การศึกษาคุณภาพของซูริมิจากปลานิล

A STUDY ON QUALITIES OF SURIMI FROM *Tilapia nilotica*

นางสาวพิมพ์ใจ ทองคำ

MISS PIMCHAI TONGCOM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2541

ISBN 974-622-108-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY ON QUALITIES OF SURIMI FORM *Tilapia nilotica*

PIMCHAI TONGCOM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SCIENCE

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

1998

ISBN 974-622-108-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาคุณภาพของซูริมิจากปลานิล

A STUDY ON QUALITIES OF SURIMI FROM *Tilapia nilotica*

ชื่อนักศึกษา นางสาวพิมพ์ใจ ทองคำ **รหัสประจำตัว** 38065002

หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** วิทยาศาสตร์การอาหาร

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.ยุพร พืชกมุทร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ระติพร	หาเรือนกิจ	
ดร.ยุพร	พืชกมุทร	
ดร.กิตติชัย	บรรจง	
ผศ.เยาวลักษณ์	สุรพันธ์พิศิษฐ์	

ค่าระดับคะแนนที่ผ่านเป็นเอกฉันท์จากคณะกรรมการสอบ GOOD

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 20 มกราคม 2541 เวลา 10.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ห้องประชุม คณะเทคโนโลยีการเกษตร (ชั้น 1 ห้อง 1)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 23 **เดือน** กุมภาพันธ์ **พ.ศ.** 2541

หมายเหตุ การวัดผลวิทยานิพนธ์ให้ใช้ค่าระดับคะแนนดังนี้

ค่าระดับคะแนน	ผลการศึกษา	
O	Outstanding	(ดีเยี่ยม)
G	Good	(ดี)
P	Pass	(ผ่าน)
F	Fail	(ตก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาคุณภาพของซูริมิจากปลานิล
นักศึกษา	นางสาวพิมพ์ใจ ทองคำ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ. ดร. ระติพร หาเรือนกิจ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร. ยุพร พืชกมุทร
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2541

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพของซูริมิจากปลานิล เพื่อหาความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม โดยเริ่มจากการศึกษาหาปริมาณ Myosin และการแยกองค์ประกอบของโปรตีนด้วยวิธี Gel electrophoresis พบว่าปริมาณของ Myosin ในเนื้อปลานิลอยู่ในช่วงร้อยละ 24.36-29.22 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ SDS-PAGE ปริมาณและคุณภาพของ Myosin ไม่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาที่เก็บเนื้อปลานิลในน้ำแข็ง ส่วนความเหนียว (Gel strength) ของซูริมิลดลงหลังจากเก็บปลานิลในน้ำแข็งเกิน 4 วัน

การศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของซูริมิ โดยเริ่มจากการหาเปอร์เซนต์ เกลือที่ใช้ในน้ำล้างเนื้อปลาบด พบว่าที่ระดับ 0.4 เปอร์เซนต์ ให้คุณภาพของ Gel strength ที่ดี อัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดที่อัตราส่วน 1: 4 ให้คุณภาพของ Gel strength ที่ดี สำหรับการศึกษาอิทธิพลของเพศปลานิลที่มีผลต่อคุณภาพของซูริมิพบว่าเพศของปลาไม่มีผลต่อ Gel strength ส่วนเรื่องการศึกษาอิทธิพลของขนาดปลานิลพบว่า ปลานิลขนาดใหญ่จะให้คุณภาพของ Gel strength ที่ดีกว่าปลาขนาดเล็กและปลาขนาดกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลต่อค่า Yield ของซูริมิ คืออัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบด ถ้าอัตราส่วนน้ำมากจะได้ Yield น้อย ปลาขนาดกลาง (350-550 กรัม) จะให้ Yield สูงกว่าปลาขนาดเล็กและขนาดใหญ่ การดองน้ำแข็งจะได้ Yield สูงสุดเมื่อเก็บไว้ 4 วัน ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดไม่มีผลต่อ Yield ที่ได้ การศึกษาต้นทุนการผลิตซูริมิจากปลานิล ราคาซูริมิจากปลานิลมีราคากิโลกรัมละ 159 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis title	A Study on Qualities of Surimi form *Tilapia nilotica*
Student	Miss Pimchai Tongcom
Thesis Advisor	Assist. Prof. Dr. Ratiporn Haruenkit
Thesis co-advisor	Dr. Yuporn Puechkamut
Level of Study	Master of Science Program in Food Science
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Year	1998

ABSTRACT

A study on qualities of surimi from *Tilapia nilotica* was aimed for a commercial production. Experiments were carried on protein analysis by gel electrophoresis and determination of myosin contents. The results showed that myosin content was 24.29-29.22 percent of flesh meat. The qualities of myosin and actin showed no changes during ice storage. Gel strength of surimi from Tilapia stored in ice was reduced when storage was prolonged for 4 days.

The investigation of factors affecting qualities of surimi showed that the gel strength was maximum when sodium chloride at 0.4 percent was used in leaching water. The ratio of fish meat to rinsing water at 1:4 gave the highest gel strength. Sex of fish had no effect on surimi qualities. Gel strength of big fish was higher than that of a smaller one. The yield of surimi was affected by many factors. The higher ratio of rinsing water to fish meat reduced the surimi yield. Fish of medium size (350-550 gm) gave the higher yield than other sizes. Storage of fish in ice longer than 4 days gave the lower yield. The salt concentration in leaching water had no effect on surimi yield. The cost of surimi was 159 bath / Kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระติพร หาเรือนกิจ และ ดร. ยุพร พืชกมุทร ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตลอดจนให้คำแนะนำแนวทาง และข้อคิดเห็นต่างๆแก่ข้าพเจ้าตลอดมา ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสาทความรู้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาของการศึกษา จนกระทั่งข้าพเจ้ามีโอกาสประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่ได้ช่วยเหลือในงานวิจัยครั้งนี้ และคุณนุจรีย์ อินอุดม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ตลอดมา ขอขอบคุณคุณมาลี ทองคำ และคุณน้ำทิพย์ วงษ์ประทีป เป็นอย่างมาก ที่ได้ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด รวมถึงเพื่อนๆ และน้องๆ ที่ได้ให้ความปรารถนาดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอรำลึกถึงพระคุณของบิดา คุณมารดา ที่ท่านได้สนับสนุนและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

พิมพ์ใจ ทองคำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

สารบัญ V

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญภาพ.....X

บทที่

1. บทนำ.....1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

วัตถุประสงค์.....2

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....3

ซูริมิคืออะไร.....3

ประโยชน์ของซูริมิ.....3

โปรตีนจากกล้ามเนื้อปลา.....3

กลไกการเกิดเจลของซูริมิ.....11

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเจลของซูริมิ.....15

วิธีการผลิตซูริมิ.....18

วัตถุดิบที่ใช้ในกาผลิตซูริมิ.....23

3. อุปกรณ์และวิธีการ.....25

วัตถุดิบ.....25

อุปกรณ์ในการผลิต.....27

อุปกรณ์ในการวิเคราะห์.....27

อุปกรณ์ในการทำ gel electrophoresis.....27

อุปกรณ์ในการสกัดโปรตีน.....28

อุปกรณ์ในการอบเจล.....28

วิธีการทดลอง.....28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
	การศึกษาผลการแช่ปลานิลในน้ำแข็งต่อองค์ประกอบของโปรตีนและปริมาณ Myosin	28
	การศึกษาความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดต่อคุณภาพของซูริมิ	29
	การศึกษาอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดต่อคุณภาพของซูริมิ	29
	การศึกษาอิทธิพลของเพศปลานิลต่อคุณภาพของซูริมิ	29
	การศึกษาอิทธิพลของขนาดปลานิลต่อคุณภาพของซูริมิ	30
	การศึกษาอิทธิพลของการแช่น้ำแข็งที่มีผลต่อคุณภาพของซูริมิ	30
	การประเมินหาค่า Yield และคุณภาพของซูริมิ	30
	การประเมินต้นทุนการผลิตเชิงการค้า	30
	วิธีการเตรียมซูริมิ	30
4.	ผลการทดลองและวิจารณ์	32
	การศึกษาผลการแช่ปลานิลในน้ำแข็งต่อองค์ประกอบของโปรตีนและปริมาณ Myosin	32
	การศึกษาความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดต่อคุณภาพของซูริมิ	34
	การศึกษาอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดต่อคุณภาพของซูริมิ	38
	การศึกษาอิทธิพลของเพศปลานิลต่อคุณภาพของซูริมิ	41
	การศึกษาอิทธิพลของขนาดปลานิลต่อคุณภาพของซูริมิ	43
	การศึกษาอิทธิพลของการแช่น้ำแข็งที่มีผลต่อคุณภาพของซูริมิ	45
	การประเมินหาค่า Yield และคุณภาพของซูริมิ	48
	การประเมินต้นทุนการผลิตเชิงการค้า	51
5.	สรุปผลการทดลอง	52
	ข้อเสนอแนะ	54
	บรรณานุกรม	55
	ภาคผนวก	60
	ก. วิธีการแยก Actin และ Myosin	61
	ข. วิธีการวิเคราะห์หาความชื้นและความเป็นกรด-ด่าง	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ **หน้า**

ค. การเตรียมซูริมิเพื่อนำไปวัดคุณภาพ.....67
ง. การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของซูริมิ.....75
จ. แบบประเมินผลโดยวิธีการพับ (Folding test).....76
ฉ.วิธีวิเคราะห์ทางสถิติ.....78
ประวัติผู้เขียน.....81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1. แสดงปริมาณ Myosin ในปลานิล 34
2. แสดงความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดต่อสี ความชื้น และ pH.....36
3. แสดงความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ล้างเนื้อปลาบด ต่อคุณภาพของซูริมิ ในเรื่องการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส.....37

4.1 แสดงอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดที่ระดับต่างๆ มีผลต่อความเหนียว (Gel strength) (ครั้งที่1) 38

4.2 แสดงอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดที่ระดับต่างๆ มีผลต่อ สี ความชื้น และ pH.....39

5. แสดงอัตราส่วนน้ำล้างเนื้อปลาบด ต่อคุณภาพของซูริมิในเรื่องการยอมรับของผู้บริโภค ทางด้านประสาทสัมผัส.....40
6. แสดงผลการศึกษาอิทธิพลของเพศต่อ สี ความชื้น และ pH.....42
7. แสดงผลเรื่องเพศของปลานิลต่อคุณภาพของซูริมิในเรื่องการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส.....42
8. แสดงผล การศึกษาอิทธิพลของขนาดปลานิลต่อ สี ความชื้น และ pH.....44
9. แสดงอิทธิพลของขนาดของปลานิลที่มีผลต่อคุณภาพของซูริมิโดยการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัส.....44
10. แสดงผลการศึกษาอิทธิพลของการดองน้ำแข็งต่อ สี ความชื้น และ pH.....46
11. การทดสอบโดยการพับ.....47
12. แสดงอิทธิพลของการดองน้ำแข็งต่อคุณภาพของซูริมิ ในเรื่องการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส.....47
13. แสดงเปอร์เซนต์เกลือที่มีผลต่อค่า yield ของซูริมิ.....48
14. แสดงอัตราส่วนน้ำล้างเนื้อปลาบดต่อเปอร์เซนต์ yield ของซูริมิ.....49
15. แสดงอิทธิพลของเพศต่อ เปอร์เซนต์ yield ที่ได้.....49
16. แสดงอิทธิพลของขนาดปลาต่อเปอร์เซนต์ yield ของซูริมิ.....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

17. แสดงอิทธิพลของการดองน้ำแข็งต่อ ค่า yield.....50

18. การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า Gel strength ในการศึกษาความเข้มข้น ของน้ำเกลือที่ใช้ล้างเนื้อปลาบด.....78

19. การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า Gel strength ในการศึกษาอัตราส่วน ของน้ำล้างเนื้อปลาบดที่ 1:2 1:3 และ 1:4.....78

20. การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า Gel strength ในการศึกษาอัตราส่วน ของน้ำล้างเนื้อปลาบดที่ 1:3 1:4 และ 1:5.....79

21. การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า Gel strength ในการศึกษาอิทธิพลของเพศปลานิล...79

22. การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า Gel strength ในการศึกษาอิทธิพล ของขนาดปลานิล.....79

23. การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า Gel strength ในการศึกษาอิทธิพล ของการดองน้ำแข็งของปลานิล.....80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

1. โครงสร้างละเอียดของแอกตินฟิลาเมนต์ (ฟิลาเมนต์บาง)……5
2. แผนภาพแสดงโมเลกุลของไมโอซิน แสดงส่วนที่เป็นหัวกลม และหางยาว และแสดงจุดที่แตกออกเมื่อถูกไฮโดรไลส์ด้วยเอนไซม์……6
3. โมเลกุลของไมโอซีนและส่วนของฟิลาเมนต์หนา แสดงการจัดตัวที่เป็นไปได้ ของโมเลกุลของไมโอซีน……7
4. Formation of a gel network structure by polymers . ……10
5. Formation of intermolecular hydrophobic bonds induced by heating……14
6. Frow diagram of surimi process……22
7. แสดงการเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนในระหว่างการเก็บ……24
8. แสดงการผลิตซูริมิจากปลานิล……31
9. แสดง SDS-PAGE ของ Actin จากปลานิลที่เก็บในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆกัน (A-Actin) ……32
10. แสดง SDS-PAGE ของMyosin จากปลานิลที่เก็บในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆกัน (M - Myosin) ……33
11. แสดงค่า Gel strength ของซูริมิที่ระดับความเข้มข้นของเกลือต่างๆกัน……35
12. แสดงค่า Gel strength ที่อัตราส่วนของน้ำแตกต่างกัน (ครั้งที่ 2)……38
13. แสดงผลการศึกษาอิทธิพลของเพศต่อ ความเหนียว (Gel strength)……41
14. แสดงผล อิทธิพลของขนาดปลานิลต่อความเหนียว (Gel strength)……43
15. แสดง ผลการศึกษาอิทธิพลของการดองน้ำแข็งต่อความเหนียว (Gel strength)……45
16. แสดงวิธีการสกัด Myosin และ Actin ……61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

17. แสดงเครื่องอัดซูริมิดัดแปลงจากเ ครื่องอัดคุกกี้.....68
18. แสดงเครื่องวัด Texture analyzer.....69
19. แสดงลักษณะของซูริมิที่ใช้วัด Texture ด้วยเครื่อง Texture analyzer 70
20. แสดงลักษณะของหัววัดซูริมิแบบ ลูกตุ้ม ทรงกลม
(sphearical probe ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร).....70
21. แสดงเครื่องวัดสี 74
22. แสดงลักษณะของซูริมิเพื่อใช้ทดสอบโดยการพับ.....77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปลานิลมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tilapia nilotica* เป็นปลากินพืชเลี้ยงง่ายและมีลูกดกเจริญเติบโตรวดเร็ว ปลานิลมีถิ่นกำเนิดในแอฟริกา อยู่ได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม รูปร่างปลานิลคล้ายปลาหมอเทศ แต่มีสีน้ำตาลจางกว่าปลาหมอเทศ มีลายพาดขวางตามลำตัว 9-10 แถบ ตลอดตั้งแต่หัวจรดปลายหางทั้งเพศผู้และเพศเมีย แต่เพศเมียสีจะจางกว่าเพศผู้มาก (เฉลิมวิไล, 2523) เมื่อเลี้ยงได้ 1 ปี จะมีน้ำหนักประมาณครึ่งกิโลกรัม และมีความยาวประมาณ 1 ฟุต (กรมประมง , 2522)

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่ได้รับความนิยมในการเลี้ยงมากที่สุด ผลการผลิตปลานิลในประเทศไทยจากสถิติของกรมประมงปี 2533 ปลานิลมีผลผลิตจากการเลี้ยงรวมสูงถึง 22,834 ตัน ปริมาณผลผลิตทั้งหมดจากการเพาะเลี้ยงและจากธรรมชาติมีผลผลิตรวม 50,800 ตัน คิดเป็นมูลค่า 729.4 ล้านบาท สำหรับแหล่งผลิตปลานิล ที่สำคัญที่สุดอยู่ในแถบภาคกลาง โดยมี กรุงเทพฯ ปทุมธานี สุพรรณบุรี นครปฐม ฉะเชิงเทรา สมุทรสงครามและสมุทรสาคร ฯลฯ การใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่ได้แก่การบริโภคสด การแปรรูปปลานิลยังมีจำนวนจำกัดอยู่มาก Suzuki (1981) รายงานว่า ปลานิลให้คุณภาพเจลที่ดีกว่า ปลาบางชนิด เช่น Milk fish (*Chanos chanos*) แต่ปริมาณของเนื้อปลาบด (yield)จากปลาสดจะต่ำกว่า Haruenkit และ Liekasemsarn (1987) ได้ศึกษาการทำแห้งและการรมควันจากปลานิล พบว่าการรมควันจะทำให้มีลักษณะน่ารับประทานกว่าการทำแห้งโดยวิธีการตากแดด ระติพรและคณะ (2530) พบว่าการผลิตน้ำปลาจากปลานิลสามารถทำได้ภายในเวลา 4 เดือน เมื่อใช้เอนไซม์โบมิเลนช่วยในการย่อยสลาย ราคาส่งออกปลานิลนั้นขึ้นอยู่กับอุปสงค์และอุปทานตลาดโลกเป็นสำคัญ เมื่อประเทศคู่แข่ง เช่นไต้หวัน อินโดนีเซียสามารถผลิตได้มาก ก็ทำให้ประเทศไทยส่งขายได้น้อย เพราะเนื่องจากผลผลิตปลานิลแช่แข็งทั้งในรูปปลาทั้งตัวและปลาทั้งตัวควักไส้ มีราคาสู้กับประเทศคู่แข่งไม่ได้ อย่างไรก็ตามปลานิลแล่เฉพาะเนื้อ (fillet) มีราคาอยู่ระหว่าง 30-35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บาท/กิโลกรัม มานพและคณะ (2536)รายงานว่าปัจจุบันราคาปลานิลขายที่ฟาร์มกิโลกรัมละ 20-25 บาท และราคาขายปลีกตามท้องตลาดราคากิโลกรัมละ 35-45 บาท ซึ่งถ้าเทียบกับปลาชนิดอื่นแล้ว ปลานิลมีราคาถูกกว่า เพื่อเป็นการส่งเสริมรายได้เกษตรผู้เลี้ยงปลานิล และส่งเสริมการบริโภคอาหารโปรตีนราคาถูก ปลานิลจึงเป็นปลาน้ำจืดที่เหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำที่มีมูลค่าสูงและส่งจำหน่ายต่างประเทศ จึงควรมีการวิจัยเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากปลานิลให้มากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตซูริมิ
2. เพื่อศึกษาองค์ประกอบของโปรตีน ที่มีความสำคัญต่อการเกิดความยืดหยุ่น (elasiticity)
3. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของซูริมิ
4. เพื่อประเมินต้นทุนในการผลิตเชิงการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ซูริมิ (surimi) คืออะไร

