกลือ	10	9	2.35	0.09
น้ำตาล	14	3	0.78	0.04
พริกไทยป่น	220	1.8	0.47	0.40
ผงชูรส	36	0.45	0.12	0.02
เนยขาว	60	6	1.57	0.36
กระเทียม	40	1.5	0.39	0.06
ไข่ขาว (ไข่ไก่)	25	1.5	0.39	0.04
แป้งมันสำปะหลัง	18	24	6.26	0.43
น้ำแข็งบด	3	36	9.39	0.11
รวม		383.25		22.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาขนาดของเนื้อหอยที่เหมาะสมในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยพบว่า ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ขนาด 0.5 เซนติเมตร และในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ขนาดบดละเอียด เป็นขนาดที่ได้ลูกชิ้นที่ผู้บริโภคยอมรับและสะดวกต่อการปั้นขึ้นรูป

2. ผลการศึกษาอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย และผลของปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค ในด้านการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า อัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยและปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ผู้ชิมยอมรับและมีต้นทุนการผลิตต่ำ ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ คือที่ระดับ 75 : 25 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 และในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม คือที่ระดับ 85 : 15 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8

3. ผลการศึกษาอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย และผลของปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าที่อัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยคงที่ การเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลังจากร้อยละ 3 ไปเป็นร้อยละ 8 ทำให้ความแข็งของเจลเพิ่มขึ้น ในทางตรงข้ามเมื่อปริมาณแป้งมันสำปะหลังคงที่ การเพิ่มอัตราส่วนของเนื้อหอยจากร้อยละ 15 ไปเป็นร้อยละ 25 ทำให้ความแข็งของเจลลดลง

4. ผลการศึกษาหาอายุการเก็บของลูกชิ้นพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดมีค่าด่างที่ระเหยได้ลดลง ความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น เมื่อเปรียบเทียบสภาวะในการเก็บรักษาพบว่าลูกชิ้นที่บรรจุสภาวะสุญญากาศสามารถเก็บได้นานกว่าที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ โดยลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ สามารถเก็บได้มากกว่า 6 วัน และที่บรรจุสภาวะสุญญากาศสามารถเก็บได้มากกว่า 12 วัน และ 9 วัน ตามลำดับ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ สามารถเก็บได้มากกว่า 9 วัน และที่บรรจุสภาวะสุญญากาศสามารถเก็บได้มากกว่า 12 วัน โดยในระหว่างที่มีการเก็บรักษาไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค อันได้แก่ *E. coli* , *V. parahaemolyticus* และ *Cl. perfringens*

5. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่มีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 11.37 ไขมันร้อยละ 2.56 ความชื้นร้อยละ 79.42 และเถ้าร้อยละ 1.45 ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 8.70 ไขมันร้อยละ 1.52 ความชื้นร้อยละ 79.39 และเถ้า

ลิขสิทธิ์เป็นของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 1.28 ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 11.63 ไขมันร้อยละ 3.17 ความชื้นร้อยละ 79.28 และเถ้าร้อยละ 1.36

6. ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมมีราคา 0.57 บาท/ ลูก 0.65 บาท/ ลูก และ 0.81 บาท/ ลูก ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยทั้ง 3 ชนิด พบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้น้อยกว่า 15 วันซึ่งอายุการเก็บยังน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่วางขายอยู่ในท้องตลาด จึงควรหาวิธีเพิ่มอายุการเก็บรักษา โดยอาจบรรจุสภาวะกึ่งบรรยากาศ หรือการจุ่มผลิตภัณฑ์ลงในกรดแลคติก ร้อยละ 2 ก่อนบรรจุใส่ถุงในสภาวะสุญญากาศ สามารถเพิ่มอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้นได้

2. ในการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคมีคะแนนการยอมรับในผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดไม่เท่ากัน ดังนั้นในการเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปพัฒนาต่อ อาจทดสอบการชิมเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาตัวอย่างที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสคะแนนการยอมรับของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ มีแนวโน้มสูงกว่าตัวอย่างอื่น และต้นทุนการผลิตก็ต่ำกว่าลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยชนิดอื่นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมประมง. 2535. ภาพปลาและสัตว์น้ำของไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพ ฯ.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร. ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, กรุงเทพฯ.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ.

คมน์ ศิลปาจารย์ และ ทรงชัย สหวัชรินทร์. 2533. การทำความสะอาดหอยสด. วารสารกรมประมง. 43(2) : 139-142.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2537. ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ.

จิรวรรณ แย้มประยูร และ พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล. 2536. ผลของชนิดและปริมาณแป้งต่อคุณภาพลูกชิ้นปลาแช่เยือกแข็ง. ใน เอกสารทางวิชาการสถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. กรมประมง, กรุงเทพ ฯ.

จิรวรรณ แย้มประยูร พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล และ ปรทิพย์ เกียรติกังวาฬกล. 2523. ศึกษาเทคนิคการผลิตลูกชิ้นปลา. ใน รายงานวิชาการและการทดลองประจำปี 2523 กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. กรมประมง, กรุงเทพ ฯ.

จิรวัฒน์ ยงสวัสดิกุล. 2541. การเกิดเจลในโปรตีนกล้ามเนื้อปลา. อาหาร. 28(4) : 245-254.

ธารินี ยศสุนทร. 2544. การผลิตลูกชิ้นปลาผสมแมงกระพรุนและการเก็บรักษา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ.

นงนุช รักสกุลไทย. 2538. กรรมวิธีแปรรูปสัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ.