ซูริมิคือเนื้อปลาสดที่ผ่านการบดหรือสับให้ละเอียดแล้วล้างด้วยน้ำ เติมสารพวก cryoprotectants และเก็บไว้ในสภาพแช่แข็ง เพื่อที่จะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆต่อไป

ซูริมิ (surimi) มาจากภาษาญี่ปุ่น โดยญี่ปุ่นเป็นชาติแรกที่ทำซูริมิมานานหลายทศวรรษ โดยทำเป็นก้อนสี่เหลี่ยม แล้วนำไปนึ่งหรือต้มให้สุก ซึ่งคนญี่ปุ่นเรียกอาหารนี้ว่า "คามาโบโกะ" (kamaboko) ซึ่งถือว่าเป็นอาหารพื้นเมืองของชาวญี่ปุ่นมาก่อน

ประโยชน์ของซูริมิ

ซูริมิสามารถเก็บแช่แข็งไว้ได้นานและนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้หลายชนิดได้แก่ เนื้อปูเทียมโดยจะให้คุณค่าทางโปรตีนสูงและไขมันต่ำ และอาหารประเภทชุบส่วนผสม (Battered and Breaded) และนำไปทอด เช่น Fish fingers และ fish nuggets โดยอาจมีการบรรจุในภาชนะที่ใช้สำหรับเข้าไมโครเวฟได้เพื่อความสะดวกแก่ผู้บริโภคและสามารถเก็บในสภาพแช่แข็งได้

โปรตีนจากกล้ามเนื้อปลา

กล้ามเนื้อปลาประกอบด้วย 2 ชนิดใหญ่ๆ คือกล้ามเนื้อดำและกล้ามเนื้อขาว ปริมาณของกล้ามเนื้อแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับวงจรชีวิตของสัตว์ ปลาที่ว่ายน้ำได้แข็งแรงเช่นปลาทูน่าและปลาแมกเคออเรล จะมีกล้ามเนื้อดำมากกว่าปลาที่ว่ายน้ำได้ช้า เช่นปลาคอด ปลาแฮดดอก กล้ามเนื้อทั้ง 2 ชนิดมีความจำเป็นเหมือนกัน องค์ประกอบทางเคมีจะแตกต่างกันบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ตามคุณสมบัติของการละลายดังนี้

1. sarcoplasmic proteins เป็นโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำ ปกติพบในเซลพลาสมา เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ มีประมาณ 18-20 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีนกล้ามเนื้อทั้งหมด

2. connective tissue พบในส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อ(muscle fibers)และคอลลาเจน(collagen) และอีลาสตีน (elastin) หรืออาจจะรู้จักกันในชื่อ stoma มีประมาณ 3-5 % ของโปรตีนทั้งหมด ปกติละลายได้ในการหุงต้ม อย่างไรก็ตามจะทนทานต่อการละลาย เว้นแต่ในสารละลายที่มีเกลือสูง

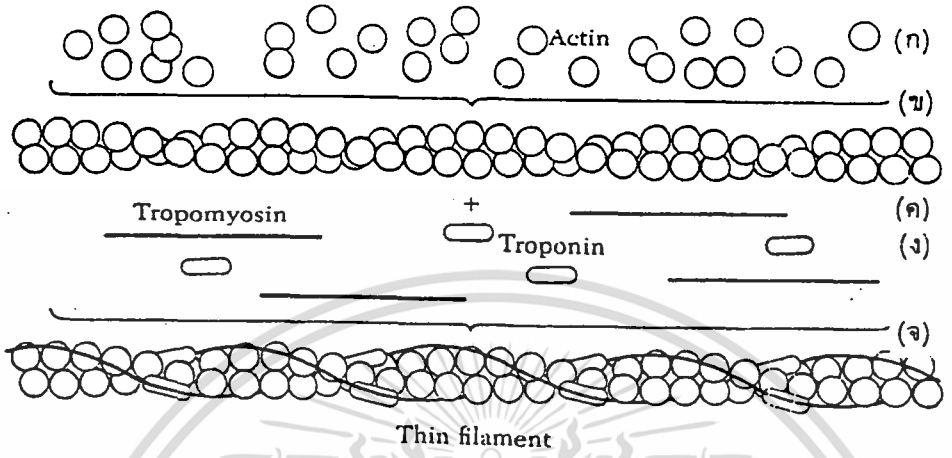
3. myofibrillar proteins เป็นโปรตีนที่มีมากที่สุด คือประมาณ 65-80 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีนทั้งหมด ประกอบด้วย myosin , actin , actomyosin และ troponin โปรตีนเหล่านี้สามารถสกัดได้ โดยใช้สารละลายเกลือที่มีความแรงของไอออนสูง

ไมโอไฟบริลโปรตีน (myofibrillar proteins)

1. แอกติน (actin) เป็นโปรตีนสำคัญของฟิลาเมนต์บาง (thin filament) มีอยู่ประมาณร้อยละ 20-25 ของโปรตีนในไมโอไฟบริล และเป็นโปรตีนที่ติดแน่นกับโครงสร้างของกล้ามเนื้อมากกว่าไมโอซิน แอกตินประกอบด้วยกรดอะมิโนโพลีน (prolin) จำนวนมาก กรดอะมิโนนี้ประกอบด้วยหมู่อิมิโน (imino group , N - H) ทำให้เกิดการขดพันกันระหว่างโซ่โพลีเปปไทด์ (polypeptide chain) เกิดเป็นโมเลกุลรูปโกลบูลาร์ (globular shaped molecule) หรือรูปทรงกลมซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5.5 นาโนเมตร โมเลกุลรูปโกลบูลาร์นี้คือ จี แอกติน (G - actin) หรือ globular actin และเป็นรูปโมโนเมอร์ (monomer form) ของแอกติน แอกตินฟิลาเมนต์ (actin filament) ซึ่ง เป็ นเส้นใยที่เกิดจาก จี- แอกตินโมโนเมอร์มาเชื่อมต่อกันตามความยาวเกิดเป็น เอฟ - แอกติน (F - actin หรือ fibrous actin) ดังแสดงใน(ภาพที่ 1) การเชื่อมต่อกันของ จี - แอกตินคล้ายกับไข่มุกที่ร้อยเป็นพวงยาว เอฟ - แอ กติน 2 เส้นซึ่งขดเป็นเกลียวจะพันกันไปมา เกิดเป็นซุปเปอร์เฮลิกซ์ (super helix) ซึ่งเป็นลักษณะของแอกตินฟิลาเมนต์ เส้นผ่าศูนย์กลางทั้งหมดของแอกตินฟิลาเมนต์ยาวประมาณ 6-8 นาโนเมตร ค่า isoelectric pH (pH ที่มีประจุไฟฟ้าน้อยที่สุดและการละลายน้อยที่สุด) ของแอกตินประมาณ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1



โครงสร้างละเอียดของแอกตินฟีลาเมนต์ (ฟีลาเมนต์บาง)

ก) จี - แอกติน

ข) เอฟ - แอกติน เกิดจากโพลีเมอไรเซชันของโมโนเมอร์ จี - แอกติน และ เอฟ - แอกติน 2 โซ่มาขดพันกันเกิดเป็นซุปเปอร์ - เฮลิกซิชั่น เป็นลักษณะของแอกติน ฟีลาเมนต์

ค) โมเลกุลของโทโพไมโอซีน เป็นเส้นบางยาว

ง) โมเลกุลของโทรโพนิน

จ) แอกตินฟีลาเมนต์

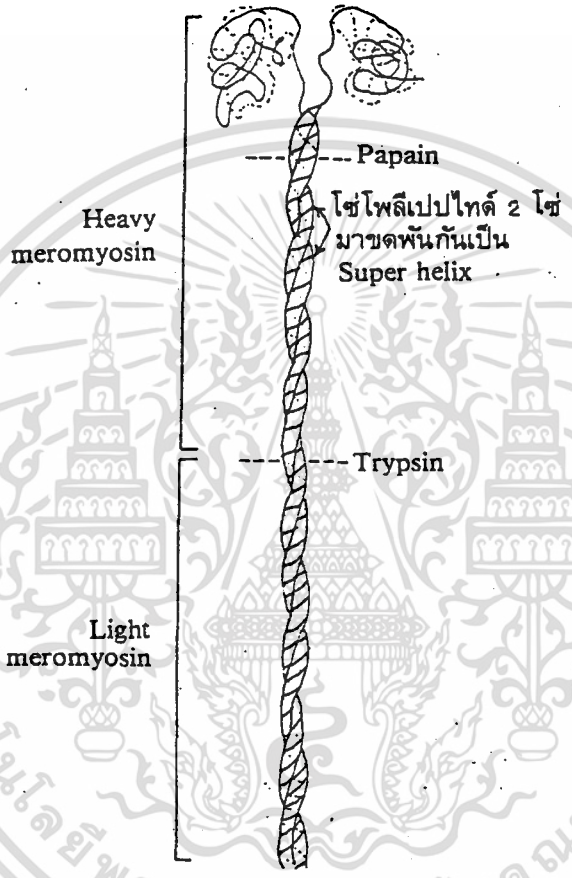
ที่มา : รัชนี (2537)

2. ไมโอซีน (myosin) เป็นโปรตีนของฟีลาเมนต์หนา (thick filaments) เป็นโมเลกุลที่ยาวมากและมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 500,000 ไมโอซีนประกอบด้วยโซ่โพลีเปปไทด์เหมือนกัน 2 โซ่ ซึ่งแต่ละโซ่มีโครงสร้างเป็น แอลฟา - เฮลิกซ์ (α - helical structure) โพลีเปปไทด์ 2 โซ่นี้มาขดพันกันเป็นซุปเปอร์เฮลิกซ์ (super helix) ดังแสดงใน(ภาพที่ 2) โมเลกุลของไมโอซินมีหัวกลม (globular heads) ซึ่งมีเอนไซม์ ATPase อยู่และเป็นส่วนที่สามารถเกิดแรงกระทำ (interaction) กับแอกตินได้ เอนไซม์ ATPase สามารถย่อยสลาย ATP ไปเป็น ADP และฟอสเฟตอนินทรีย์ (Pi) หัวกลมนี้มี 2 หัว และเป็นส่วนที่สิ้นสุดของโพลีเปปไทด์ทั้ง 2 โซ่ ไมโอซินถูกไฮโดรไลซ์ได้ เมโรไมโอซินเบา (light meromyosin) อีกส่วนหนึ่งเรียกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมโรไมโอซินหนัก (heavy meromyosin) หลังจากการไฮโดรไลส์ เมโรไมโอซินหนักก็ยังคงมีความสามารถที่จะเกิดแรงกระทำกับแอกตินได้ และแอกติวิตีของเอนไซม์ ATPase ก็ยังคงอยู่

ภาพที่ 2

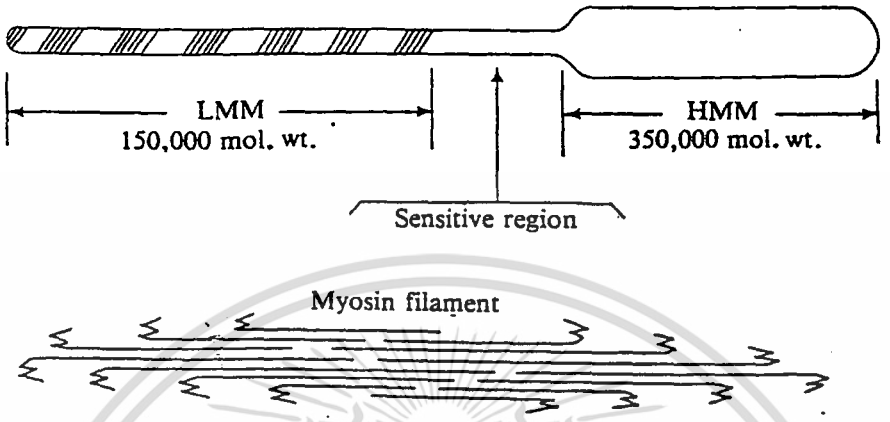


ภาพแสดงโมเลกุลของไมโอซิน แสดงส่วนที่เป็นหัวกลม และหางยาว และแสดงจุดที่แตกออกเมื่อถูกไฮโดรไลส์ด้วยเอนไซม์
ที่มา : รัชนี (2537)

ไมโอซินมีอยู่ประมาณร้อยละ 50-60 ของโปรตีนไมโอไฟบริล ฟิลาเมนต์หนาแต่ละเส้นประกอบด้วยโมเลกุลของไมโอซินประมาณ 400 โมเลกุล โมเลกุลเหล่านี้จะมีขั้วมากเมื่อมันมีแรงกระทำต่อกัน และจะต่อกันแบบหัวต่อหางใน 2 ทิศทาง ดังแสดงใน (ภาพที่ 3) การมีขั้วของโมเลกุลนี้เองที่มีผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ ฟิลาเมนต์หนาสามารถทำให้เกิดได้จากโมเลกุลของไมโอซินที่แยกออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3



โมเลกุลของไมโอซีนและส่วนของฟีลาเมนต์หนา แสดงการจัดตัวที่เป็นไปได้ของ โมเลกุลของไมโอซีน

ที่มา : รัชนี (2537)

ไมโอซีนสามารถสกัดได้โดยใช้น้ำเกลือที่มีความแรงของไอออนสูง (ionic strength 0.6) ที่มี pH เป็นด่างเล็กน้อย มันสามารถทำให้บริสุทธิ์ได้โดยการตกตะกอนใหม่หลายครั้งตามด้วยการละลายในน้ำเกลือที่มีความแรงไอออนสูง สารละลายที่ใช้กันทั่วไปในการสกัดคือ 0.3 M HCl และ 0.15 M ฟอสเฟตที่ pH 6.5 หรือ 0.47 M KCl , 0.1 M ฟอสเฟต , และ 0.1 M ไพโรฟอสเฟตที่ pH 6.5

3. แอกโตไมโอซีน (actomyosin) เมื่อผสมแอกตินและไมโอซีนที่บริสุทธิ์ในหลอดทดลอง จะเกิดสารเชิงซ้อนแอกโตไมโอซีน แอกโตไมโอซีนมีลักษณะข้นมาก แม้ว่าแอกตินไม่มีแอกติวิตีของเอนไซม์ (enzyme activity) แต่มันสามารถเปลี่ยนแปลงแอกติวิตีของ ATPase ของไมโอซีนในสารเชิงซ้อนแอกโตไมโอซีน แอกติวิตีของแอกตินที่บริสุทธิ์ถูกกระตุ้นโดย Ca^{2+}แต่ยับยั้งโดย Mg^{2+} การเกิด cross bridge ระหว่างแอกตินและไมโอซีน มีหมู่ซัลไฟดริลเกี่ยวข้องอยู่ด้วย สารเชิงซ้อนแอกโตไมโอซินในสภาวะที่เหมาะสมสามารถหดตัวได้ และสามารถแยกเป็น แอกตินและไมโอซิน เมื่อมี Mg^{2+} และ ATPase อยู่ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โทรโพไมโอซิน (Tropomyosin) มีอยู่ร้อยละ 8-10 ของโปรตีนในไมโอไฟบริล เป็นโมเลกุลที่มีประจุมาก โดยมีกรดอะมิโนที่เป็นกรดและเบส (acidic and basic amino acids) เป็นจำนวนมาก จุดไอโซอีเล็กตริก (isoelectric point) ของโทรโพไมโอซิน มีค่าประมาณ 5.1 โมเลกุลของโทรโพไมโอซินมีปริมาณโพรลีนต่ำ ซึ่งทำให้มันมีคุณสมบัติเป็นเส้นใย โมเลกุลของโทรโพไมโอซีน ประกอบด้วยโซ่โพลีเปปไทด์ 2 โซ่ มาต่อกันปลายต่อปลาย เกิดเป็นเส้นบางยาว ในแอกตินฟิลาเมนต์ จะมีเส้นโทรโพไมโอซินพันไปตามผิวนอกของสายโซ่คู่ที่ขดเป็นเกลียวของเอฟ - แอกติน ความยาว 1 โมเลกุลของโทรโพไมโอซิน เท่ากับ จี - แอกติน 7 โมเลกุล ในแอกตินฟิลาเมนต์ ดังแสดงใน(ภาพที่ 1)

5. โทรโพนิน (Troponin) เป็นโปรตีนชนิดโกลบูลาร์ (globular protein) มีปริมาณโพรลีนค่อนข้างสูง มีอยู่ประมาณร้อยละ 8-10 ของโปรตีนในไมโอไฟบริล เช่นเดียวกับโทรโพไมโอซีน โทรโพนินวางตัวอยู่ตามร่องของสายโซ่คู่ของเอฟ - แอกติน และคร่อมบนเส้นโทรโพไมโอซิน หรืออาจอยู่ใกล้ส่วนปลายของโมเลกุลของโทรโพไมโอซิน โทรโพนินจะมีอยู่เป็นระยะๆ ตามความยาวของแอกตินฟิลาเมนต์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างของเอฟ - แอกติน, โทรโพไมโอซิน และโทรโพนินในแอกตินฟิลาเมนต์ แสดงอยู่ใน (ภาพที่ 1) โทรโพนินสามารถจับกับ Ca^{2+} และมีบทบาทสำคัญต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ

สารเชิงซ้อนระหว่างโทรโพนินและโทรโพไมโอซินรวมกันเรียกว่า " แฟคเตอร์ของการผ่อนคลาย" (relaxing factor) การมีสารเชิงซ้อนนี้อยู่จะห้ามการหดตัวของกล้ามเนื้อ

โปรตีนอีก 2 ชนิดที่พบในปริมาณน้อยแต่มีความสำคัญต่อการทำงานของกล้ามเนื้อคือ แอลฟา - แอกตินิน และเบต้า - แอกตินิน โปรตีนเหล่านี้รวมอยู่กับแอกตินฟิลาเมนต์ แอลฟา - แอกตินิน สามารถทำให้เอฟ - แอกตินเกิดเป็นเจลได้ (gelation) ปรากฏการณ์นี้ขึ้นกับอุณหภูมิ และผันกลับได้ถ้ามีโทรโพไมโอซินอยู่ แอลฟา - แอกตินเป็นโกลบูลาร์โปรตีน มีอยู่ในเส้น Z (Z line) และมีอยู่ประมาณร้อยละ 2-2.5 ของโปรตีนในไมโอไฟบริล แอลฟา - แอกตินิน ทำหน้าที่เป็นสารยึด (cementing substance) อยู่ใน Z ฟิลาเมนต์ (Z filaments)