ปวีนา น้อยทัพ และ นงนุช รักสกุลไทย. 2539. การพัฒนาการผลิตลูกชิ้นปลาผสมปลาหมึก และการเก็บรักษา. อาหาร. 26(4) : 263-275.

ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก และ นงนุช รักสกุลไทย. 2534 . การปรับปรุงการทำลูกชิ้นปลา : ผลของการล้างการใช้พอลีฟอสเฟตและชนิดแป้งต่อคุณภาพของลูกชิ้นปลา. อาหาร. 21(1) : 37-47.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเนื้อปลาบด (ซูริมิ). 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มอก. 935-2533.

เรืองไร โตกฤษณะ. 2528. ระบบตลาดสินค้าสัตว์น้ำประเภทหอย. หน้า 85-188. ใน งานวิจัยสังคมศาสตร์การประมงแห่งเอเชีย : ประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ.

สถานีวิจัยประมงศรีราชา. 2543. การเลี้ยงและการแปรรูปหอยแมลงภู่แบบครบวงจร. หน้า 8-41. ใน เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ.

สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. 2536. ผลของชนิดและปริมาณแป้งต่อคุณภาพลูกชิ้นแช่เยือกแข็ง. กรมประมง, กรุงเทพ ฯ.

สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. 2541. การตรวจสอบคุณภาพซูริมิ. กรมประมง, กรุงเทพ ฯ.

สุทธวัฒน์ เบญจกุล และ วรรณพ วิเศษสงวน. 2541. บทบาทของเอนไซม์ในซูริมิ : โมโดริ. อาหาร. 28(4) : 235-244.

อนันต์ สาระยา. 2537. สภาพแวดล้อมเพื่อการเลี้ยงหอย. ฟาร์มมิ่ง. 2 (4) : 14-32.

อุดม สุนทรวิภาต และ จิรวรรณ แย้มประยูร. 2530. ซูริมิ. วารสารการประมง. 40 : 70-71.

อังคณา พูลดำ. 2537. การปรับปรุงคุณภาพลูกชิ้นปลา. รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, กรุงเทพ ฯ.

อำนวย โชติญาณวงษ์. 2524. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ประมง. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

AOAC. Official Method of Analysis. 1984. 14th ed. The Association of Analysis Chemists. Arlington, Virginia.

AOAC. Official Method of Analysis. 1995. 16th ed. The Association of Analysis Chemists. Arlington, Virginia.

APHA. 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. III. American Public Health Association. Washington, D. C.

Babbitt, J. K. 1985. Unpublished data. Nat. Marine Fish. Serv., Utilization Div., Kodiak, Alaska.

Banks, H. R. Nickelson and G. Finne. 1980. Shelf-life studies on CO packaged fin fish from the gulf of Mexico. J Food Sci. 45 : 157-162.

Daniels, J. A. , R. Krishnamurthi and S. H. Rizvi. 1985. A review of effect of carbondioxide on microbial growth and food quality. J. Food Prot. 48(6) : 532-537.

Dore, Ian. 1991. Shellfish : A Guide to Oysters, Mussels, Scallops, Clams and Similar Products For the Commercial User. Van Nostrand Reinhold, New York.

Fish Processing section. 1983. Fishery Technological Development Division. *In* Final Report to International Development Research Centre, Canada. Department of Fisheries, Thailand.

Kadoya,T. 1990. Food Packaging. Acadamic Press Inc. , California.

Kano, I. 1992. Tropical Surimi. Infofish International. 1 : 21-25.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kim, J. M. and C.M. Lee. 1985. Textural properties and structure of starch-reinforced surimi gels as affected by heat-setting. Paper No. 29. Presented at 30th Aug. 25-29. Atlantic Fisheries Technological Conference, Boston. M. A.

Kim, J.M. and C.M. Lee. 1987. Effect of starch on texture properties of surimi gel. J. Food Sci. 52(3) : 722-725.

Kong, C.S., H. Ogawa and N. Iso. 1999. Compression Properties of Fish-Meat Gel as Affected by Gelatinization of Added Starch. J. Food Sci. 64(2) : 283-286.

Lee, Chong M. 1984. Surimi Process Technology. Food Technol. 38(11) : 69-80.

Lee, C.M., M. C. Wu. and M. Okada. 1992. Ingredients and formation technology for surimi-based products. pp. 273-302. *In* Surimi Technology. Marcel Dekker, Inc., New York.

Lippincott, R.K. and Lee, C.M. 1983. Factors affecting gel characteristics of red hake surimi. Presented at 43th Ann. Meeting of Inst. Of Food Technologists. New Orleans, New York.

MFRD. 1987a. Handbook on the Processing of Frozen Surimi and Fish Jelly Products in Southeast Asia. Marine Fisheries Research Department Southeast Asian Fisheries Development, Center singapore.

MFRD. 1987b. Laboratory Manual on Analytical Methods and Procedures for Fish and Fish Products. Marine Fisheries Research Department Southeast Asian Fisheries Development Center, Singapore.

Miyake, Y., Y. Hirasawa and M. Miynabe. 1985. Technology of Surimi manufacturing. INFOFISH 5 : 21-22.

Okada, M. 1985. Ingredients on gel Texture. pp. 515-528. *In* Proceedings of the International Symposium on Engineered Seafood Including Surimi. National Fisheries Institute, Washington, D. C.

Putro, S., M. Suberman and Ustadi. 1990. Studies on depuration of bivalves. FAO Fisheries Report No. 401 suplement.

Sikorski, Z. E. 1990. Seafood : Resources, Nutritional Composition and Preservation CRD Press, U. S. A.

Sikorski, Z. E., Bonnie Sn Pan and Fereidoon Shahidi. 1994. Seafood Proteins. Chapman and Hall, New York.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smulders, F. J. M. and C. H. J. Woolthus. 1983. Influence of two levels of hygiene in the microbiological condition of veal as a product of two slaughtering/ Processing sequences. J. Food Prot. 46 : 1032.

Suzuki, T. 1981. Fish and krill Protein : Processing Technology. Applied Science Publishers, London.

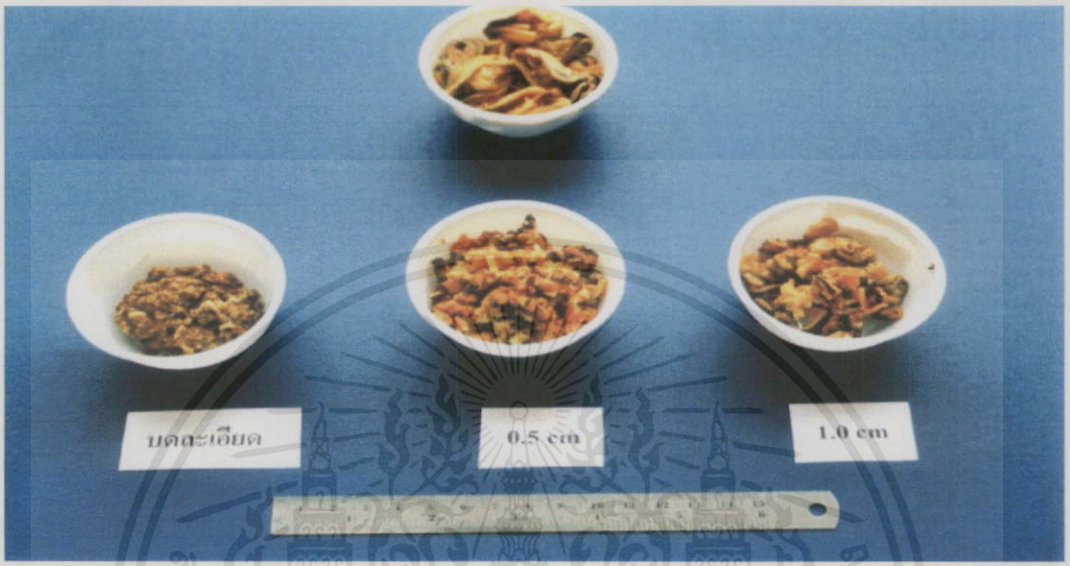
Wu, M.C., T. C. Lanier and D. D. Hamann. 1985. Thermal Transitions of Admixed Starch/Fish Protein Systems During Heating. J. Food Sci. 50 : 20-25.

Yamazawa. 1990. Studies on the mechanism of gel-reinforcing effect of starch in kamaboko gel. Nihon Suisan Gakkai-shi. 56(3) : 505-510.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ภาพผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

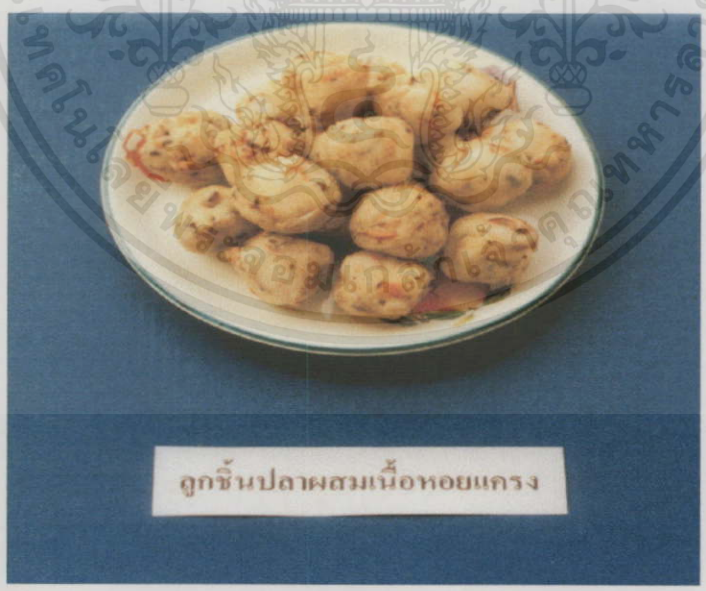


ภาพที่ ก1 เนื้อหอยแมลงภู่ที่บดละเอียด หั่นขนาด 0.5 เซนติเมตร และ 1.0 เซนติเมตร

ภาพที่ ก2 ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ก3 เนื้อหอยแครงที่บดละเอียด หั่นขนาด 0.5 เซนติเมตร และ 1.0 เซนติเมตร



ภาพที่ ก4 ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ก5 เนื้อหอยนางรมที่บดละเอียด หั่นขนาด 0.5 เซนติเมตร และ 1.0 เซนติเมตร

ภาพที่ ก6 ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่าง ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย_____

ชื่อผู้ทดสอบ _____วันที่ _____

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยตามระดับคะแนนที่กำหนดไว้ให้ข้างล่าง ดังนี้

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

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง		
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
ลักษณะเนื้อสัมผัส			
การยอมรับโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ_____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่าง ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่

ชื่อผู้ทดสอบ_____ วันที่ _____

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ตามคำอธิบายการให้คะแนน กรุณาบ้วนปากระหว่างการชิมตัวอย่าง