เบต้า - แอกตินินก็เป็นโกลบูลาร์โปรตีน อยู่ที่ปลายของแอกตินฟิลาเมนต์ และเชื่อกันว่ามันเป็นสารที่ควบคุมความยาวของแอกตินฟิลาเมนต์ โดยรักษาความยาวของแอกตินฟิลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมนต์ให้อยู่ประมาณ 1 ไมโครเมตร ในแต่ละครึ่งของซาร์โคเมียร์ ถ้าไม่มีเบต้า - แอกตินิน แอกตินฟิลาเมนต์ในหลอดทดลองจะมีความยาว 3-4 ไมโครเมตร หรือยาวกว่านี้

การแยก actin และ myosin

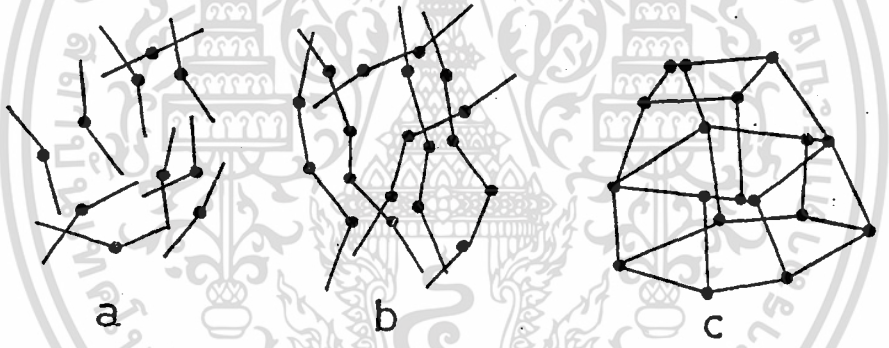
Tsuchiya และMatsumoto (1975) ได้ทำการศึกษาการสกัด Myosin จากปูโดยใช้สารละลาย Guba-Straub และทำให้บริสุทธิ์โดยใช้อุลตราเซนติฟิว ที่ 50,000 รอบต่อนาที และใช้ ATP กับ $MgCl_2$ ในการทำให้ตกตะกอนที่ ionic strength ต่ำ พบว่า myosin ของปูคล้ายของกระต่ายมาก Matrone และคณะ (1986) พบว่าวิธีที่เร็วและง่ายในการเตรียม Myosin จากปลาชนิดต่าง โดยการล้างเนื้อปลาบดด้วย 0.1 M ของสารละลาย KCL จากนั้นสกัด Myosin ด้วย 0.45 M ของ KCL ซึ่งมี ATP อยู่ด้วย จากนั้นทำการตกตะกอน Actin สามารถเตรียมได้ง่ายซึ่งมีในส่วนประกอบของประกอบของ Actomyosin ที่เตรียมได้ และความบริสุทธิ์ของ Actin และ Myosin ที่เตรียมได้จะมีสูงถึง 95 เปอร์เซนต์ Myosin ที่เตรียมได้ จะมี 2 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักฐานเปียก (Wet tissue basis) ซึ่งเท่ากัน 25 เปอร์เซนต์ของน้ำหนัก รวมของกล้ามเนื้อ Myosin (Total muscle myosin) โดยวิธีนี้จะได้ Yield และความเข้มข้นที่สูงกว่า รายงานของ Connel (1960) กล่าวว่าสำหรับปลา Cod ได้ Yield ของ Myosin 1.1-1.4 เปอร์เซนต์ Hamoir และคณะ (1960) ได้รายงาน yield ของ myosin ในปู มีประมาณ 0.3-1.0 เปอร์เซนต์ Park และ Lanier (1989) ได้ทำการศึกษา Myosin และ Actin ของปลานิลจากกล้ามเนื้อที่ผ่านการแปรรูปโดยการวัดค่าจาก Differential Scanning Calorimeter (DSC) การเปลี่ยนแปลงความร้อนของ Actin จะเกิดที่อุณหภูมิที่ต่ำมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยน Sol เป็น Gel (Conversion of the sol into gel)

Sol เป็นลักษณะที่เกิดก่อน Gel และข้นหนืดน้อยกว่า Gel ความสามารถในการละลายน้ำของโปรตีนมีน้อยแต่เมื่อมีการเติมเกลือลงไปในระหว่างการบดจะช่วยเพิ่มความสามารถในการละลายน้ำได้ การเกิดเจลไม่สามารถที่จะกลับไปเป็นลักษณะเดิมได้อีก (Thermo - irreversibe gels) เมื่อได้รับความร้อน ซึ่งแตกต่างจากพวก agar หรือ Gelatin ที่สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นลักษณะเดิมได้คือ (Thermo - reversibe gel) คือจะหลอมละลายเมื่อได้รับความร้อน ดังนั้นการเปลี่ยน Sol ให้เป็น Gel เกิดจากการให้ความร้อน ดูจากโครงสร้างตาข่ายรูปสามมิติ (Three - dimensional network structure) ซึ่งจะมีการเชื่อมข้ามของพันธะแบบ 3 มิติ (ภาพที่ 4)

ภาพที่ 4



Formation of a gel network structure by polymers . In oder to form a three- dimensional network structure there must be at least three cross - links on every molecule , as shown in c. In a or b, a network structure is not formed . _ , polymer ; ● , cross - link .

ที่มา : Niwa (1992)

การเกิดเจลของซูริมิ เกิดจากการสร้างพันธะหรือการเชื่อมพันธะของ Myofibrillar proteins ในซูริมิ โดยมีความร้อนเป็นตัวชักนำ โครงสร้างตาข่ายจะกระจายออกไป ทำให้ลักษณะของซูริมิเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) ยิ่งการกระจายมีมากก็จะมีผลต่อความหนืด ความยืดหยุ่น ซึ่งเป็นคุณสมบัติหน้าที่ของการเกิดเจลนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกการเกิดเจลของซูริมิ

ในเนื้อปลาบดที่สด (Raw surimi) ที่ยังไม่ได้บดรวมกับเกลือค่อนข้างที่จะแตกได้ง่าย เนื่องจากไม่มีความเหนียว แต่เมื่อมีการบดหรือการเติมเกลือจะทำให้เกิดความข้นหนืดในลักษณะที่เป็น Sol หรือ Paste เนื่องจากเกลือช่วยทำให้โปรตีนละลายได้น้ำ การบดซูริมิพร้อมกับการเติมเกลือเป็นเวลา 25 นาที จะทำให้โครงสร้างเดิมของ Myofibrils เปลี่ยนไป ซึ่งปกติโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำ เมื่อได้รับเกลือเข้ามาประจุของเกลือจะละลายในน้ำ จะทำให้เกิดการรวมกันของประจุกลุ่มตรงกันข้าม เมื่อผิวหน้าของโปรตีนเปิดออก การเชื่อมข้ามโมเลกุลของเกลือ (salt linkages) ระหว่าง Myofibrillar proteins ทำให้โปรตีนละลายในน้ำและเพิ่มความชอบน้ำ การสูญเสียโครงสร้างนี้มีสาเหตุมาจาก การละลายของ Myofibrillar proteins ในน้ำ โดยมีเกลือเป็นตัวช่วย ในเวลาเดียวกันจะเกิดการละลายของ Myosin รวมกับ Actin ทำให้ได้เป็น Actomyosin ที่มีโมเลกุลใหญ่ขึ้นกว่าเดิม

$$\text{Protein-COO}^- \longrightarrow {}^+\text{H}_3\text{N-Protein} \quad \text{(Insuluble)}$$

$$-\text{NaCl} \uparrow\downarrow +\text{NaCl}$$

$$\text{Protein-COO}^- \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- \longrightarrow {}^+\text{H}_3\text{N-Protein} \quad \text{(Soluble)}$$

การเติมเกลือร่วมกับการบดเนื้อปลา จะช่วยทำให้โปรตีนมีคุณสมบัติในการละลาย จึงจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาโครงสร้างที่ยืดหยุ่น ในการให้เจลเซทตัวด้วยความร้อน นอกจากเกลือจะมีผลต่อความสามารถในการละลายของ Myofibrillar proteins นอกจากนี้ความร้อนยังมีผลทำให้โครงสร้างของโมเลกุลไม่มีความเสถียร คือทำให้เสียสภาพธรรมชาติ (Denaturation)

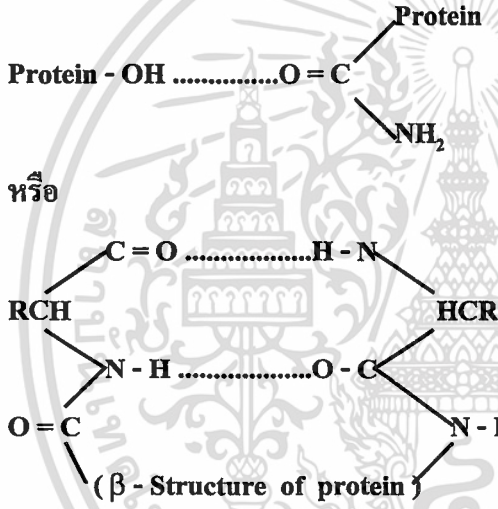
การเกิดเจลมีหลายรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กันชนิดของ Hydrogels ข้อพิจารณาแรกขึ้นอยู่กับความแตกต่างของปริมาณเจล ซึ่งมีความแตกต่างกันในชนิดของพันธะที่เกิดขึ้นระหว่างโพลีเมอร์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ในการช่วยให้เกิดโครงสร้างรูปตาข่ายในระหว่างการเกิดเจลของซูริมิ (paste) ได้แก่

1. Hydrogen bonds
2. Disulfide bonds
3. Hydrophobic inetractions

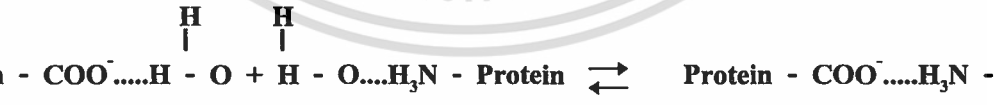
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Hydrogen bonds

กรดอะมิโนพวก tyrosin, serine , hydroxyproline และ threonine จะมีกลุ่มของ hydroxyl อยู่ และกรดอะมิโนพวก proline และ hydroxyproline จะมีกลุ่ม imino อยู่ ทั้งสองกลุ่มนี้จะแสดงการให้โปรตรอน การรับโปรตรอน ในขณะที่กรดอะมิโนพวก glutamine และ asparagine จะมีกลุ่มของ carbonyl อยู่ ซึ่งจะทำหน้าที่รับโปรตรอน การรวมตัวกันจำนวนมากของกลุ่ม imino และ carbonyl ใน polypeptide chain การเชื่อมพันธะ hydrogen bonds ระหว่างโมเลกุลจะฟอร์มตัวดังนี้



เมื่อโปรตีนรวมตัวกันจะทำให้โมเลกุลของน้ำถูกแยกออกไป



การให้ความร้อนกับ เจลของ Actomyosin เป็นการเพิ่มความแข็งแรง เมื่อลดอุณหภูมิต่ำลง จะทำให้พันธะไฮโดรเจลเกิดความคงตัวของโครงสร้างตาข่าย (network) เมื่อให้ความเย็นกับเจลของซูริมิ hydrogen bonds มีความสำคัญต่อการคงตัวของพันธะของน้ำในรูปของ hydrogel โมเลกุลของน้ำจำนวนมาก เป็น hydrogen bonded สู่ polar amino acid residues ทำให้โมเลกุลผิวหน้าของโปรตีนเปิดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Disulfide bonds

โมเลกุลระหว่าง disulfide (SS) สร้างโดย oxidation ระหว่าง cysteine residues ทั้งสองเนื่องจาก cysteine มีหมู่ซัลไฮดริลอยู่ (SH) เมื่อ cysteine มาอยู่ใกล้กันการแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกันของ disulfides ในระหว่างการให้ความร้อนกับซูริมิ (paste) จึงทำให้ เจลของซูริมิมีความแข็งแรง การเพิ่ม oxidant โดยการใช้ potassium bromate ซึ่งเป็นรูปทางการค้าที่ใช้ในประเทศ ญี่ปุ่น ช่วยในการ from S-S bonds และขึ้นอยู่กับการให้ความร้อน กับsurimi pastes การ from ของพันธะนี้จะไม่เกิดขึ้นถ้าไม่มี oxidant เพราะ cysteine residues จำนวนมากตรงผิวหน้าโมเลกุลของ myofibrillar proteins ในขณะให้ความร้อน และ oxidation - reduction potential ของการให้ความร้อนกับเจลซูริมิ จะต่ำเมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว S-S bond เป็นการสร้างขึ้นภายในส่วนของโปรตีน ไม่เพียงแต่การเพิ่ม oxidant ในระหว่างการให้ความร้อนอย่างเดียว แต่บางครั้งมีการใช้สารพวก Ascorbic acid และ Cystein ด้วย การเกิดโครงสร้างของ S-S bonds จะเกิดรุนแรงมากที่อุณหภูมิสูง (มากกว่า 80 องศาเซลเซียส) มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

$$\text{Protein - SH + HS - Protein} \xrightarrow{O_2} \text{Protein - S - S - Protein}$$

3. Hydrophobic bonds

Myosin มีส่วนประกอบของกรดอะมิโนมากกว่าครึ่งหนึ่งที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) Haruenkit (1986) รายงานว่าองค์ประกอบหลักของกรดอะมิโนที่พบในโปรตีนจากปลานิล (*Tilapia nilotica*) คือ Glutamic acid (154.7 มิลลิกรัม/กรัมของโปรตีน) Aspartic acid(95.9) Lysine(87.0) Leucine(77) Alanine(57.5) และ Arginine(55.1) นอกจากนี้ยังมีกรดอะมิโนอีกหลายชนิดที่พบแต่มีในปริมาณน้อยเมื่อโมเลกุลของผิวหน้าเปิด ซึ่งจะช่วยทำให้มีการสัมผัสกับน้ำได้ เมื่อปลาสดอยู่ในสภาพภายหลังจากการเกร็งตัว (Postrigor) หรือกลุ่ม Carboxyl ของซูริมิ ได้แก่ Glutamic acid และ Aspartic acid ซึ่งมีประจุเป็นลบ ในขณะที่กลุ่มของกรดอะมิโนพวก Lysine และ Arginine จะเป็นประจุเป็นบวก ดังนั้นการเชื่อมข้ามระหว่างโมเลกุลของเกลือ จะสร้างในระหว่างกลุ่ม และ Myofibrillar proteins จะเชื่อมโยงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธะ hydrophobic interaction เป็นการใช้แรง vander waals เพื่อให้โปรตีนมีความคงซึ่งเป็นแรงกระทำระหว่างขั้ว (dipole) แรง vander waals จะช่วยให้โครงสร้างของโปรตีนมีความคงตัว ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ของกรดอะมิโนในที่ประกอบกันเป็นโมเลกุลของ myosin ที่เป็น hydrophobic amino acid เช่น alanine , valine , leucine , isoleucine , proline , tryptophane และ phenylalanine ซึ่งถ้า hydrophobic เหล่านี้สัมผัสกับ โมเลกุลของน้ำจะเรียกฟอร์มนี้ว่า "clathrate" หรือ "iceberg" โมเลกุลของน้ำที่เป็นไฮโดรเจนบอนด์ส จะอยู่รอบๆ ส่วนที่เป็น hydrophobic hydration ปัจจุบันได้มีการพิจารณาถึงสาเหตุของการเกิดรูปแบบของ hydrophobic residue ของโมเลกุลโปรตีนทั้งสอง ที่เปิดออกและมีน้ำเข้าไปล้อมรอบ (ภาพที่ 5) การเกิดฟอร์มของ clathrate ทั้งสองเป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้น ถ้า ไฮโดรโฟบิก อินเตอร์แรกชัน ไม่ใช่ไฮโดรเจนบอนด์ส เป็นการสร้างความแข็งแรงของเจล โดยการเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น ที่อุณหภูมิต่ำจนถึง 58 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 5

Formation of intermolecular hydrophobic bonds induced by heating a; Intrat protein molecule ; b,Heat protein molecule . One - hydrophobic amino acid residue is exposed on the surface of the protein ; as a result , a water clathrate is formed around the residue. c, Proteins asociated by hydrophobic bond ; ◯ , protein molecule ; — , hydrophobic amino acid residue ; O , water molecule .

ที่มา : Niwa (1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่หลักของ hydrophobic interaction ในการเซ็ทตัวของซูริมิ (paste) ที่อุณหภูมิต่ำ

1. การเปิดรับของ hydrophobic residue เป็นการยับยั้งการทำงานของซูโครสหรือสารประกอบอื่นที่เหมือนกัน เพราะซูโครสยับยั้งการเซ็ทตัวของเจล

2. โปรตีน myofibrillar เกิดจากการเซ็ทตัวอย่างช้าๆ ของเจลซึ่งขึ้นอยู่กับการเพิ่มอุณหภูมิในการบ่ม (incubation) จนเข้าใกล้ 40 องศาเซลเซียส hydrophobic group จะถูกชักนำขึ้นสู่ผิวโมเลกุล

3. ตัวที่ช่วยเสริมหน้าที่หลักของ hydrophobic interactions ในการเซ็ทตัวของโปรตีนในเนื้อปลาคือการใช้เกลือในการเซ็ทตัว ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่า เกลือจะมีปฏิกิริยากับโมเลกุลของน้ำ ซึ่งจะทำให้ Hydrophobic interaction มีความแข็งแรง

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเจลของซูริมิ

1. การล้างเนื้อปลา (Washing)

Hall และ Ahmad (1992) รายงานว่าการล้างน้ำและบีบเอาน้ำออกจากเนื้อปลา ช่วยกำจัดสิ่งต่าง ๆดังนี้

-โปรตีนที่ละลายได้ในน้ำ คือ Sarcoplasmic ซึ่งไม่ทำให้เกิดเจล

-กำจัดเอนไซม์ (Proteases)

-กำจัดสีและเลือด

-กำจัดไขมัน

-สารประกอบพวก ฮีม ซึ่งมีผลต่อการเร่งการเกิดออกซิเดชั่นของไขมัน ที่ทำให้โปรตีนเสียสภาพธรรมชาติ

Pacheco - Aguilar และคณะ (1989) ได้ศึกษาผลของการล้างน้ำในเนื้อปลาบด เพื่อทำผลิตภัณฑ์ซูริมิ โดยใช้ปลา whiting (*Merluccius productus*) การล้างน้ำภายใต้สภาวะที่เป็นกรดที่ pH 5.0-5.3 ให้ประสิทธิภาพในการผลิตมากที่สุด ในสภาพที่เป็นกรดมีผลในการกำจัดไขมัน และ Trimethylamine oxide และ yield เพิ่มสูงขึ้นถึง 34 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าวิธีการผลิตแบบ conventional แต่เนื้อสัมผัสของ gel จะมีคุณภาพต่ำเมื่อเตรียมซูริมิ ในสภาพที่เป็นกรด ผลจากการทดลองโดยวิธีนี้จึงเสนอแนะโดยการลดปริมาณน้ำ อาจเป็นไปได้ในการผลิตซูริมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Chang - Lee และคณะ ,1989) ได้ศึกษาปฏิกิริยาของ Proteolytic enzyme ของซูริมิจากปลาแปซิฟิก ไวท์ติ่ง พบว่าปฏิกิริยาของเอนไซม์จะลดลงถึง 56.3 เปอร์เซ็นต์ โดยการล้างเนื้อปลา 2 ครั้ง (ใช้อัตราส่วนน้ำต่อปลาบด เท่ากับ 3 : 1, wt/wt) แต่ความเหนียวสามารถปรับปรุงได้ โดยการเติมไข่ขาว 3.0 % ความแข็งจะเพิ่มขึ้น 1.5 เท่า และความเหนียว (elasticity) เพิ่มขึ้น 4.5 เท่า มากกว่าตัวอย่างที่ไม่ได้ใช้ไข่ขาว การปรับปรุงในเรื่องความเหนียว (strength) ยังได้มีการใช้แป้งมันฝรั่ง 5.0 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนผสมกับไข่ขาว

Lin และ Park (1996) ได้ศึกษาถึงความเข้มข้นของเกลือ และจำนวนครั้งของการล้างน้ำต่อการสกัดโปรตีน พบว่า Sarcoplasmic proteins ละลายในน้ำ (0 เปอร์เซ็นต์ NaCl) และถูกกำจัดออกในขั้นตอนแรกของการล้างน้ำ ส่วน Myofibrillar heavy chain (MHC)จะมีการสูญเสียในระหว่างการล้างน้ำได้เช่นกัน การควบคุมอัตราส่วนของน้ำต่อเนื้อปลา เวลาการล้าง และจำนวนครั้งของการล้าง เป็นจุดที่ต้องควบคุมในการลดความสูญเสียของ MHC การล้างน้ำด้วยเกลือ NaCl ที่ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และ 1 เปอร์เซนต์ จะลดการสูญเสีย MHC และที่ 0 เปอร์เซนต์และ 2 เปอร์เซนต์ MHC จะมีการสูญเสียมากกว่า อย่างไรก็ตามในสารละลายเกลือดังกล่าวนี้จะไม่มีผลในการกำจัด Sarcoplasmic proteins แม้แต่การเพิ่มจำนวนครั้งของการล้างน้ำ

2. ความเข้มข้นของปริมาณเกลือที่ใช้

Okada (1990) รายงานว่า myofibrillar protein เป็นโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือ (salt - soluble proteins) ดังนั้นในระหว่างการบดปลาจึงมีการใช้เกลือร่วมด้วม เพื่อให้โปรตีนชนิดนี้ละลายได้นั่นเอง ซึ่งจะทำให้ได้เนื้อปลาบดที่มีคุณภาพดี ในระหว่างการบดการเกิดเจลจะยังไม่สมบูรณ์เกิด ถ้าหากภายหลังไม่ได้ใช้ความร้อนเพื่อให้เจล set ตัว ความเข้มข้นของเกลือที่ใช้จะมีผลต่อการ form เจลของ myofibrillar protein จากการทดลองใช้ความเข้มข้นของเกลือตั้งแต่ 2-25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเกลือสูงขึ้น ผลจะเกิด salting out Okada (1990) ทำให้โปรตีนตกตะกอนลงมาเนื่องจากค่า Ionic strength สูง อย่างไรก็ตามค่าโดยเฉลี่ยของการใช้ เปอร์เซ็นต์ เกลือในการแปรรูปทางการค้าคือ 2.5 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการผลิต

อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเกิดเจล ถ้าหากใช้ อุณภูมิที่ไม่เหมาะสม อาจจะไม่เกิดเจลหรือเจลที่ได้มีคุณภาพต่ำ ในที่นี้จะหมายถึงการผลิตในขั้นตอนของการล้างเนื้อปลา การบด ซึ่งถ้าหากมีอุณภูมิสูง จะทำให้คุณภาพของโปรตีนเกิดการเสื่อมเสียได้เนื่องจากปฏิกิริยา autolysis Douglas - Schwarz และ Lee (1987) ได้ศึกษาความคงตัวของปลา redhake และ alaska pollack ในระหว่างการผลิตซูริมิและการสร้างเจล อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการล้างเนื้อปลาบดของปลา hake อยู่ที่ 15 °C และอุณหภูมิการบดซูริมิของปลา hakeที่เหมาะสมเป็น 12 °C สำหรับปลา pollack อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการล้างเนื้อปลาบด อยู่ที่ 10 °C และอุณหภูมิการบดซูริมิที่เหมาะสมเป็น 4 °C

4. การให้ความร้อน

Hall และ Ahmad (1992) พบว่าการให้ความร้อนมีผลทำให้โปรตีนเสียสภาพธรรมชาติ ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการทำซูริมิ การให้ความร้อนมากเกินไป จะมีผลทำให้เกิดการสูญเสียในการสร้างเจล การควบคุมความเย็นในการบดและการผสมจะช่วยลดปัญหาได้มาก Sano และคณะ(1990) ได้ศึกษาคุณสมบัติของความร้อนในการเกิดเจลของ myosin โดยศึกษาบทบาทหรือหน้าที่ ของ ส่วน head และ tail ของโมเลกุล Myosin ในการเกิดเจล คุณสมบัติในการเกิดเจลของ Heavy meromyosin (HMM) และ Light meromyosin (LMM) ส่วนHMM จะเกิดความยืดหยุ่นดีต้องใช้ อุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส และ LMM จะเกิดความยืดหยุ่นดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส ดังนั้นส่วนที่พัฒนาการเกิดเจลหรือความยืดหยุ่นของซูริมิ เชื่อว่าส่วนที่สำคัญคือส่วน tail ของโมเลกุล Myosin และส่วนรองคือส่วน head ของโมเลกุล Sano และคณะ (1989)ได้ศึกษาบทบาทของ F - actin ในการให้ความร้อนของการเกิดเจล ของ Actomyosin ในปลา พบว่าแรงของความหนืด ในระหว่างการให้ความร้อนเพื่อการเกิดเจลเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของ F- actin /myosin F - actin จะให้ความข้นหนืดต่อ actomyosin แต่ไม่มีผลในการพัฒนาความยืดหยุ่น (elasticity) ในช่วงอุณหภูมิ 30 -46 องศาเซลเซียส การเกิดเจลของ Myosin เพียงลำพังจะแสดงถึงความเหนียวสูง แต่ถ้าMyosin มีปริมาณเพียงเล็กน้อย F - actin ถึงจะแสดงความเหนียวได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chan และคณะ (1992) ได้ศึกษาการเชื่อมข้ามของ Myosin heavy chains จากปลาคอด ปลาเฮอร์ริ่ง และปลาซิลเวอร์ แฮก ในระหว่างการเซ็ทตัวด้วยความร้อน โดยได้ทำการศึกษาที่ 0.6 M ของโซเดี่ยมคลอไรด์ pH 6.5 ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และหาค่า Turbidimetrically และโดย SDS - Polyacrylamide gel electrophoresis เชื่อมด้วย 1- ethyl - 3 (3-dimethylaminopropyl) carbodimide ที่พันธะเชื่อมข้ามความขุ่นของการทดลองที่ให้ความร้อน ปลาคอด และปลาซิลเวอร์ แฮก การละลายของ Myofibril / Myosin จะแสดงค่าสูงกว่าในปลาเฮอร์ริ่ง ผลของอีเลคโต โฟรีซีส จะแสดงโดย Myosin Heavy Chain (MHC) หลักการของการเชื่อมข้ามของโปรตีน Myofibrillar จากสารประกอบที่รวมตัวกันในระหว่างการทดลองใ ห้ความร้อนการเชื่อมข้ามจะแสดงความสามารถของ MHC จากปลาทั้ง 3 ชนิดแตกต่างกัน โดย MHC ของปลาเฮอร์ริ่งจะมี โพลีเมอร์ขนาดเล็ก ($n \leq 3$) แต่ MHC ของปลาคอดและปลาซิลเวอร์แฮก จะมีโพลีเมอร์ทั้งขนาดเล็กและใหญ่ ($n \geq 6$)

วิธีการผลิตซูริมิ

กรรมวิธีการผลิตซูริมิมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเกี่ยวโยงถึงความสามารถในการสร้างเจลของผลิตภัณฑ์ การผลิตซูริมิประกอบด้วยวิธีการหลายขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีความสำคัญเท่าเทียมกัน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี องค์ประกอบของวัตถุดิบที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ คือ ความสด ขนาด และฤดูกาล การควบคุมคุณภาพระหว่างการแปรรูป กรรมวิธีการแยกเนื้อปลา เทคนิคการบด วิธีการล้างน้ำ คุณภาพของน้ำ การทำให้บริสุทธิ์ การแยกน้ำออก และการเติมสารพวก cryoprotectants และสิ่งที่สำคัญที่สุดของการผลิตคือ การควบคุมคุณภาพของการฟอร์มเจล ความชื้น และสี ให้สม่ำเสมอ ซึ่งขั้นตอนการผลิตซูริมิมีดังนี้

1 การจับปลาและการปฏิบัติก่อนการแปรรูป

ปลามีความสำคัญต่อการผลิตซูริมิ คุณภาพของซูริมิจะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับการปฏิบัติกับปลาก่อนการแปรรูป เพราะการเกิดเจลของซูริมิขึ้นอยู่กับความสดของปลา ที่ถูกจับมาน้อยกว่า 24 ชั่วโมงโดยทั่วไปจะให้ซูริมิที่มีคุณภาพสูงกว่าปลาที่ปล่อยไว้หลายวันหลังจากจับ อุณหภูมิที่ใช้เก็บปลาควรจะต่ำ ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิของน้ำทะเล หรืออุณหภูมิของอากาศ หรือห้องเย็น ไม่ควรจะสูงกว่า 10° C ยิ่งถ้าเก็บไว้นานมากกว่า 24 ชั่วโมง หลังจากการจับ ควรเก็บไว้ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิใกล้ๆ 0° C จะยิ่งดี การเก็บใน Refigerated Sea Water (RSW) จะให้คุณภาพของซูริมิที่ดี โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บ 2 วัน อย่างไรก็ตามสามารถเก็บได้นานถึง 4 วัน ถ้าเก็บที่อุณหภูมิใกล้ๆ 0° C หรืออยู่ในช่วง (-)0.2 ถึง (+)2.0° C ใน RSW

โดยทั่วไปปลาระยะเจริญเติบโตจะให้คุณภาพของซูริมิที่ดีที่สุด เพราะว่าระยะนี้เนื้อปลาจะมีความชื้นและความเป็นกรดด่าง หรือ pH ต่ำ ไม่ควรใช้ปลาหลังจากฤดูวางไข่ ซึ่งจะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ดีเนื่องจาก เนื้อปลามีความชื้นสูง มีความเป็นกรดด่าง (pH) สูงเนื้อปลาอุ้มน้ำไว้มากจนแฉะ สุภารัตน์ (2529)

2 การคัดขนาดและการทำความสะอาด

การแยกชนิดของปลาและการคัดขนาดในระบบของโรงงานขนาดใหญ่ ปลาที่จับได้จะถูกส่งไปตามสายพาน (Conveyor belt) และเข้าไปยังห้องเก็บ หลังจากนั้นจะทำการคัดขนาดโดยใช้เครื่องจักร แบบอัตโนมัติ ซึ่งมีลักษณะเป็นลูกกลิ้ง (Roller) หรือ Caterpillar - type apparatus หลังจากนั้นจะผ่านการล้างน้ำ โดยใช้เครื่องจักร Rotary - type แบบลูกกลิ้งที่มีแปรงโดยรอบ

3 การแล่ปลา (Filleting)

ขั้นตอนนี้มีผลต่อคุณภาพของเนื้อปลาบดและ Yield ที่ได้ เพราะเป็นการแยกเอาเนื้อออกจากกระดูกหรือก้าง ในระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จะใช้เครื่องจักรเพื่อแล่ปลา (Filleting machines) ซึ่งจะทำงานอัตโนมัติ การตัดหัวปลาออกในระหว่างการแล่มีความสำคัญและถ้าตัดหัวปลาออกมากเกินไป จะทำให้ Yield ลดลงไปด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีเครื่องจักรที่แยกเอาเนื้อปลาออกจากกระดูก โดยปลาต้องผ่านการตัดหัวและเอาเครื่องในออกก่อน การแยกจะใช้ลูกกลิ้งและมีสายพาน Belt - drum type โดยปลาจะผ่านไปในระหว่างสายพานและเข้าไปใน Drum โดยสามารถปรับขนาดของร่องและความแน่นของลูกกลิ้งได้ เครื่องจะทำการแยกเอาหนังและก้างออก จากเนื้อปลา และทำการผสมเนื้อปลา ข้อควรระวังในขั้นตอนนี้คือต้องหมั่นทำความสะอาด พื้นผิวของ Drum ในระหว่างการผลิต จากนั้นผ่านการล้างน้ำก่อนเข้าเครื่อง บีบเอาน้ำออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 การล้างน้ำ (Leaching)

การล้างน้ำของเนื้อปลาบด ในช่วงแรกยังไม่ต้องมีการเติมเกลือ มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกเอาสารประกอบต่างๆออกจากเนื้อปลาบด ได้แก่ วัตถุที่ละลายได้ในน้ำ ไขมัน และเลือด เพื่อปรับปรุงในเรื่องสีและรสชาติที่ดี และเป็นการเพิ่มคุณสมบัติที่ดีในการเกิดเจลของซูริมิ วัตถุที่ละลายได้ในน้ำรวมถึงพวก Sarcoplasmic proteins , Inorganic salts และสารอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และ Trimethylamine oxide การแยกเอา Sarcoplasmic protein ออกไปจะเพิ่มความเข้มข้นของ Myofibrillar proteins ซึ่งมีความสำคัญอันดับแรกในการสร้างเจล ส่วนสารอื่นที่ไม่ใช่โปรตีน จะเป็นตัวเร่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติของกล้ามเนื้อโปรตีน ในระหว่างการแช่แข็ง การล้างเนื้อปลาจะรวมถึงอุณหภูมิของน้ำ การกวน และเวลาการล้างน้ำ น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำอ่อน มีปริมาณของเกลือแคลเซี่ยม / แมกนีเซี่ยม และปริมาณเหล็ก / แมงกานีสต่ำ น้ำกระด้างจะมีผลต่อเนื้อสัมผัสและสีของซูริมิ ความเป็นกรดด่างของน้ำควรอยู่ที่ pH 6.5-7 และความเค็มอยู่ระหว่าง 0.1-0.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ หรือความชื้นของซูริมิ อย่างไรก็ตามถ้าใช้น้ำที่มีความเค็มมากเกินไป จะทำให้โปรตีนที่ต้องการ คือไมโอไฟบริล ละลายออกมาด้วย การล้างน้ำจะต้องใช้น้ำที่ใหม่และสะอาด มีการหมุนหรือกวนอย่างช้าๆ ส่วนเวลาจะเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับ ความสดของวัตถุดิบ , อุณหภูมิของน้ำ และขนาดอนุภาคของเนื้อปลา ปกติจะใช้เวลาการล้างประมาณ 15- 20 นาที ปริมาณน้ำในขั้นตอนนี้มีสูงประมาณ 90 % ของเนื้อปลาบดที่ผ่านการล้างน้ำ

5 การทำให้บริสุทธิ์ (Refining)

จุดประสงค์ของขั้นตอนนี้ก็คือ แยกเอาเนื้อสีขาวออกจากเนื้อดำและพวกเยื่อพังผืด หนัง เกล็ด และอื่นๆ ที่ปนเข้ามา โดยแยกผ่านตะแกรง (strainer) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ซูริมิที่มีคุณภาพดี ขนาดของรูตะแกรงไม่ควรใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร

6 การแยกเอาน้ำออก (Final dewatering)

การแยกเอาน้ำออกจะใช้เครื่องจักรแบบต่อเนื่อง โดยส่งไปตามแรงอัดของสกรู (Screw press) สกรูนี้สามารถปรับความเร็วได้ ขั้นตอนนี้ปริมาณน้ำจะลดลงเหลือประมาณ 80-84 % ถ้าสามารถทำให้ความชื้นต่ำถึง 82 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7 การบดรวมกันกับสาร cryoprotectants

การผลิตจะมีการบดผสมกับ Cryoprotective agents ได้แก่ น้ำตาล Sorbitol และฟอสเฟต ในอัตราส่วนที่ทำให้โปรตีนมีความเสถียรที่ดี และเพื่อป้องกันการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนในระหว่างการเก็บรักษาโดยวิธีการแช่แข็ง โดยทั่วไปใช้น้ำตาล 4% Sorbitol 4-5 % และฟอสเฟต 0.2-0.3 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ต้องการเก็บผลิตภัณฑ์ เพื่อช่วยในเรื่องการเก็บแช่แข็ง