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

รหัสตัวอย่าง	_____	_____	_____	_____
ลักษณะปรากฏ	_____	_____	_____	_____
สี	_____	_____	_____	_____
กลิ่น	_____	_____	_____	_____
รสชาติ	_____	_____	_____	_____
ลักษณะเนื้อสัมผัส	_____	_____	_____	_____
ความชอบรวม	_____	_____	_____	_____

ข้อเสนอแนะ _____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
วิธีการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส
2. โถดูดความชื้น
3. เครื่องชั่งไฟฟ้า

วิธีการ

1.1 อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้ จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

1.2 กระทำเช่นข้อ 1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

1.3 ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-3 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

ก2. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) ประกอบด้วยบีกเกอร์สำหรับใส่ตัวทำละลาย ซอคเลต (Soxhlet) เครื่องควบแน่น (condenser) และเตาให้ความร้อน (heating mantle)
2. หลอดใส่ตัวอย่าง (extraction thimble)
3. สำลี
4. ตู้อบไฟฟ้า
5. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด
6. โถดูดความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

2.1 อบบีกเกอร์สำหรับหาไขมัน ซึ่งมีขนาดความจุ 150 มิลลิลิตรในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2.2 ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มิดชิด แล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมด้วยสำลีเพื่อให้สารละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ

2.3 นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในซอคเลต

2.4 เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ ลงในขวดหาไขมันปริมาณ 50 มิลลิลิตร แล้ววางบนเตาให้ความร้อน

2.5 ทำการสกัดไขมันเป็นเวลา 45 นาที โดยปรับความร้อนให้หยดของสารทำละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที

2.5 ระเหยจนเหลือสารละลายในขวดกลมเพียงเล็กน้อยด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลาย

2.6 นำขวดหาบีกเกอร์นั้นไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 80–90 องศาเซลเซียส จนแห้ง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

2.7 ชั่งน้ำหนัก แล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ค3. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ใช้วิธีเจลห์ดาล (AOAC,1995)

อุปกรณ์

1. ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มิลลิลิตร
2. ชุดกลั่นโปรตีน (semi-microdistillation apparatus)
3. ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร (volumetric flask)
4. ขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร (erlenmeyer flask)
5. ปิเปต ขนาด 5 , 10 มิลลิลิตร (voluetric pipette)
6. บิวเรต ขนาด 25 มิลลิลิตร (burett)
7. ลูกแก้ว
8. กระดาษกรอง

สารเคมี

1. กรดซัลฟุริกเข้มข้น
2. สารเร่งปฏิกิริยา ใช้คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) 1 ส่วนต่อโปแตสเซียมซัลเฟต (K_4SO_4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9 ส่วน

3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 32 ชั่งสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

4. สารละลายกรดบอริกเข้มข้น ร้อยละ 2 ละลายกรดบอริก 20 กรัม ด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

4. สารละลายกรดเกลือ เข้มข้น 0.02 นอร์มัล

5. อินดิเคเตอร์ใช้ fashiro indicator เตรียมเป็น stock solution ชั่งเมธิลลีนบลู (methelene blue) 0.2 กรัม ละลายในเอทธานอล (ethanol) 200 มล. และชั่ง เมทิลเรด (methyl red) 0.05 กรัม ละลายในเอทธานอล 50 มิลลิลิตร นำมาผสมในอัตราส่วน stock solution 1 ส่วน : น้ำกลั่น 2 ส่วน

วิธีการ

3.1 ชั่งตัวอย่างอาหารบนกระดาษกรอง ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มิดชิดใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน (ขวด Kjeldahl)

3.2 เติมสารเร่งปฏิกิริยา 1 กรัม และ กรดซัลฟุริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร

3.3 นำไปย่อยบนเตาไฟในตู้ควันจนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยทิ้งให้เย็น

3.4 นำไปกลั่นโดยเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร โซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 32 ปริมาตร 80 มิลลิลิตร

3.5 รองรับสิ่งที่กลั่นได้ด้วย ร้อยละ 2 ของกรดบอริก 50 มิลลิลิตร

3.6 เติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด

3.7 กลั่นโดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดบอริก

3.8 กลั่นจนได้สารละลายในขวดจับก๊าซประมาณ 250 มิลลิลิตร

3.9 กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ

3.10 ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือ ที่มีความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล จะได้จุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน

3.11 ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกันตั้งแต่ข้อ 3.2-3.10

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(a-b) \times N \times 14 \times \text{factor}}{W}$$

โดยที่ a = ปริมาณของสรละลายกรดเกลือที่ใช้เป็น มิลลิลิตร

b = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้กับ blank เป็น มิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ เป็น นอร์มัล

W = น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factor = ตัวเลขที่เหมาะสม 6.25

(น้ำหนักกรัมสมมูลย์ของไนโตรเจน = 14.007)

ค4. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. เตาเผา
2. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (muffle furnace)
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

วิธีการ

4.1 เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิตซ์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30 – 45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็น จนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก

4.2 เผาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิลิตร

4.3 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส และกระทำเช่นเดียวกันกับข้อ 4.1–4.2

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ค5. การวิเคราะห์ปริมาณด่างระเหยทั้งหมด (MFRD, 1987b)

5.1 ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม เติม TCA ร้อยละ 4 ปริมาณ 8 มิลลิลิตร บดให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 จะได้สารละลายตัวอย่าง

5.2 ปิเปตสารละลายกรดบอริกผสมอินดิเคเตอร์ 1 มิลลิลิตร ใส่จานระเหยแบบคอนเวย์ชั้นใน

5.3 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรใส่จานระเหยแบบคอนเวย์ ชั้นนอก