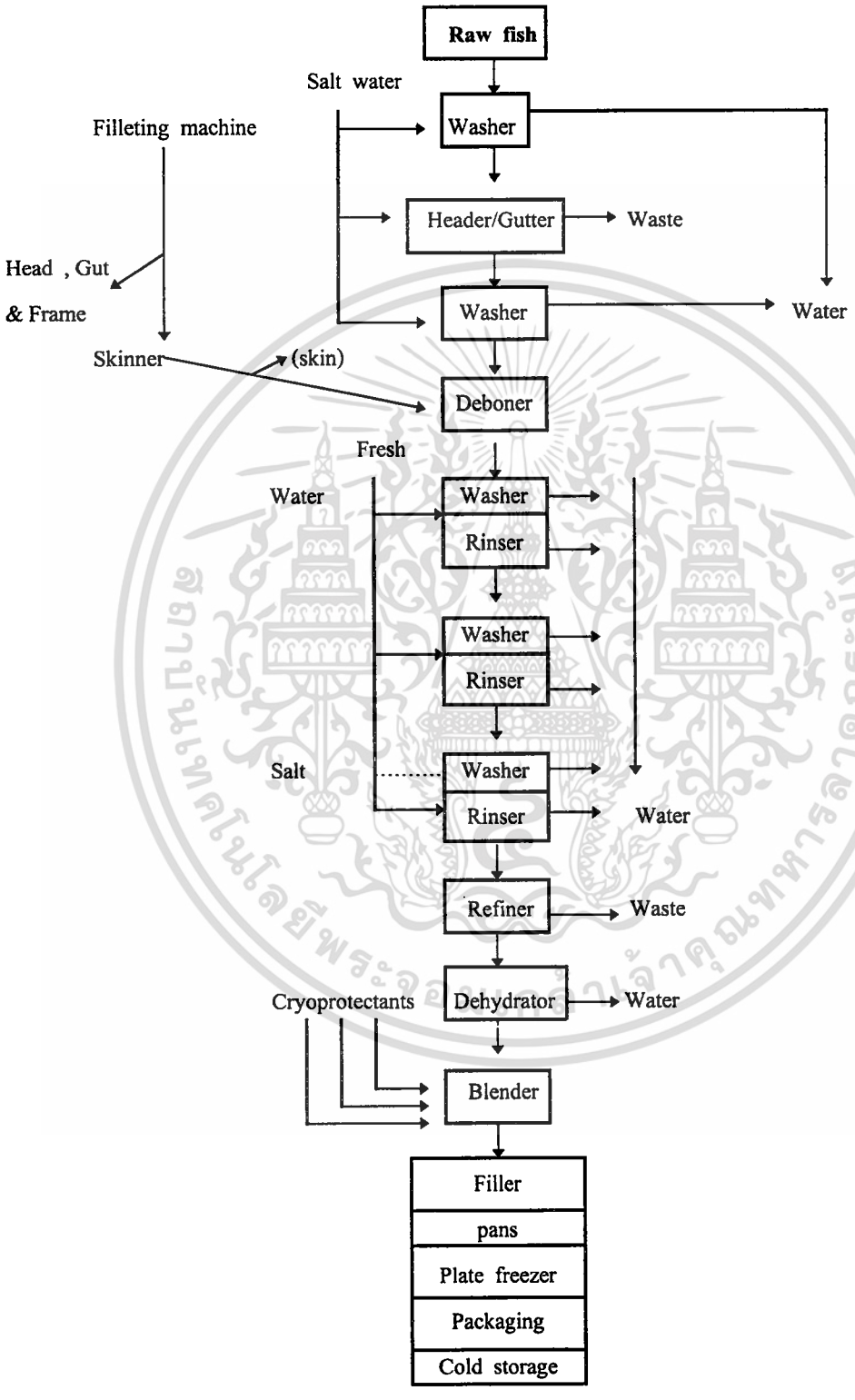
เครื่องมือที่ใช้ในการบดมีหลายชนิด เช่น Silent cutters , Blenders , Mixer เป็นต้น เครื่องจักรที่ดีต้องให้ความจุในการผลิตที่สูง และใช้เวลาในการบดสั้น และมีประสิทธิภาพสูง

8 การบรรจุและการแช่แข็ง (Filling , Packaging and Freezing)

หลังจากผ่านการบดซูริมิ จะถูกบรรจุในถุง Polyethylene สีฟ้า และบรรจุลงใน Freezing pans อีกทีหนึ่ง โดยทั่วไป Block หนึ่งบรรจุ 10 กิโลกรัม การแช่แข็งจะใช้ระบบ freezer อุณหภูมิของการเก็บอยู่ที่ (-)25° C หรือต่ำกว่านี้ Toyoda (1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 6



Flow diagram of surimi process

ที่มา : Lee (1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซูริมิ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซูริมิที่สำคัญที่สุดคือปลาสด เกลือ และสาร cryopotectants ซึ่งได้แก่ น้ำตาล sorbitol และ potassium phosphate ดังจะกล่าวถึงในรายละเอียดของวัตถุดิบแต่ละตัวดังนี้

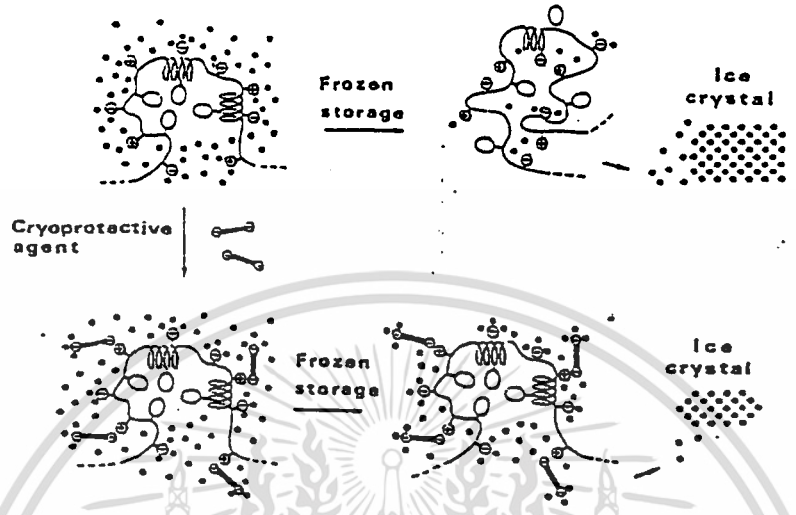
1. **ปลาสด** ปลาที่นิยมนำมาทำเป็นซูริมิ มักเป็นปลาที่มีขนาดเล็ก เป็นปลาเนื้อขาว หาได้ง่ายและมีราคาถูก เพื่อลดต้นทุนในการผลิต ปลาที่ใช้ได้แก่ ปลาทรายแดง ปลาแมคเคอเรล ปลาจวด ปลาม้า เป็นต้น แต่ปลาที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมคือ Alaska pollock เพราะให้ซูริมิคุณภาพดี และมีปริมาณมาก ซึ่งในปลาแต่ละชนิดจะให้ซูริมิที่มีคุณภาพแตกต่างกันไป

2. สารพวก cryoprotectants มีความสำคัญในการผลิตซูริมิ โดยจะสามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโปรตีนเนื่องจากการแช่แข็ง (freeze denaturation) ได้ การทำซูริมิแบบดั่งเดิม มักผลิตวันต่อวันเนื่องจากไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน ดังนั้นการผลิตซูริมิในรูปอุตสาหกรรมจึงอยู่ในวงจำกัด จนกระทั่งปี พ.ศ. 2502 เมื่อนักวิทยาศาสตร์ของ Hokkaido Fisheries Laborotories ชื่อ Nishiya และ Takeda ค้นพบเทคนิคการทำให้ซูริมิแช่แข็ง มีคุณภาพคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงจากซูริมิสดมากนัก โดยการใช้สารพวก cryoprotectants เติมลงไปในซูริมิ ทำให้จากเดิมโรงงานผลิตซูริมิจะอยู่บริเวณชายทะเล มาเป็นการผลิตในเรือเดินทะเลที่ดัดแปลงเป็นโรงงานด้วย (processing ship)

สุภารัตน์ (2529) รายงานการเติมสาร cryoprotectants ว่าน้ำตาลที่เติมลงไป จะสามารถป้องกันโปรตีนพวก แอกโตไมโอซินเสื่อมคุณภาพเนื่องจากการแช่แข็งได้ แต่ผลิตภัณฑ์นั้นจะมีรสหวานไป ดังนั้นจึงใช้ sorbitol 4 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทดแทนปริมาณน้ำตาล 4 เปอร์เซนต์ และสารโพลีฟอสเฟต 0.15-0.3 เปอร์เซ็นต์ เพื่อช่วยเสริมฤทธิ์น้ำตาล สารเหล่านี้จะช่วยเพิ่มแรงตึงผิวของน้ำ และปริมาณของ bound water ทำให้โปรตีนเกิดความคงตัวระหว่างการแช่แข็ง (บุญรัตน์ และสุนทร , 2534) สารโพลีฟอสเฟตที่เติมลงไปจะมีผลต่อความเป็นกรดด่าง คือ ทำให้เนื้อปลาเป็นด่างมากขึ้น และดูดน้ำได้มากขึ้น นอกจากนี้โพลีฟอสเฟต จะจับกับประจุแคลเซี่ยมหรือแมกนีเซี่ยม ทำให้กล้ามเนื้อปลาไม่หดตัว และโปรตีนละลายได้ดีขึ้น (ภาพที่ 7) Masumoto และ Noguchi (1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7



แสดงการเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนในระหว่างการเก็บ โดยวิธีการแช่เยือกแข็ง และการป้องกันโดยใช้ Cryoprotectants

ที่มา : Masumoto และ Noguchi (1990)

3. เกลือ การเติมเกลือ 2-3 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้แอกตินและไมโอซินมาจับกัน เป็นแอกโตไมโอซิน ในสภาพเหนียวและเหลว (sol)

4. ไข่ขาว การใช้ไข่ขาวจะช่วยเพิ่มความเหนียว ซึ่งปริมาณที่ควรเติม 5-10 เปอร์เซ็นต์ (สุภาพรรณี , 2529) ไข่ขาวจะเพิ่ม gel strength ถ้าใช้ไข่ขาวผงต้องเพิ่มน้ำลงไปด้วย เพื่อให้ความชื้นเท่าเดิม ข้อดีอีกประการหนึ่งคือ ไข่ขาวทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีขาว และมันวาวขึ้น ไข่ขาวแม้จะทำให้ความยืดหยุ่นลดลง แต่ทำให้การเกาะยึดกันดีกว่าแป้ง แต่เมื่อซูริมิเข้าเครื่อง extruder ความร้อนจะมีส่วนช่วยให้ความยืดหยุ่นดีขึ้นอิทธิพลของส่วนผสมที่มีต่อเนื้อสัมผัส

5. แป้ง โดยเฉพาะแป้งมันฝรั่ง หรือแป้งสาลี ในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ หรือน้อยกว่า เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของซูริมิเจล แป้งควรจะผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน และมีคุณสมบัติที่ทำให้เพิ่ม gel strength ความยืดหยุ่นและการอุ้มน้ำไว้ แต่ผลเสียของการเติมแป้งคือ ทำให้ไม่สามารถเก็บแช่แข็งไว้ได้นาน และไม่คงสภาพเดิมหลังจากการทำให้ละลาย (poor freeze thaw stability) ดังนั้นจึงแก้ไขโดยใช้แป้งดัดแปร (modifide starch) ผสมครึ่งหนึ่งของจำนวนแป้งที่ใช้ทั้งหมด เพื่อเพิ่มการคงสภาพหลังจากการทำให้ละลาย (freeze thaw stability) สุภารัตน์ (2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

1.วัตถุดิบ

1.1 ปลานิล *Tilapia nilotica*

1.2 สารเคมีที่ใช้ทำซูริมิ

1.2.1 น้ำตาลทราย (Sucrose)

1.2.2 เกลือ (Sodium chloride)

1.2.3 ไตรโซเดี่ยมโพลีฟอสเฟต (Tri-Sodium Polyphosphate)

1.2.4 ซอลบิทอล (Sobital)

1.3 สารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนการเตรียม Myosin และ Actin

1.3.1 Reagent

สารละลาย [A] = 0.1M KCl , 0.02% NaN_3 และ 20 mMTris-HCl buffer pH 7.5

สารละลาย [B] = 0.45 M KCl ,5 mM Beta - mercaptoethanol , 0.2 mM Mg $(CH_3COO)_2$, 1 mM ethylean glycolbis N,N,N',N'-tetraacetic (EGTA) , 20 mM Tris - maleate buffer pH 6.8

สารละลาย[C] = 0.5 M KCl , 5 mM Beta - mercaptoethanol , 20 mM Tris HCl buffer pH7.5

สารละลาล [D] = 0.8M KCl , 5 mM Beta - mercaptoethanol , 0.2 M Mg $(CH_3COO)_2$

1.3.2 1mM $KHCO_3$

1.3.3 2mM $KHCO_3$

1.3.4 ATP

1.4 สารเคมีที่ใช้สำหรับทำ Gel electrophoresis

1.4.1 Stock solution

Stock solution [A] = Tris 17.18 กรัม ในน้ำ 70 มิลลิลิตร ปรับ pH 8.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้ 6 N HCl 3 มิลลิลิตร เติม 10 เปอร์เซนต์ SDS 4 มิลลิลิตร เติมน้ำให้ครบ 100 มิลลิลิตร

Stock solution [B] = Acrylamide 30 กรัม Bisacrylamide 0.8 กรัมเติมน้ำให้ครบ100 มิลลิลิตร

Stock solution [C] =Tris 0.6 กรัมในน้ำ 70 มิลลิลิตรเติม HCl 6 N ประมาณ 5-7 มิลลิลิตร ปรับ pH 6.8 เติม 0.1 เปอร์เซนต์ SDS 4 มิลลิลิตรเติมน้ำให้ครบ 100 มิลลิลิตร

1.4.2 Catalyst

1.4.2.1 10 เปอร์เซนต์ Ammonium persulfate (APS) เตรียมในวันใช้

1.4.2.2 TEMED (N,N,N',N'-tetramethy ethleandiamide)

1.4.3 Electrode buffer

0.025 M Tris - HCl , 0.192 M Glycine , 0.1 เปอร์เซนต์ SDS

1.4.4 Staining solution

0.025 เปอร์เซนต์ Coomassie Bule R250, 40 เปอร์เซนต์ Methanol , 7 เปอร์เซนต์ Acetic acid

1.4.5 Destaining solution

50 เปอร์เซนต์ Methanol , 1 เปอร์เซนต์ Acetic acid

1.4.6 SDS Reducing buffer

10 เปอร์เซนต์ Glycerol , 2 เปอร์เซนต์ SDS 0.6 M และ Tris - HCl pH 6.8

1.4.7 2- mercaptoethanol

1.4.8 Bromphenol blue

1.4.9 Myosin

1.4.10 Actin

1.5 สารเคมีที่ใช้สำหรับอบเจล

1.5.1 Alcohol 30 เปอร์เซนต์

1.5.2 Glycerol

1.6 ถุง Dialysis MW CO : 6-8000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อุปกรณ์ในการผลิต

2.1 เครื่องสับ (Cilent cutter)

2.2 เครื่องบด

2.3 ตู้แช่แข็ง(Freezer)

2.4 อ่างน้ำร้อน (Water bath)

2.5 ตู้อบ (Hot air oven)

2.6 โถดูดความชื้น (Desicator)

2.7 ตู้เย็น

2.8 เครื่องอัดซูริมิ

2.9 เครื่องชั่ง

ขนาด 1 กิโลกรัม

ขนาด 10 กิโลกรัม

2.10 เทอร์โมมิเตอร์

2.11 กล่องโฟม

2.12 กาละมัง

2.13 มีด

2.14 เขียง

2.15 ถุงพลาสติก

2.16 ยางรัด

3. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

3.1 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส

3.2 เครื่องวัดสี

3.3 เครื่องวัด pH

3.4 ตู้อบความร้อน (hot air oven)

4. อุปกรณ์ในการทำ Gel electrophoresis

4.1 ชุดทดลอง elecyroresis แบบ slap gel

4.2 เครื่องจ่ายกระแสไฟ

4.3 เครื่องอบเจล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 stiring pipet ขนาด 5 ไมโครลิตร

4.5 Micro pipet

ขนาด 1-10 ไมโครลิตร

ขนาด 100 ไมโครลิตร

4.6 pipet

ขนาด 1 มิลลิลิตร

ขนาด 5 มิลลิลิตร

ขนาด 10 มิลลิลิตร

4.7 Beaker ขนาด 50 และ 100 มิลลิลิตร

4.8 ถาดก้นลึก สำหรับย้อมสีเจลและล้างสีเจล

5. อุปกรณ์ในการสกัดโปรตีน

5.1 เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifuge)

5.2 หลอดสำหรับเหวี่ยง

5.3 Magnetic bar

5.4 Magnetic stirrer

5.5 Beaker ขนาด 250 และ 500 มิลลิลิตร

5.6 Volumetric flask ขนาด 100 200 และ 500 มิลลิลิตร

6. อุปกรณ์ในการอบเจล

6.1 เครื่องอบเจล

6.2 แผ่นพลาสติก

7. วิธีการทดลอง

7.1การศึกษาผลการแช่ปลานิลในน้ำแข็งต่อองค์ประกอบของโปรตีนและปริมาณMyosin

นำปลานิล 1.5 กิโลกรัมมา ตัดหัว ควักไส้ออก ขอดเกล็ด แล่เอาแต่เนื้อ (fillet) และนำไปบดให้ละเอียด จากนั้นแบ่งใส่ถุงพลาสติก ถุงละ 50 กรัมจำนวน 5 ถุง นำตัวอย่างออกมาวิเคราะห์ เพื่อหาปริมาณ Myosin ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน ดังนี้ 0วัน 2วัน 4วัน 6วัน และ 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยนำ 4 ถุง ไปแช่ในน้ำแข็งที่บรรจุในกล่องโฟม และนำไปเก็บในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

7.1.1 การแยก Actin และMyosin

นำปลาบดที่แช่ในน้ำแข็งตามระยะเวลาที่กำหนด ไปผ่านการเตรียม Myosin ตามวิธีการของ Park และ Lainier (1989) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้เนื้อปลาบดเริ่มต้น 1.5 กรัม เมื่อสกัดได้ Myosin แล้วชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปเทียบกับน้ำหนักเนื้อปลาบดเริ่มต้น โดยคิดเป็นร้อยละของน้ำหนัก (ภาคผนวก ก)

7.1.2 การศึกษาปริมาณของ Myosin (ภาคผนวก ก)

7.2 การศึกษาความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดต่อคุณภาพของซูริมิ

โดยศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ 0.2 0.3 0.4 0.5 และ 0.6 เปอร์เซนต์ และใช้อัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อน้ำ ที่ระดับ 1ต่อ 4 เหมือนกันหมดทุกการทดลอง วิธีการเตรียมซูริมิแสดงในแผนภูมิที่ 8

7.3 การศึกษาอัตราส่วนของน้ำ ที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดต่อคุณภาพของซูริมิ

โดยได้ทำการศึกษาอัตราส่วนน้ำล้างต่อปริมาณของเนื้อปลาบด ในอัตราส่วนต่าง ๆ ดังนี้ 1:2 1:3 1:4 และ 1:5 การทดสอบคุณภาพของซูริมิ ตามวิธีในข้อ 8.1

7.4 การศึกษาอิทธิพลของเพศปลานิลต่อคุณภาพของซูริมิ

ปลาเพศผู้และปลาเพศเมียซึ่งคัดเลือกโดยดูสี ของลำตัวและอวัยวะเพศโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ศึกษาไว้ในหัวข้อที่ 7.2 คือ 0.4 เปอร์เซนต์ และอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดที่ได้ศึกษาไว้ในข้อ 7.3 คือที่ 1:4 เหมือนกันหมดทุกการทดลอง วิธีการผลิตซูริมิแสดงในแผนภูมิที่ 8 จากนั้นนำไปทดสอบคุณภาพของซูริมิ เช่นเดียวกับข้อ 8.1