5.4 ปิเปตสารละลายอิ่มตัว K_2CO_3 1 มิลลิลิตร ใส่จานระเหยแบคอนเวย์ชั้นนอก รีบปิดฝาคอนเวย์ให้สนิททันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ผสมสารละลายที่อยู่ในคอนเวย์ชั้นนอก โดยหมุนเบา ๆ ตั้งทิ้งไว้ 60 นาที ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

5.6 ไตเตรตสารละลายที่อยู่ในคอนเวย์ชั้นในด้วย 0.02 N HCl จนสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีชมพู

5.7 ทำ blank โดยใช้ TCA ร้อยละ 4 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่าง คำนวณปริมาตรด่างระเหยทั้งหมดจาก

$$\text{mg \% TVB-N} = \frac{(V_A - V_B) \times (N_{HCl} \times A_N) \times [(W_S \times M/100) + V_E] \times 100}{W_S}$$

โดยที่ V_A = มิลลิลิตรของ 0.02 N HCl ที่ใช้ไตเตรตกับสารละลายตัวอย่างที่สกัด

V_B = มิลลิลิตรของ 0.02 N HCl ที่ใช้ไตเตรตกับ blank

N_{HCl} = Normality ของ HCl (= 0.02 N x factor ของ HCl)

A_N = น้ำหนักมเลกุลของไนโตรเจน (14.00)

W_S = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

M = ร้อยละของความชื้นตัวอย่าง

V_E = ปริมาตร TCA ร้อยละ 4 ที่ใช้ในการสกัด

ค6. วิธีหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (MFRD, 1987)

ชั่งตัวอย่างบดละเอียด 5 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ แล้วเติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว 45 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากันเป็นเวลา 30 วินาที นำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัด pH

ค7. วิธีวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1984 ข้อ 46.015)

7.1 สุ่มตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ เทสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (พีเอช 7.2) 225 มิลลิลิตร ลงไป เพื่อให้ได้สารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 1 : 10

7.2 นำไปตีป่นให้ละเอียดโดยใช้เครื่องตีป่นอาหารเป็นเวลา 2 นาที

7.3 ปิเปตตัวอย่างอาหารเจือจาง 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (พีเอช 7.2) 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ

7.4 ปิเปตตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อโดยทำระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ

7.5 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard plate count agar ที่หลอมเหลว และมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส 15-20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากับตัวอย่างอาหารอย่างทั่วถึง

7.6 ปล่อยทิ้งให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว กลับจานเพาะเชื้อ

7.7 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

7.8 นับจำนวนจุลินทรีย์ในจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30–300 โคโลนี

7.9 หาผลเฉลี่ยของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ออาหาร 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค8. วิธีวิเคราะห์ปริมาณ coliform, Faecal coliform และ *Escherichia coli* (AOAC, 1984 ข้อ 46.016)

8.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

8.2 ปิเปตตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่มีอาหาร Lauryl sulfate tryptose broth 10 มิลลิลิตร ทำระดับความเจือจางละ 5 หลอด

8.3 บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

8.4 ตรวจดูหลอดที่ให้ผลบวก โดยจะเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ (presumptive test)

8.5 ใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดที่มีก๊าซ ลงใน Brilliant green lactose bile (BGLB) broth และ EC broth

8.5.1 BGLB broth นำไปบ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซทั้งหมดในขั้นนี้ (confirm test) นำไปหาค่า MPN ของ Faecal coliform จากตาราง MPN

8.5.2 EC broth นำไปบ่มในหม้ออังไอน้ำ (water bath) ที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนับจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซทั้งหมด นำไปหาค่า MPN ของ Faecal coliform จากตาราง MPN

8.6 การตรวจหา *E. coli*

8.6.1 ใช้ลูปแตะเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในข้อ 1.5.2 streak ลงบน Eosin methylene blue (EMB) agar บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

8.6.2 เลือกโคโลนีที่มีสีเข้มคล้ำ อาจมีเงาโลหะหรือไม่มีก็ได้ ถ่ายเชื้อลงใน NA slant บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

8.6.3 ทดสอบปฏิกิริยา IMViC ได้แก่

Indole production ถ่ายเชื้อลงใน Tryptophane broth บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบการเกิด Indole โดยเติม Kovac's reagent 0.2-0.3 มิลลิลิตร ลงในหลอดถ้าเกิดสีชมพูหรือสีแดงที่ผิวหน้า แสดงว่าปฏิกิริยาให้ผลบวก Voges-Proskauer-reactive compounds ถ่ายเชื้อลงใน MR-VP medium บ่มที่ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ปิเปตเชื้อ 0.7 มิลลิลิตร ลงในจานกระเบื้องหลุมสีขาว เติมสารละลาย α-napthol 0.1 มิลลิลิตร ร้อยละ 40 KOH 0.1 มิลลิลิตร และเกลือ creatine 2-3 เกลือ ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้นแสดงว่าให้ผลบวก Methyl red reactive compounds โดยบ่มเชื้อในหลอด MR-VP medium บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากทำการทดสอบปฏิกิริยา Voges-Proskauer แล้ว จากนั้นตรวจสอบปฏิกิริยาโดยเติมสารละลายเมทิลเรด 5 หยดลงในหลอดทดลอง เมื่อมีสีแดงเกิดขึ้น แสดงว่าให้ผล

บวก ถ้าเกิดสีเหลืองแสดงว่าให้ผลลบ Create utilization ถ่ายเชื้อลงใน Koser's citrate broth บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อมีลักษณะขุ่นแสดงว่าให้ผลบวก