7.5 การศึกษาอิทธิพลของขนาดปลานิลต่อคุณภาพของซูริมิ

โดยได้ทำการศึกษา ปลานิลขนาดต่างกัน 3 ขนาดดังนี้คือ ขนาดเล็ก 250-350 กรัม ขนาดกลาง 350-550 กรัม และขนาดใหญ่ 550-1000 กรัมโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ศึกษาไว้ในหัวข้อที่ 7.2 คือ 0.4 เปอร์เซนต์ และอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดที่ได้ศึกษาไว้ในข้อ 7.3 คือที่ 1:4 เหมือนกันหมดทุกการทดลอง วิธีการผลิตซูริมิแสดงในแผนภูมิที่ 8 จากนั้นนำไปทดสอบคุณภาพของซูริมิ เช่นเดียวกับข้อ 8.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.6 การศึกษาอิทธิพลของการดองน้ำแข็งปลานิลทั้งตัวต่อคุณภาพของซูริมิ

โดยทำการศึกษาคุณภาพของซูริมิที่เตรียมจากปลานิลที่เก็บในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 $\pm$2 องศาเซลเซียส ครั้งแรกศึกษาการเก็บระยะเวลา 7 วัน และครั้งหลังศึกษาที่ระยะเวลา 0 วัน 2วัน 4วัน และ 6 วันโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ศึกษาไว้ในหัวข้อที่ 7.2 คือ 0.4 เปอร์เซนต์ และอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดที่ได้ศึกษาไว้ในข้อ 7.3 คือที่ 1:4 เหมือนกันหมดทุกการทดลอง วิธี การผลิตซูริมิแสดงในแผนภูมิที่ 8 จากนั้นนำไปทดสอบคุณภาพของซูริมิ เช่นเดียวกับข้อ 8.1

7.7 การคำนวณ yield ของซูริมิ

การหาค่า yield ของซูริมิ โดยคิดจาก น้ำหนักปลาทั้งตัวเริ่มต้นที่นำมาผลิต เป็นซูริมิ คำนวณออกมาเป็นร้อยละของน้ำหนัก

7.8 การประเมินต้นทุนการผลิตซูริมิจากปลานิลในเชิงการค้า

การประเมินหาต้นทุนการผลิตซูริมิ โดยคิดจาก ต้นทุนการผลิตทั้งหมดได้แก่ วัตถุดิบ เช่น ปลา น้ำตาลทราย เกลือ sobitol และ Tri-sodium polyphosphate น้ำแข็ง เมื่อได้น้ำหนักซูริมิเท่าไรแล้วให้คำนวณเป็นราคาต้นทุนการผลิต และเปรียบเทียบกับราคาที่ขายตามท้องตลาด เพื่อหาความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงการค้า

8. วิธีการเตรียมซูริมิ

(การเตรียมซูริมิจากปลานิลทำได้ดังวิธีที่แสดงในแผนภูมิที่ 8) ปลานิลที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นปลานิลที่ได้ผ่านการการคัดเลือกตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง

8.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบคุณภาพของซูริมิ

pH (ภาคผนวก ข)

ความชื้น (ภาคผนวก ข)

Gel strength (ภาคผนวก ค)

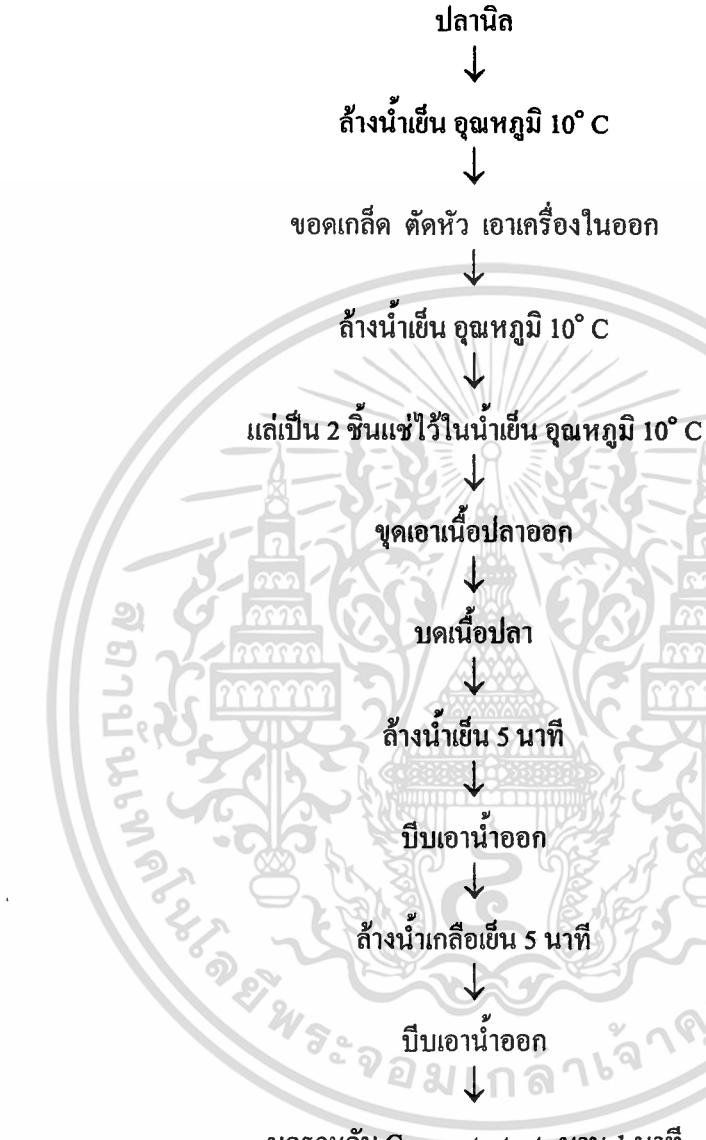
สี (ภาคผนวก ค)

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส (ภาคผนวก ง)

การทดสอบ Folding test (ภาคผนวก จ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 8



แสดงการผลิตซูริมิจากปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของการแช่น้ำแข็งต่อองค์ประกอบของโปรตีนและปริมาณ Myosin

1.1 การแยก Actin และ Myosin

จากการแยก Actin และMyosin จากปลานิลที่เก็บในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน โดยใช้ SDS - PAGE (SDS- Polyacrylamide Gel Electrophoresis) โดยแบ่งตัวอย่างเป็น 2 ชุด ชุดแรก เป็น Actin และชุดที่ 2 เป็นMyosin เมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้แถบของ Actin และ Myosin บนแผ่นเจลดังแสดงในภาพที่ 9 และ ภาพที่ 10

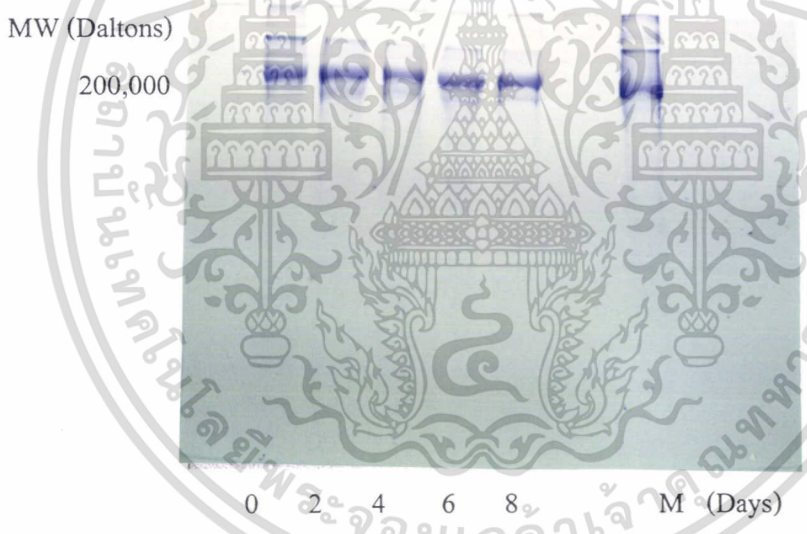
ภาพที่ 9

แสดง SDS-PAGE ของ Actin จากปลานิลที่เก็บในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆกัน (A-Actin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 9 ผลการแช่ปลานิลในน้ำแข็งที่ระยะเวลา 0-8 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันใน chain ของ Actin ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Michael และ Richard (1989) ซึ่งได้ศึกษา chain ของ collagen จากปลา Rockfish โดยเก็บในน้ำแข็งเป็นเวลา 1 อาทิตย์ ซึ่งไม่พบความแตกต่างหรือการสูญเสียของ chain ของ collagen เนื่องจากไม่มีการถูกทำลาย (degradation) อย่างไรก็ตามโปรตีนจะถูกทำลายได้เมื่อถูกความร้อน แสงสว่าง หรือสารเคมี ทำให้อะตอมในโมเลกุล มีการเรียงตัวใหม่ มีน้ำหนักโมเลกุลคงเดิม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยวิธี Gel electrophoresis (ศศิเกษม และพรรณี ,2530)

ภาพที่ 10



แสดง SDS-PAGE ของMyosin จากปลานิลที่เก็บในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆกัน (M - Myosin)

จากภาพที่ 10 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันใน chain ของ Myosin เนื่องจากการเก็บปลาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 0-8 วัน น้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนยังคงเดิม ไม่มีการสูญหาย (ศศิเกษม และพรรณี ,2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การศึกษาปริมาณของ Myosin

ปริมาณ Myosin ในเนื้อ ปลานิลที่เก็บในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0วัน 2วัน 4วัน 6วัน และ 8 วัน ผลการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1

แสดงปริมาณ Myosin ในปลานิล (ร้อยละ)

ระยะเวลา (วัน)	Myosin (ร้อยละ)
0	28.3
2	25.2
4	27.8
6	24.3
8	29.2

ปริมาณ Myosin ที่สกัดได้จากเนื้อปลานิล ที่เก็บในน้ำแข็งระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่าปริมาณที่สกัดได้จะมีความใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วงร้อยละ 24.3-29.2 ของน้ำหนักเนื้อปลาบด Brogstrom (1961) รายงานว่าปริมาณ Protein nitrogen (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัวอย่าง) ที่สกัดได้จากปลา Pollock สกัดโดยการบด (Blending) กับ 5 เปอร์เซ็นต์ ของโซเดียมคลอไรด์ ที่ pH 7 ที่ 0 , 1 ,2 , 3 , 7 และ 9 วัน พบว่าปริมาณโปรตีนที่สกัดได้ที่ระยะเวลาต่างกันคือ ที่ 0 , 1 ,2 , 3 , 7 และ 9 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน คืออยู่ในช่วง 2.5 เปอร์เซ็นต์ จึงแสดงว่าระยะเวลาการเก็บไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านปริมาณของโปรตีน จิราวรรณ และคณะ (2523) ได้รายงานว่าปลานิลมี Myosin nitrogen 5.58 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะเพียนมี 6.26 เปอร์เซ็นต์ รัชนี (2536) พบว่าโปรตีน Myofibrillar proteins เป็นโปรตีนที่มีปริมาณมากที่สุด คือประมาณ 65-80 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีนทั้งหมด และมี Myosin อยู่ประมาณร้อยละ 50-60 ของโปรตีน Myfibril เนื้อปลาที่มีปริมาณของ Myosin จะมีความเหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ เพราะจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียวสูง Jebsen (1962) รายงานว่า Myosin ในปลามีประมาณ 35-48 เปอร์เซ็นต์

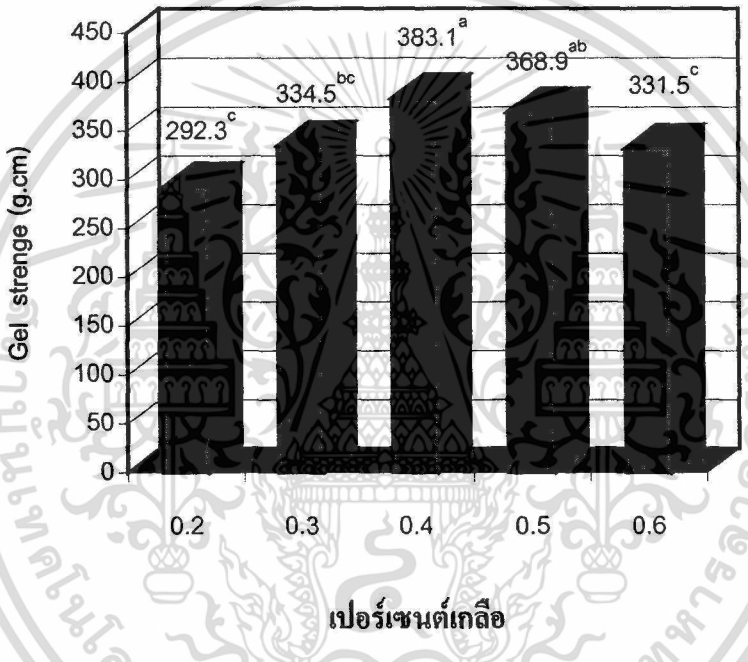
2. การศึกษาความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดต่อคุณภาพของซูริมิ

คุณภาพของซูริมิในที่นี้จะเน้นในเรื่องความเหนียวหรือค่า Gel Strength ของซูริมิ โดยใช้เครื่องวัด Texture anlyser เป็นหลัก ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ล้างเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลาบด พบว่า ค่า Gel strength จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 11

ภาพที่ 11



แสดงค่า Gel strength ของซูริมิที่ระดับความเข้มข้นของเกลือต่างๆกัน

ค่า Gel strength ภาพที่ 11 พบว่าที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือ 0.4 % จะมีผลทำให้ค่า Gel strength ที่ได้สูงสุดคือ 383.1 g.cm และรองลงไปที่ 0.5% ค่า Gel strength เท่ากับ 368.9 g.cm ทั้งนี้เนื่องจากที่ระดับความเข้มข้นนี้ การสูญเสียของ Myosin heavy chain (MHC) จะมีน้อย Myosin เป็นโปรตีนเริ่มต้นที่มีผลต่อการเกิดเจลในเนื้อสัตว์ การใช้น้ำล้างเนื้อปลาบดที่มีความเข้มข้นของเกลือ 0.5 เปอร์เซ็นต์จะมีผลในการป้องกันการสูญเสีย MHC ในระหว่างการล้างน้ำ ในการผลิตแบบเดิมใช้ NaCl ที่ 0 เปอร์เซ็นต์ ในการล้างเนื้อปลาบด พบว่าให้ Yield สูงจริงก็ตาม แต่ซูริมิที่ได้มีคุณภาพต่ำมาก เนื่องจากมีปริมาณ MHC น้อย ทั้งนี้เพราะ MHC มีผลต่อความเหนียวของเจลซูริมิ (Lin และ Park ,1996)

เอกสารนี้มีไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2

แสดงความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดต่อสี ความชื้น และ pH

เปอร์เซ็นต์เกลือ	ค่าที่ได้จากการวัดสี โดยใช้ค่า L	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	pH
0.2	82.6[a]	78.2[a]	6.7[a]
0.3	81.4[b]	78.1[a]	6.7[a b]
0.4	**80.3**[c]	**78.5**[a]	**6.6**[b]
0.5	79.5[c]	78.0[a]	6.6[b]
0.6	79.7[c]	77.5[a]	6.6[b]

ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ถ้ามีตัวอักษรยกต่างกัน จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

ค่า สี จากตารางที่ 2 พบค่าสีที่วัดได้มีความแตกต่างกัน โดยที่ความเข้มข้นของเกลือน้อย จะมีความสว่างหรือขาวสูงกว่า ที่ใช้ความเข้มข้นของน้ำเกลือสูง โดยที่ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ของเกลือ จะมีค่า L เท่ากับ 82.6 และที่ 0.3 เปอร์เซ็นต์ของเกลือ มีค่า L เท่ากับ 81.4 ซึ่งค่าที่ได้แตกต่างจาก 0.2 เปอร์เซ็นต์เกลือ และแตกต่างจาก 0.4-0.6 เปอร์เซ็นต์เกลือ ซึ่งที่ 0.4-0.6 เปอร์เซ็นต์เกลือ ค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน คืออยู่ในช่วง 79.5-80.3

เปอร์เซ็นต์ความชื้น ที่ความเข้มข้นของเปอร์เซ็นต์เกลือแตกต่างกัน ความชื้นที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างกัน โดยค่าของความชื้นจะอยู่ในช่วง 77.5-78.5 เปอร์เซ็นต์

ค่า pH ที่ความเข้มข้นของเปอร์เซ็นต์เกลือแตกต่างกัน ค่า pH ที่วัดได้ อยู่ในช่วง 6.6-6.7 การเติมเกลือมีผลทำให้ pH ลดลง

คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ผลความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ล้างเนื้อปลาบด ต่อคุณภาพของซูริมิในเรื่องการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส แสดงในตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3

แสดงความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ล้างเนื้อปลาบด ต่อคุณภาพของซูริมิในเรื่องการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส

เปอร์เซ็นต์เกลือ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
0.2	7.1[a]	4.7[a]	6.3[b]
0.3	7.0[a]	5.3[a]	6.6[ab]
0.4	**6.8[a]**	**5.5[a]**	**7.2[a]**
0.5	7.1[a]	5.6[a]	7.0[ab]
0.6	6.5[a]	5.4[a]	7.2[a]

ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ถ้ามีตัวอักษรยกต่างกัน จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 3 พบว่าในเรื่อง สีและกลิ่น ไม่มีความแตกต่างกัน โดยคะแนนของสีอยู่ที่ช่วง 6-7 คะแนน ส่วนในเรื่องกลิ่นระดับคะแนนจะอยู่ที่ช่วง 4-5 เนื่องจากปลานิลมีกลิ่นคาวสูงกว่าปลาที่ใช้ทำซูริมิทั่วไป เพราะปลานิลมีกลิ่นโคลนติดอยู่ (มานพ และคณะ 2537) ส่วนคะแนนของเนื้อสัมผัส พบว่ามีความแตกต่างกัน ผู้บริโภคยอมรับที่ระดับ 0.4 และ0.6 เปอร์เซ็นต์ มีระดับคะแนนอยู่ที่ 7.2 เท่ากัน ส่วนที่ความเข้มข้นของเกลือ 0.3 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคยอมรับเช่นกันแต่ระดับคะแนน จะต่ำกว่า การทดสอบโดยการใช้ประสาทสัมผัส จะบอกความแตกต่างกันได้ยาก ทั้งนี้เนื่องมาจากระดับความเข้มข้นของเกลือใกล้เคียงกันมาก ซึ่งถ้าเทียบกับการใช้เครื่องวัด Texture Analyzer และบอกความแตกต่างได้ชัดเจนกว่า ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำล้างปลานิลจึงเป็นระดับที่มีความเหมาะสม ในการผลิตซูริมิจากปลานิลมากกว่าที่ระดับอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การศึกษาอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดต่อคุณภาพของซูริมิ

ผลการศึกษาอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดที่ระดับต่างๆ มีผลต่อคุณภาพของซูริมิ โดยเฉพาะในเรื่องของความเหนียว (Gel strength) ดังแสดงในตารางที่ 4 .1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1

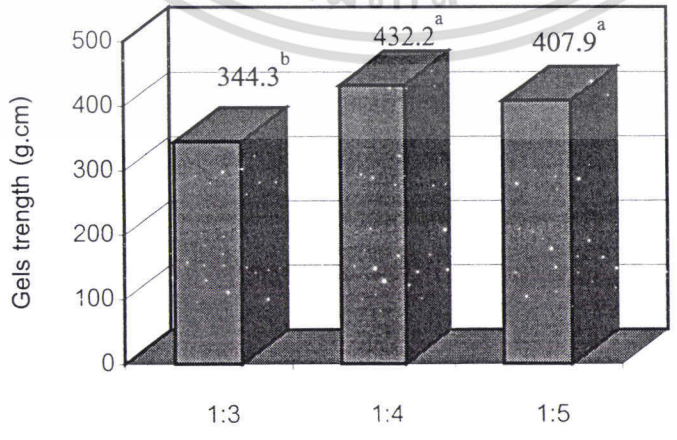
แสดงอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดที่ระดับต่างๆ มีผลต่อความเหนียว (Gel strength) (ครั้งที่1)

อัตราส่วนของน้ำ	Gel strength (g.cm)
1:2	407.7[b]
1:3	381.3[b]
1:4	**484.5[a]**

ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ถ้ามีตัวอักษรยกต่างกัน จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 12

อัตราส่วนน้ำ



แสดงค่า Gel strength ที่อัตราส่วนของน้ำแตกต่างกัน (ครั้งที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ค่า Gel strength การศึกษาครั้งแรก ตารางที่ 4.1 ที่อัตราส่วนน้ำล้างเนื้อปลา 1:4 จะให้คุณภาพของซูริมิโดยเฉพาะค่า Gel strength สูงที่สุดคือ 484.5 g.cm จึงได้ทำการศึกษาต่อ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และภาพที่ 12 ยังพบว่าที่ระดับ 1:4 ให้ค่าความเหนียวสูงกว่าที่อัตราส่วนอื่น คือค่าGel strength เท่ากับ 432.2 g.cm แต่ไม่มีความแตกต่างกันกับที่ระดับ 1:5 ในการผลิตเชิงการค้า เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายจะเลือกใช้ที่ระดับ 1:4 ทั้งนี้เนื่องจากที่อัตราส่วนน้ำสูงจะมีผลในเรื่องการกำจัดปริมาณไขมัน และโปรตีนที่ละลายน้ำได้ออกไป ได้มากกว่าที่อัตราส่วนน้ำต่ำจึงทำให้โปรตีน Actin และ Myosin มีความบริสุทธิ์สูง จึงเป็นผลทำให้เนื้อปลามีความเหนียว

ตารางที่ 4.2

แสดงอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดที่ระดับต่างๆ มีผลต่อ สี ความชื้น และ pH

อัตราส่วนของน้ำ	ค่าที่ได้จากการวัดสีโดยใช้ค่า L	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	pH
1:3	81.1[a]	77.4[a]	6.6[b]
1:4	**82.3[b]**	**78.5[a]**	**6.7[a]**
1:5	83.1[c]	78.6[a]	6.7[a]

ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ถ้ามีตัวอักษรยกต่างกัน จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

ค่าสี ที่อัตราส่วน น้ำล้างเนื้อปลาแตกต่างกัน พบว่าค่าสีที่วัดได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 โดยค่า L ที่วัดได้ จะมีความสว่างหรือขาวของสีเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราส่วนน้ำล้างเนื้อปลามากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจาก อัตราส่วนของน้ำยิ่งสูงการกำจัดพวกเลือดและของเหลวสีดำที่มีอยู่ในช่องท้องของปลาที่ติดมากับเนื้อปลาบดออกได้มากขึ้น จึงทำให้ค่าความสว่างหรือขาวของซูริมิมีมาก

เปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์ความชื้นของซูริมิที่วัดได้ ไม่มีความแตกต่างกันคืออยู่ในช่วง77.4-78.6 เปอร์เซ็นต์ (Lin และ Park ,1995)

ค่า pH จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่า pH อยู่ในช่วง 6.6-6.8 โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนน้ำเพิ่มขึ้น

คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของซูริมิที่อัตราส่วนน้ำล้างเนื้อปลาบดแตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5

แสดงอัตราส่วนน้ำล้างเนื้อปลาบด ต่อคุณภาพของซูริมิในเรื่องการยอมรับของผู้บริโภค ทางด้านประสาทสัมผัส

อัตราส่วนน้ำ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
1:3	6.6[a]	5.2[a]	6.5[b]
1:4	6.9[a]	5.6[a]	6.8[a]
1:5	6.5[a]	5.9[a]	6.8[a]

ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ถ้ามีตัวอักษรยกเหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

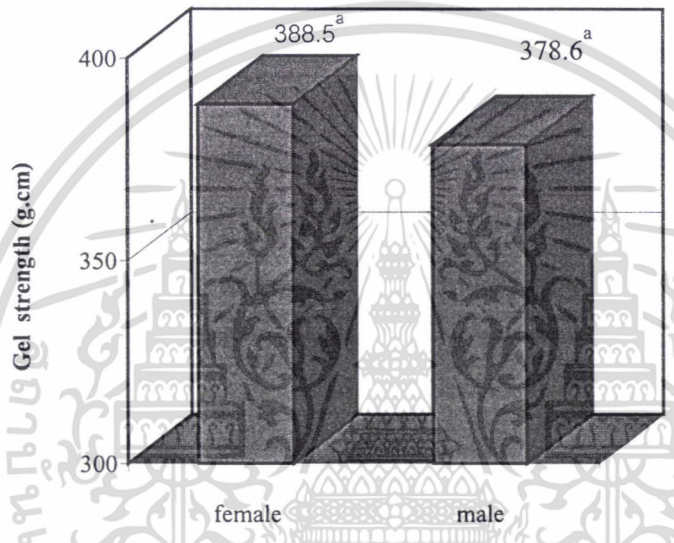
ตารางที่ 6 พบว่าในเรื่องสี และกลิ่นไม่มีความแตกต่างกัน แต่เนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกัน คือที่อัตราส่วนของ น้ำ 1:4 จะมีคะแนนสูงคือ 6.8 ซึ่งตรงกับการใช้เครื่องวัด จึงเลือกใช้ที่อัตราส่วนของน้ำ 1:4 ล้างเนื้อปลาบดจากปลานิล ที่มีความเหมาะสม ในการทำซูริมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อคุณภาพของซูริมิ

จากการศึกษาอิทธิพลของเพศต่อคุณภาพทางด้านต่างๆ ของซูริมิ ผลแสดงในภาพที่ 13 และตารางที่ 6

ภาพที่ 13



แสดงผลการศึกษาอิทธิพลของเพศต่อ ความเหนียว (Gel strength)

ค่า Gel strength จากภาพที่ 13 พบว่าอิทธิพลของเพศในปลานิลไม่มีผลต่อความเหนียวของซูริมิ เนื่องจากปลานิลเพศเมียที่นำมาทำซูริมิ ไม่ได้อยู่ในช่วงวางไข่จึงเป็นช่วงที่ปลานิลยังหาอาหารกินตามปกติเช่นเดียวกับปลาตัวผู้จึงทำให้ค่า Gel strength ที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างกัน ปลานิลสามารถผสมพันธุ์และวางไข่ได้ตลอดปี ใช้เวลา 2-3 เดือนต่อครั้ง Fredrick และ Tomas (1985) พบว่าปลาเพศเมียจะมีคุณภาพด้อยกว่าปลาเพศผู้ ในช่วงหลังการวางไข่ โดยมีผลต่อคุณภาพโปรตีนของปลา คือเมื่อนำไปประกอบอาหาร ในส่วนของปลาเนื้อขาวจะอ่อนนิ่มเป็นเนื้อเดียวกันเหมือนเจล (Soft and gelatinous) แต่อย่างไรก็ตามในปลาบางชนิด เช่นปลาแซลมอล ทั้งเพศผู้และเพศเมีย จะมีคุณภาพต่ำ หลังจากตัวเมียวางไข่ ที่คุณภาพของปลาเพศเมียต่ำกว่าปลาเพศผู้เนื่องจากในระหว่างการวางไข่และหลังจากปลาวางไข่ ปลาจะไม่ต้องการอาหารเป็นช่วงระยะเวลาหนึ่ง จึงทำให้ปริมาณโปรตีน ไขมัน และ คาร์โบไฮเดรต ลดน้อยลงปลาจึงอยู่ในสภาวะที่แย่ แต่เมื่อปลากลับมากินอาหารอีก สภาวะต่างๆ จะกลับคืนมาดีเหมือนปกติ (มานพ และคณะ 2536) รายงานว่าปลานิลในช่วงวางไข่คุณภาพของโปรตีนจะต่ำเพราะปลาไม่ยอมกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ไปให้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหาร Hansen (1964) รายงานอิทธิพลของเพศปลาในปลา Trout ที่มีผลต่อระยะเวลาในการเก็บปลาในน้ำแข็ง ในช่วงเดือนตุลาคม จะไม่มีความแตกต่าง แต่ในช่วงเดือนมีนาคม ปลาเพศเมีย (Female) จะสามารถเก็บได้นาน 3 วันมากกว่าปลาเพศผู้

ตารางที่ 6

แสดงผลการศึกษาอิทธิพลของเพศต่อ สี ความชื้น และ pH

เพศ	ค่าที่ได้จากการวัดสีโดยใช้ค่า L	เปอร์เซนต์ความชื้น	pH
เมีย (Female)	82.6[a]	77.9[a]	6.6[a]
ผู้ (Male)	82.1[a]	78.3[a]	6.7[a]

ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ถ้ามีตัวอักษรยกเหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

ค่าสี ไม่มีความแตกต่างกัน

เปอร์เซ็นต์ความชื้น อยู่ในช่วง 77.9-78.3

ค่า pH อยู่ในช่วง 6.6-6.7 ไม่มีความแตกต่างกัน

คุณภาพด้านประสาทสัมผัส ส่วนการทดสอบคุณภาพของซูริมิ โดยใช้ประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7

แสดงเพศของปลานิลต่อคุณภาพของซูริมิในเรื่องการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส

เพศ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
เมีย (Male)	7.8[a]	6.0[a]	7.3[a]
ผู้ (Female)	7.5[a]	6.5[a]	7.3[a]

ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ถ้ามีตัวอักษรยกเหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

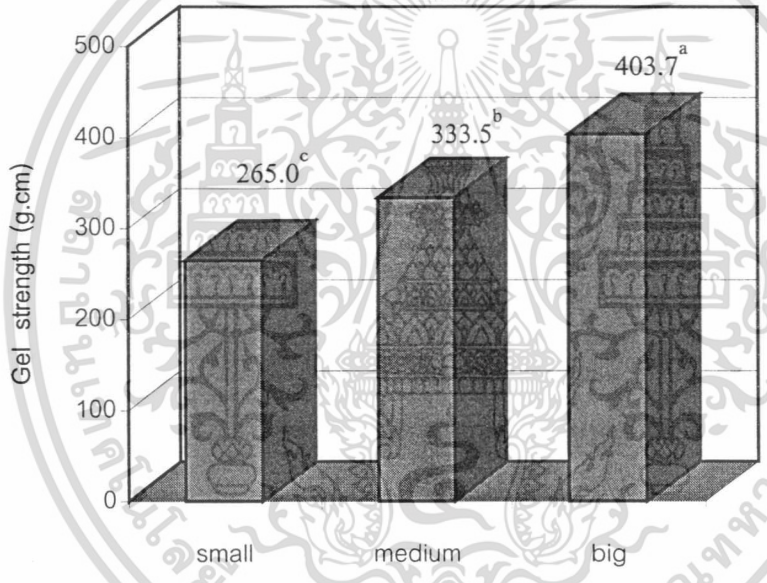
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 7 ผลการประเมินคุณภาพของซูริมิ ทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าอิทธิพลของเพศไม่มีผลในเรื่อง สี กลิ่น และเนื้อสัมผัส เพราะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

5. การศึกษาอิทธิพลของขนาดปลานิลต่อคุณภาพของซูริมิ

โดยทำการศึกษาปลานิลที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาดคือ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ผลแสดงในภาพที่ 14 และตารางที่ 8

ภาพที่ 14



แสดงผล อิทธิพลของขนาดปลานิลต่อความเหนียว (Gel strength)

Gel strength จากการศึกษาพบอิทธิพลของขนาดมีผลต่อคุณภาพของซูริมิ โดยเฉพาะค่า Gel strength ที่วัดได้ มีความแตกต่างกัน ในภาพที่ 14 ปลานิลที่มีขนาดใหญ่มีความเหนียวมากกว่าปลาที่มีขนาดเล็ก ทั้งนี้เนื่องจากปลาที่มีขนาดใหญ่ มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมากกว่าปลาที่มีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับระยะเวลาที่เท่ากันจุลินทรีย์จึงเข้าทำลายได้เร็วกว่า ดังนั้นปลาตัวเล็กจึงเน่าเสียได้เร็วกว่าปลาที่มีขนาดใหญ่ Connell (1980) ก็รายงานเช่นกันว่าปลาที่มีขนาดใหญ่ดีกว่าปลาที่มีขนาดเล็ก มานพ และคณะ (2536) รายงานว่าปลานิลที่มีขนาดที่จำหน่ายสู่ท้องตลาดได้ มีขนาด 500 กิโลกรัมขึ้นไป สำหรับปลานิลที่นำไปผลิตในรูปแช่แข็งหรือแล่เนื้อ มีขนาดน้ำหนัก 400 กรัม / ตัว ขึ้นไปซึ่งเป็นขนาดที่สอดคล้องกับผลการทดลองนี้ เพราะเป็นขนาดที่หาได้ทั่วไปตามท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8

แสดงผล การศึกษาอิทธิพลของขนาดปลานิลต่อ สี ความชื้น และ pH

ขนาดของปลานิล	ค่าที่ได้จากการวัดสีโดยใช้ค่า L	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	pH
เล็ก (250-350 กรัม)	80.6 [b]	77.4 [a]	6.6 [a]
กลาง (350-550 กรัม)	81.9 [a]	77.2 [a]	6.5 [b]
ใหญ่ (550-1000 กรัม)	**82.1** [a]	**77.0** [a]	**6.5** [a b]

ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ถ้ามีตัวอักษรยกต่างกัน จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

ค่าสี ปลาขนาดเล็กมีค่าความสว่างของสีน้อยกว่าปลาขนาดใหญ่ เนื่องจากปลาขนาดเล็กมีปริมาณกล้ามเนื้อขาวน้อยกว่าปลาขนาดใหญ่

เปอร์เซ็นต์ความชื้น ไม่มีความแตกต่างกัน

ค่า pH ปลาที่มีขนาดเล็กมี pH สูงกว่าปลาขนาดใหญ่ เนื่องจากปลาขนาดเล็กมีปริมาณไกลโคเจนสำรองน้อยกว่าปลาขนาดใหญ่ เมื่อเปลี่ยนเป็นกรดแลคติก จึงส่งผลให้ pH ปลาขนาดเล็กสูงกว่าปลาขนาดใหญ่เนื่องจากมีปริมาณกรดแลคติกน้อยกว่า นั่นเอง

สำหรับการศึกษาพบอิทธิพลของขนาดมีผลต่อคุณภาพของซูริมิ โดยการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสผลแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9

แสดงอิทธิพลของขนาดมีผลต่อคุณภาพของซูริมิโดยการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัส

ขนาดของปลานิล	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
เล็ก (Small)	7.7 [a]	6.2 [a]	6.7 [a]
กลาง (Medium)	7.8 [a]	6.5 [a]	7.2 [a]
ใหญ่ (Big)	7.7 [a]	6.3 [a]	7.4 [a]

ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ถ้ามีตัวอักษรยกเหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

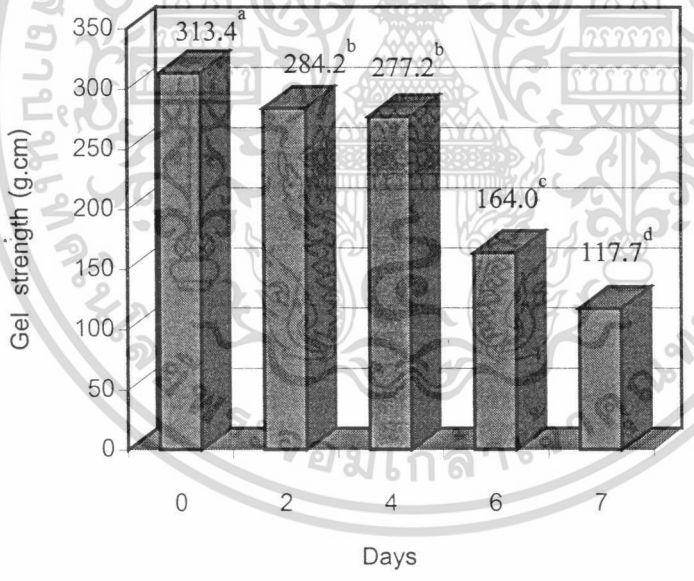
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 9 พบว่า อิทธิพลของขนาดไม่มีผลต่อคุณภาพของซูริมิโดยการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัส โดยเฉพาะในเรื่องเนื้อสัมผัส ถ้าวัดโดยใช้เครื่อง Texture Analyzer สามารถบอกความแตกต่างได้ แต่เมื่อใช้วิธีการประเมินโดยประสาทสัมผัสพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่ถ้าพิจารณา ระดับคะแนนแล้ว เห็นได้ว่าปลาที่มีขนาดใหญ่มีระดับคะแนนสูงกว่าปลาที่มีขนาดเล็ก

6.การศึกษาอิทธิพลของการดองน้ำแข็งต่อคุณภาพของซูริมิ

ได้ทำการศึกษาเก็บปลานิลเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ และวัดคุณภาพของซูริมิที่ 0วัน 2วัน 4วัน 6วัน และ 7วัน ผลแสดงในภาพที่ 15 และตารางที่ 10

ภาพที่ 15



แสดง ผลการศึกษาอิทธิพลของการดองน้ำแข็งต่อความเหนียว (Gel strength)