8.6.4 ย้อมสีแบบแกรม

8.6.5 คำนวณค่า MPN ของ *E. coli* ต่อกรัมของอาหาร จากหลอดที่ทดสอบแล้วว่ามีแบคทีเรียรูปท่อน ติดสีแกรมลบ และให้ผลการทดสอบ IMViC เป็น ++-- หรือ --++

ค9. วิธีวิเคราะห์ *Clostridium perfringens* (APHA, 1992)

9.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

9.2 ปิเปตตัวอย่างอาหาร 0.1 มิลลิลิตร ลงบน Tryptose sulfite cyclocerine (TSC) agar หรือ Shahidi Eerguson perfringens (SEP) agar เกลี่ยให้ทั่วผิวอาหาร

9.3 บ่มในโถบ่มไร้อากาศที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

9.4 นับจำนวนโคโลนีสีดำ และมีโซนขุ่นล้อมรอบ (เป็นจำนวนในขั้น presumptive) นำมาทดสอบยืนยัน

9.5 ถ่ายเชื้อลง Thioglycollate broth บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

9.5.1 stab ลง Motility nitrate medium บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง *Cl. perfringens* ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นการเจริญจะเกิดเฉพาะตามรอยแทงของลูปเท่านั้น ทดสอบความสามารถในการรีดิวซ์ไนเตรทให้เป็นไนไตรท์จะทำให้ปฏิกิริยากับน้ำยาทดสอบให้สีแดง ในกรณีที่การทดสอบครั้งแรกได้ผลลบ ให้บ่มหลอดเชื้ออีกหนึ่งหลอดต่ออีก 24 ชั่วโมง แล้วทดสอบซ้ำ

9.5.2 stab ลง Lactose gelatin medium บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง *Cl. perfringens* สามารถเฟอร์เมนต์แลคโตส เกิดฟองก๊าซ และมีกรดเกิดขึ้น ทำให้อาหารเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง และมีเอนไซม์ย่อยเจลาตินได้ โดยแช่หลอดในน้ำแข็งประมาณ 30 นาที เจลาตินที่ถูกย่อยสลายแล้วจะไม่จับตัวเป็นก้อนแข็ง

ค10. วิธีวิเคราะห์ *Vibrio parahaemolyticus* (AOAC, 1984)

ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม โดยวิธี aseptic technique เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ APW ลงไป 225 มิลลิลิตร เขย่าผสมกับตัวอย่าง ควรนำตัวอย่างที่เจือจางแล้วมาเจือจางอีกด้วย APW จนถึงประมาณ 100 และ 1,000 เท่า

10.1 นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ ไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 6-8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา

10.2 ใช้ลูปถ่ายเชื้อเฉพาะบริเวณผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ นำมา streak ลงบนผิวหน้าที่แห้งของอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS ถ้าตัวอย่างเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมาแล้ว เช่น การแช่แข็ง การลวก ฯลฯ หลังถ่ายเชื้อลงบน TCBS แล้วให้นำ APW ไปบ่มต่ออีกจนครบ 24 ชั่ว

โมง แล้วถ่ายเชื้อลง TCBS อีก 1 ชุด บ่มจานเพาะเชื้อ TCBS ทั้ง 2 ชุดที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง

10.3 อ่านผล *Vibrio parahaemolyticus* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS จะมีลักษณะกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร สีเขียวหรือน้ำเงินอมเขียว เมื่อใช้เข็มเขี่ยเชื้อแตะที่โคโลนีแล้วยกขึ้นจะพบว่ามีลักษณะหนืดเหนียว

10.4 นำโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *Vibrio parahaemolyticus* มาทดสอบทางชีวเคมีต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ผู้ทดสอบชิม 18 คน) โดยแปรขนาดของเนื้อหอยแมลงภู่

ลักษณะที่ทดสอบ	Sov	Df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	17	35.426	2.084	1.227 ns
	ขนาดเนื้อหอย	8	16.259	8.130	4.787*
	Error	136	57.741	1.698	
สี	ผู้ทดสอบ	17	27.500	1.618	1.486 ns
	ขนาดเนื้อหอย	8	44.333	22.167	20.369**
	Error	136	37.000	1.088	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	17	41.926	2.466	1.580 ns
	ขนาดเนื้อหอย	8	15.593	7.796	4.994*
	Error	136	53.074	1.561	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	17	25.333	1.490	1.774 ns
	ขนาดเนื้อหอย	8	1.444	0.722	0.860 ns
	Error	136	28.556	0.840	
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	17	47.426	2.790	5.555**
	ขนาดเนื้อหอย	8	1.593	0.796	1.586 ns
	Error	136	17.074	0.502	
การยอมรับรวม	ผู้ทดสอบ	17	41.704	2.453	2.723**
	ขนาดเนื้อหอย	8	11.370	5.685	6.311**
	Error	136	30.630	0.901	

ns หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P\leq0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ผู้ทดสอบชิม 18 คน) โดยแปรขนาดของเนื้อหอยแครง

ลักษณะที่ทดสอบ	Sov	Df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	17	55.648	3.273	2.062*
	ขนาดเนื้อหอย	8	26.037	13.019	8.202**
	Error	136	53.693	1.578	
สี	ผู้ทดสอบ	17	16.833	0.990	0.777 ns
	ขนาดเนื้อหอย	8	57.333	28.667	22.492**
	Error	136	43.333	1.275	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	17	40.759	2.398	1.639 ns
	ขนาดเนื้อหอย	8	6.259	3.130	2.139 ns
	Error	136	49.741	1.463	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	17	46.981	2.764	3.456**
	ขนาดเนื้อหอย	8	0.148	0.074	0.093 ns
	Error	136	27.185	0.800	
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	17	50.981	2.999	4.838**
	ขนาดเนื้อหอย	8	0.259	0.130	0.209 ns
	Error	136	21.074	0.620	
การยอมรับรวม	ผู้ทดสอบ	17	43.926	2.584	3.045**
	ขนาดเนื้อหอย	8	7.815	3.907	4.605*
	Error	136	28.852	0.849	

ns หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P\leq0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ผู้ทดสอบชิม 18 คน) โดยแปรขนาดของเนื้อหอยนางรม

ลักษณะที่ทดสอบ	Sov	Df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	17	18.815	1.107	1.356*
	ขนาดเนื้อหอย	8	4.926	2.463	3.019^{ns}
	Error	136	27.741	0.816	
สี	ผู้ทดสอบ	17	19.426	1.143	1.979*
	ขนาดเนื้อหอย	8	2.370	1.185	2.053^{ns}
	Error	136	19.630	0.577	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	17	25.259	1.486	1.538^{ns}
	ขนาดเนื้อหอย	8	0.481	0.241	0.249^{ns}
	Error	136	32.852	0.966	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	17	32.093	1.888	2.080^{ns}
	ขนาดเนื้อหอย	8	5.815	2.907	3.204*
	Error	136	30.852	0.907	
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	17	29.870	1.757	1.856^{ns}
	ขนาดเนื้อหอย	8	1.815	0.907	0.959^{ns}
	Error	136	32.185	0.947	
การยอมรับรวม	ผู้ทดสอบ	17	30.833	1.814	2.403*
	ขนาดเนื้อหอย	8	2.333	1.167	1.545^{ns}
	Error	136	25.667	0.755	

ns หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P\leq0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ผู้ทดสอบชิม 18 คน) โดยแปรอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแมลงภู่ และปริมาณแป้งมันสำปะหลัง

ลักษณะที่ทดสอบ	Sov	Df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	17	43.144	2.538	4.29**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	5.519	0.690	1.17 ns
	Error	46	34.213	0.744	
สี	ผู้ทดสอบ	17	35.366	2.080	5.47**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	4.241	0.530	1.39 ns
	Error	46	20.380	0.443	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	17	48.565	2.857	4.15**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	3.315	0.414	0.60 ns
	Error	46	41.398	0.900	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	17	31.269	1.839	5.65**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	5.519	0.690	2.12 ns
	Error	46	17.657	0.384	
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	17	34.667	2.039	2.90**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	5.667	0.708	1.01 ns
	Error	46	34.111	0.742	
การยอมรับรวม	ผู้ทดสอบ	17	27.708	1.630	2.31*
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	6.333	0.792	1.12 ns
	Error	46	37.611	0.818	

ns หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P\leq0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ผู้ทดสอบชิม 18 คน) โดยแปรอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครง และปริมาณแป้งมันสำปะหลัง

ลักษณะที่ทดสอบ	Sov	Df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	17	53.630	3.155	5.21**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	9.130	1.141	1.88 ns
	Error	46	32.519	0.707	
สี	ผู้ทดสอบ	17	45.407	2.671	12.17**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	5.407	0.676	3.08**
	Error	46	13.185	0.287	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	17	51.634	3.037	4.58**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	4.259	0.532	0.80 ns
	Error	46	36.770	0.799	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	17	37.250	2.191	3.25**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	3.000	0.375	0.56
	Error	46	32.361	0.704	
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	17	26.014	1.530	1.99*
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	6.389	0.799	1.04 ns
	Error	46	40.917	0.900	
การยอมรับรวม	ผู้ทดสอบ	17	35.440	2.085	3.50**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	10.815	1.352	2.27*
	Error	46	31.065	0.675	

ns หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P\leq0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ผู้ทดสอบชิม 18 คน) โดยแปรอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยนางรม และปริมาณแป้งมันสำปะหลัง

ลักษณะที่ทดสอบ	Sov	Df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	17	95.745	5.632	13.03**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	3.370	0.421	0.97 ns
	Error	46	26.204	0.570	
สี	ผู้ทดสอบ	17	90.384	5.317	11.65**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	6.259	0.782	1.71 ns
	Error	46	25.232	0.549	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	17	46.046	2.709	4.94**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	3.400	0.475	0.84 ns
	Error	46	22.769	0.495	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	17	25.167	1.480	2.80**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	5.667	0.708	1.34 ns
	Error	46	22.667	0.493	
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	17	39.565	2.327	4.72**
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	18.315	2.290	4.64**
	Error	46	16.065	0.349	
การยอมรับรวม	ผู้ทดสอบ	17	28.315	1.666	2.31*
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	6.815	0.852	1.18 ns
	Error	46	36.648	0.797	

ns หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P\leq0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความแข็งแรงของเจล และความยืดหยุ่น ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่ผลิต โดยการแปรอัตราส่วนซูริมิต่อเนื้อหอยแมลงภู่ และแปรปริมาณแป้งมันสำปะหลัง

ลักษณะที่ทดสอบ	Sov	Df	SS	MS	F
ความแข็งแรง	การทดลอง	4	2023.453	1.079	0.383 ns
ของเจล	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	258873.900	138.058	0.000**
	Error	32	1875.104		
ความยืดหยุ่น	การทดลอง	4	0.0056	0.0014	0.681 ns
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	0.0468	0.0059	2.822*
	Error	32	0.0664	0.0021	

ns หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

** หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P≤0.01)

ตารางที่ ง8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความแข็งแรงของเจล และความยืดหยุ่น ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่ผลิต โดยการแปรอัตราส่วนซูริมิต่อเนื้อหอยแครง และแปรปริมาณแป้งมันสำปะหลัง

ลักษณะที่ทดสอบ	Sov	Df	SS	MS	F
ความแข็งแรง	การทดลอง	4	6728.652	1682.163	1.973 ns
ของเจล	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	2794287.5	349285.93	369.641**
	Error	32	27288.888	852.778	
ความยืดหยุ่น	การทดลอง	4	0.0127	0.0032	1.443 ns
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	0.078	0.0098	4.214**
	Error	32	0.071	0.0022	

ns หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

** หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P≤0.01)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความแข็งแรงของเจล และความยืดหยุ่น ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่ผลิต โดยการแปรอัตราส่วนซูริมิต่อเนื้อหอยนางรม และแปรปริมาณแป้งมันสำปะหลัง

ลักษณะที่ทดสอบ	Sov	Df	SS	MS	F
ความแข็งแรงของเจล	การทดลอง	4	2596.279	649.070	0.601 ns
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	3113308.000	389163.500	360.121**
	Error	32	34580.689	1080.647	
ความยืดหยุ่น	การทดลอง	4	0.011	0.0026	1.785ns
	อัตราส่วนและปริมาณแป้ง	8	0.165	0.0021	14.000**
	Error	32	0.047	0.0015	

ns หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P\leq0.01$)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณด่างที่ระเหยทั้งหมด (TVB-N) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย แมลงภู่ ที่เก็บในสภาวะบรรยากาศ และสุญญากาศ

ลักษณะที่ทดสอบ	Sov	Df	SS	MS	F
ปริมาณด่างระเหยทั้งหมด	สภาวะการบรรจุ (A)	1	7.992	7.992	7992**
	Error (A)	1	0.001	0.001	
	อายุการเก็บรักษา (B)	5	62.547	12.509	14.18**
	A x B	5	4.411	0.882	275.62**
	Error (B)	10	0.032	0.003	
ความเป็นกรด-ด่าง	สภาวะการบรรจุ (A)	1	0.009	0.009	2250**
	Error (A)	1	0.0000004	0.000004	
	อายุการเก็บรักษา (B)	5	0.233	0.047	52.2**
	A x B	5	0.004	0.0009	3.00*
	Error (B)	10	0.003	0.0003	
ความชื้น	สภาวะการบรรจุ (A)	1	1.450	1.450	65.90**
	Error (A)	1	0.022	0.022	
	อายุการเก็บรักษา (B)	5	1.545	0.309	1.26^{ns}
	A x B	5	1.224	0.245	1.296^{ns}
	Error (B)	10	1.891	0.189	

ns หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P\leq0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณด่างที่ระเหยทั้งหมด (TVB-N) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่เก็บในสภาวะบรรจุปกติ และบรรจุสุญญากาศ

ลักษณะที่ทดสอบ	Sov	Df	SS	MS	F
ปริมาณด่างระเหยทั้งหมด	สภาวะการบรรจุ (A)	1	6.050	6.050	12100.2**
	Error (A)	1	0.0005	0.0005	
	อายุการเก็บรักษา (B)	5	68.314	13.663	21.673**
	A x B	5	3.152	0.630	50.84**
	Error (B)	10	0.124	0.012	
ความเป็นกรด-ด่าง	สภาวะการบรรจุ (A)	1	0.020	0.020	1020**
	Error (A)	1	0.00002	0.00002	
	อายุการเก็บรักษา (B)	5	0.322	0.064	21.43 **
	A x B	5	0.015	0.003	10.00 **
	Error (B)	10	0.003	0.0003	
ความชื้น	สภาวะการบรรจุ (A)	1	0.035	0.035	0.046 ns
	Error (A)	1	0.763	0.763	
	อายุการเก็บรักษา (B)	5	3.044	0.609	4.682**
	A x B	5	0.650	0.130	1.926 ns
	Error (B)	10	0.675	0.068	

ns หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P\leq0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณด่างที่ระเหยทั้งหมด(TVB-N) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่เก็บในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ

ลักษณะที่ทดสอบ	Sov	Df	SS	MS	F
ปริมาณด่างระเหยทั้งหมด	สภาพการบรรจุ (A)	1	0.878	0.878	24.38**
	Error (A)	1	0.036	0.036	
	อายุการเก็บรักษา (B)	5	67.175	13.435	34.29**
	A x B	5	1.959	0.392	135.10**
	Error (B)	10	0.029	0.003	
ความเป็นกรด-ด่าง	สภาพการบรรจุ (A)	1	0.009	0.009	2300**
	Error (A)	1	0.000004	0.000004	
	อายุการเก็บรักษา (B)	5	0.2325	0.047	51.67*
	A x B	5	0.004	0.001	3.00^{ns}
	Error (B)	10	0.003	0.0003	
ความชื้น	สภาพการบรรจุ (A)	1	0.531	0.531	5.59**
	Error (A)	1	0.095	0.095	
	อายุการเก็บรักษา (B)	5	2.483	0.497	1.16^{ns}
	A x B	5	2.137	0.428	2.32^{ns}
	Error (B)	10	1.844	0.184	

ns หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P\leq0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวโสรยา เกิดพิบูลย์ เกิดเมื่อวันที่ 27 พฤษภาคม พ.ศ. 2521 ที่อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2542 และในปีการศึกษา 2543 ได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสำเร็จการศึกษาในปี พ. ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้