ค่า Gel strength จากภาพที่ 15 พบว่าอิทธิพลของการดองน้ำแข็งมีผลต่อความเหนียวหรือ Gel strength ที่วัดได้จากเครื่อง Texture Analyzer ปลานิลที่เก็บในน้ำแข็งยิ่งนานค่า Gel strength ของซูริมิที่ได้ลดลง โดยระยะเวลาการเก็บที่ดีจะไม่เกิน 4 วัน หลังจากนั้น ความเหนียวลดลงมากไปตามลำดับ สอดคล้องกับ Somboonyarithi (1989) การเปลี่ยนแปลงความเหนียวของเนื้อปลาเนื่องมาจาก โปรตีนในปลามีการเปลี่ยนแปลงของ Myosin ในส่วน head ซึ่ง ถูกย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สลายโดยปฏิกิริยาของ Ca^{2+} - ATP ในระหว่างการเก็บในน้ำแข็ง การลดปริมาณของ SH ของ Actomyosinซึ่งมีผลต่อความสามารถในการเกิดเจลของซูริมิ (Somopongse ,1996) นอกจากนี้ ปลาที่เก็บในน้ำแข็งมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากการปนเปื้อน ของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในส่วนของเหงือกและกระเพาะของปลาที่สามารถย่อยสลายเนื้อปลาได้ Fredrick และ Tomas (1985) พบว่าระยะเวลาในการเก็บปลาเพื่อให้มีคุณภาพคงเดิมมากที่สุด ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา เช่นปลา Cod ที่เก็บที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เก็บได้นาน 3 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เก็บได้นาน 6 วัน ที่เก็บที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เก็บได้นาน 15 วัน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดของปลา เช่นที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ปลา Hake 8 วัน ปลา Herring และปลา Shark 4-5 วัน ปลา Tuna และ ปลา Halibut 21-22 วัน

ตารางที่ 10

แสดง ผลการศึกษาอิทธิพลของการดองน้ำแข็งต่อ สี ความชื้น และ pH

ระยะเวลา (วัน)	ค่าที่ได้จากการวัดสีโดยใช้ค่า L	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	pH
0	82.4[a]	77.5[c]	6.5[c]
2	82.4[a]	77.9[bc]	6.5[c]
4	82.5[a]	78.2[bc]	6.6[ab]
6	82.2[a]	78.5[b]	6.6[b]
7	82.3[a]	79.5[a]	6.6[a]

ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ถ้ามีตัวอักษรยกต่างกัน จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

ค่าสี ระยะเวลาในการเก็บไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องสี

เปอร์เซ็นต์ความชื้น ปลานิลที่เก็บไว้ในน้ำแข็ง 7 วันจะมีความชื้นสูงกว่าปลานิลที่เก็บในน้ำแข็ง6 -0 วันตามลำดับดังตารางที่ 10 เนื่องจาก pH ของปลาเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเก็บไว้นานจึงมีผลต่อการอุ้มน้ำของเนื้อปลา ยิ่ง pH สูงก็จะมีความชื้นสูงเช่นกัน

ค่า pH ปลาที่เก็บไว้ นานหลังจาก 4 วัน pH เริ่มสูงกว่าปลาใช้เวลาในการ 0 หรือ 2 วัน ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของ Trimethylamine (TMA) ไปเป็นสารประกอบพวก amine หรือ ammonia จึงทำให้ pH เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเก็บไว้หลายวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11

การทดสอบโดยการพับ (Folding test)

ระยะเวลา (วัน)	การทดสอบโดยการพับ (Folding test)
0	5.0[a]
2	4.9[ab]
4	4.9[b]
6	4.2[c]
7	4.1[d]

การทดสอบโดยการพับพบว่า ที่ระยะเวลา 0 - 4 วัน คะแนนไม่มีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 4-5 คะแนน และหลังจาก 4 วันไปแล้ว คะแนนจะลดลงอยู่ในช่วง 4.1-4.2 คะแนน ทั้งนี้เนื่องจากความเหนียวลดลงเมื่อเวลาผ่านไป เหตุผลเช่นเดียวกันดังที่ได้กล่าวไปแล้ว แสดงผลใน

สำหรับการศึกษาอิทธิพลของการดองน้ำแข็งต่อคุณภาพของซูริมิ โดยการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสผลแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12

แสดงอิทธิพลของการดองน้ำแข็งต่อคุณภาพของซูริมิ ในเรื่องการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส

ระยะเวลา (วัน)	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
0	7.5[a]	6.6[a]	8.1[a]
2	7.6[a]	6.9[a]	7.5[b]
4	7.4[a]	6.7[a]	7.1[b]
6	7.6[a]	6.5[a]	5.8[c]
7	7.5[a]	6.1[a]	4.8[d]

ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ถ้ามีตัวอักษรยกต่างกัน จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 12 พบว่าค่าสีและกลิ่นไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในเรื่องเนื้อสัมผัส พบว่ามีความแตกต่างกันคือโดยที่ 0 วัน ให้ความเหนียวสูง และความเหนียวจะลดลงไปเรื่อย ๆ เมื่อเก็บปลาไว้นาน โดยเฉพาะหลังจาก 4 วันไปแล้ว ค่าคะแนนความเหนียวลดลง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการวัดความเหนียวโดยใช้เครื่องวัด Texture

7. การประเมินหาค่า yield ของซูริมิจากปลานิล

การประเมินหาค่า yield ของซูริมิแยกตามหัวข้อที่ศึกษาตั้งแต่ ข้อที่ 2 ถึง 6 ดังแสดงในตารางที่ 13 ถึงตารางที่ 17 ดังนี้

ตารางที่ 13

แสดงเปอร์เซ็นต์เกลือที่มีผลต่อค่า yield ของซูริมิ

เปอร์เซ็นต์เกลือ	เปอร์เซ็นต์ yield ของซูริมิ
0.2	18.7
0.3	19.4
0.4	19.1
0.5	19.9
0.6	18.5

จากตารางที่ 13 พบว่า ค่า yield ของซูริมิ ไม่มีความแตกต่างกัน ค่า yield ที่ได้ที่ระดับเปอร์เซ็นต์เกลือต่างๆ อยู่ในช่วง 18-19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าได้น้อยเมื่อเทียบกับที่ Suzuki (1989) ได้ทำการศึกษาการทำซูริมิจากปลานิลได้ yield ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่ได้ระบุขนาดปลา ทั้งนี้เนื่องมาจากการทดลองครั้งนี้ใช้ไม่ได้ใช้เครื่องแยกกระดูก (Deboner) จึงให้ค่า yield ที่น้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14

แสดงอัตราส่วนของน้ำล้างเนื้อปลาบดต่อเปอร์เซ็นต์ yield

อัตราส่วนของน้ำ	เปอร์เซ็นต์ yield ของซูริมิ
1:3	20.6
1:4	19.3
1:5	18.0

จากตารางที่ 14 พบว่าอัตราส่วนของน้ำมีผลต่อ yield ที่ได้ คือที่อัตราส่วนน้ำน้อยจะได้ค่า yield สูงกว่าที่ใช้อัตราส่วนน้ำสูง เพราะที่อัตราส่วนของน้ำสูงโอกาสที่โปรตีนจะสูญเสียไปกับน้ำก็มีสูงมาก แต่ค่าที่ได้ก็ไม่แตกต่างกันมากนักโดยค่า yield จะอยู่ในช่วง 18-21 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 15

แสดงอิทธิพลของเพศต่อ เปอร์เซ็นต์ yield ที่ได้

เพศ	เปอร์เซ็นต์ yield ของซูริมิ
เมีย (Female)	20.6
ผู้ (Male)	21.7

จากตารางที่ 15 ปลานิลเพศผู้และเพศเมียให้ค่า yield ไม่แตกต่างกันมากนักคืออยู่ในช่วง 20-21 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 16

แสดงอิทธิพลของขนาดปลาต่อเปอร์เซ็นต์ yield ของซูริมิ

ขนาดของปลา (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ yield ของซูริมิ
เล็ก(250-350)	17.9
กลาง (350-550)	23.2
ใหญ่ (550-1000)	17.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 16 ขนาดของปลามีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ yield ของซูริมิ คือปลาที่มีขนาดเล็กให้ เปอร์เซ็นต์ yield ที่ต่ำคือ 17.9 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากเส้นใยของกล้ามเนื้อปลามีขนาดเล็ก กว่าปลาที่มีขนาดใหญ่ โอกาสที่มีการสูญเสียในระหว่างการล้างน้ำจึงมีมากกว่าปลาขนาดใหญ่ ส่วนปลาขนาดใหญ่ก็ให้ เปอร์เซ็นต์ yield ที่น้อยเช่นเดียวกันแต่เหตุผลต่างกันตรงที่ ปลาขนาดใหญ่มีกล้ามเนื้อที่ยาวและเหนียวกว่าก็จริงแต่ พวกเอ็นและพังผืดมากเช่นเดียวกันดังนั้นส่วนที่เป็นกล้ามเนื้อได้น้อย เมื่อเทียบกับปลาที่มีขนาดกลาง ให้ค่า yield ที่สูงคือ 23.2 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากกล้ามเนื้ออยู่ในช่วงที่มีความเหมาะสมของขนาดของเส้นใยและเอ็นพังผืดก็ยังมีไม่มากจึงให้ค่า yield ที่สูง แต่ค่า Gel strength ที่ได้น้อยกว่าปลาที่มีขนาดใหญ่แสดงว่าปริมาณ Myosin มีผลต่อความเหนียวของซูริมิ อย่างไรก็ตามจากการทดลองที่ผ่านมาหากต้องการซูริมิที่มี Gel strength สูง ควรเลือกใช้ปลาขนาดใหญ่

ตารางที่ 17

แสดงอิทธิพลของการดองน้ำแข็งต่อ ค่า yield

เวลา(วัน)	เปอร์เซ็นต์ yield
0	17.8
2	18.8
4	22.0
6	19.6
7	19.0

จากตารางที่ 17 ในระยะเวลา 0-4 วัน ค่า yield ที่ได้จะค่อยเพิ่มขึ้นตามลำดับ ทั้งเป็นเพราะว่าช่วงแรกปลายังอยู่ในระยะการเกร็งตัว (Rigor mortis)ทำให้การแยกเอาเนื้อออกจากกระดูกและพังผืดทำไม่ดี ที่อุณหภูมิต่ำระยะเวลาการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อปลา จะยาวกว่าที่อุณหภูมิสูง การแยกปลาโดยวิธีการชำแหละด้วยมือและขุดเอาเนื้อ ได้ปริมาณกล้ามเนื้อน้อยเพราะมีการยึดเกาะกับส่วนของหนังและพังผืดจึงแยกออกได้และได้น้อยไม่เหมือนกับการใช้เครื่องแยกเนื้อหรือกระดูก (Deboner) ในช่วงวันที่ 4 กล้ามเนื้อมีการคลายตัว และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันอ่อนตัวลงจากการย่อยสลายของเอ็นไซม์จากตัวปลาเพิ่มมากขึ้น การแยกเอาเนื้อออกจึงทำได้ง่ายและได้ปริมาณมาก แต่ที่ระยะเวลา 6 วันกลับพบว่าค่า yield ที่ได้ มีปริมาณลดลง ทั้งนี้เป็นเพราะว่า โปรตีนของกล้ามเนื้อปลาหรือเส้นใยกล้ามเนื้อเริ่มมีการย่อยสลายด้วยตัวมันเองมากยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้น และจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น (Haruenkit ,1986) จึงทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อเริ่มนุ่มและ เมื่อนำไปล้างน้ำจึงมีการสูญเสียไปกับน้ำที่ใช้ล้างได้

ดังนั้น ปัจจัยที่มีผลต่อค่า Yield ของซูริมิ พอสรุปได้ดังนี้ ในเรื่องความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดไม่มีผลแตกต่างกัน อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดยิ่งมีอัตราส่วนน้ำมากจะได้ Yield น้อย แต่ถ้าอัตราส่วนน้ำน้อยจะได้ Yield สูง เพศผู้จะให้ Yield สูงกว่าเพศเมีย ปลาขนาดกลางจะให้ Yield สูงกว่าปลาขนาดเล็กและขนาดใหญ่ การดองน้ำแข็งจะได้ Yield สูงสุดเมื่อเก็บไว้ 4 วัน และหลังจากนั้นจะได้ Yield ลดลง

8. การประเมินต้นทุนการผลิตซูริมิจากปลานิล

ต้นทุนการผลิตซูริมิจากปลา	**100**	**กิโลกรัม**		
- ปลา	100	กิโลกรัม	3500	บาท
- ซอลบิทอล	400	กรัม	13	บาท
- น้ำตาลทราย	280	กรัม	3.92	บาท
- ไตรโซเดียมโพลีฟอตเฟต	21	กรัม	3.15	บาท
- น้ำแข็ง	100	กิโลกรัม	200	บาท
รวมทั้งหมด			**3720**	**บาท**
ปริมาณผลผลิตของซูริมิ			**23**	**กิโลกรัม**
ต้นทุนการผลิตซูริมิต่อกิโลกรัม			**159**	**บาท**

จากการคำนวณต้นทุนการผลิตซูริมิจากปลานิลจำนวน 100 กิโลกรัม พบว่าจะได้ปริมาณผลผลิตจำนวน 23 กิโลกรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ได้เท่ากับ 23 เปอร์เซ็นต์ ราคาต้นทุนในการผลิตซูริมิต่อกิโลกรัมเท่ากับ 159 บาท ดังนั้นจะเห็นได้ว่า เมื่อนำปลานิลมาทำการผลิตเป็นปลาซูริมิจะมีราคาสูงกว่าท้องตลาด คือ จากราคาท้องตลาดปลาซูริมิประมาณ 85-100 บาท ราคาของซูริมิมีหลายราคาขึ้นอยู่กับคุณภาพและชนิดของปลา แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบจากการผลิตปลาซูริมิโดยใช้เครื่องจักรพบว่าปริมาณผลผลิตจะสูงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ (Suzuki,1981) ซึ่งต่างจากค่าที่ได้จาก การทดลองถึง 59 -79 บาท หากทำเป็นเชิงการค้าควรใช้การผลิตโดยเครื่องจักร เนื่องจากช่วยลดค่าแรงงาน ลดระยะเวลาในการผลิต และเพิ่มปริมาณผลผลิต แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงวัตถุดิบเรื่องปลาว่ามีอย่างเพียงพอต่อความต้องการด้านการผลิตและการตลาดด้วย เพื่อให้ขั้นตอนการผลิตดำเนินการอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. การศึกษาผลของการแช่น้ำแข็งต่อองค์ประกอบของโปรตีน

1.1 การแยก Actin และ Myosin

ผลการทดลองแยก Actin และ Myosin ตามวิธี SDS-PAGE แถบของ Myosin และ Actin ไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงขนาดโมเลกุลไปตามระยะเวลาที่เก็บปลานิล ไว้ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บไว้ที่ระยะเวลานานถึง 8 วัน

1.2 การศึกษาปริมาณของ Myosin

ปริมาณ Myosin ที่พบในปลานิลที่เก็บในน้ำแข็งที่ระยะเวลาต่างกัน จะอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกันคือร้อยละ 24.3-29.0 ของน้ำหนักเปียก ระยะเวลาของการเก็บเนื้อปลาในน้ำแข็งไม่มีผลต่อปริมาณของ Myosin การเปลี่ยนแปลงจะเป็นเรื่องของคุณภาพของโปรตีน

2. การศึกษาความเข้มข้นของเกลือที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดต่อคุณภาพของซูริมิ

พบว่าความเข้มข้นของน้ำเกลือที่เหมาะสมสำหรับล้างเนื้อปลาบด อยู่ที่ระดับ 0.4 เปอร์เซนต์ จะมีผลต่อค่าความเหนียว (Gel strength) ของซูริมิมากกว่าที่ระดับอื่น

3. การศึกษาอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบด

อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบด ในอัตราส่วน เนื้อปลา : น้ำเท่ากับ 1 : 4 มีความเหมาะสมในการผลิตซูริมิจากปลานิลมากกว่าที่อัตราส่วนอื่น

4. การศึกษาอิทธิพลของเพศปลานิลต่อคุณภาพของซูริมิ

เพศปลานิลไม่มีผลต่อคุณภาพของซูริมิในเรื่องของความเหนียวและปัจจัยคุณภาพอื่น ๆ ถ้าหากปลานิลไม่ได้อยู่ในระยะวางไข่

5. การศึกษาอิทธิพลของขนาดปลานิลต่อคุณภาพของซูริมิ

ปลาที่มีขนาดใหญ่จะมีค่า Gel strength สูงกว่าปลาที่มีขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การศึกษาอิทธิพลของการดองน้ำแข็งต่อคุณภาพของซูริมิ

ของการดองน้ำแข็งมีผลต่อคุณภาพของซูริมิ จากปลานิล ระยะเวลาของการ ดองน้ำแข็ง ที่ดีไม่ควรจะเกิน 4 วัน หลังจากนั้นคุณภาพของซูริมิจะลดลงไปโดยเฉพาะในเรื่องของความเหนียวจะเปลี่ยนแปลงไปมาก

7. การประเมินหาค่า yield ของซูริมิ

เปอร์เซนต์ yield ที่ได้อยู่ในช่วง 17-23 เปอร์เซนต์ และพบว่า อัตราส่วนน้ำที่ใช้ล้างเนื้อปลาบด ขนาดของปลา และระยะเวลาในการดองน้ำแข็ง จะมีผลทำให้ค่า yield แตกต่างกัน

8. การประเมินหาต้นทุนการผลิตซูริมิ

ต้นทุนการผลิตซูริมิจากปลานิล เท่ากับ 159 บาท ต่อกิโลกรัม โดยคำนวณจากค่า yield ที่ได้ เท่ากับ 23 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1.ถ้าต้องการศึกษาโครงสร้างของโปรตีนว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อาจมีการใช้เครื่องมือวิเคราะห์เช่น การ สแกน Differential Scanning Calorimeter (DSC)

2.ในการผลิตซูริมิเชิงการค้าจากปลานิลถ้าต้องการให้ได้ค่า yield ที่สูง ควรมีการใช้เครื่องแยกเนื้อออกจากกระดูก (Deboner) และเครื่องทำให้บริสุทธ์ (Stainer) จะช่วยลดการสูญเสียได้มาก แต่คุณภาพของซูริมิที่ได้ในเรื่องสีจะคล้ำ และมีกลิ่นคาวมากกว่าการชำแหละด้วยแรงงานคน

3. การลดต้นทุนการผลิต ควรจะซื้อปลาจากผู้เลี้ยงโดยตรงจะได้ราคาที่ถูกกว่าซื้อในท้องตลาด

4. ปริมาณความชื้นของซูริมิถ้าสูงมีผลทำให้ความเหนียวน้อย ในการผลิตซูริมิควรมีการใช้เครื่องสลัดน้ำออกจะทำให้ความเหนียวสูงขึ้น

5. ปลานิลเป็นปลาที่มีกลิ่นโคลนและมีเยื่อบุผนังท้อง (Peritonium) ที่มีสีดำยากต่อการกำจัดออก อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การทำปลานิลไปผลิตเป็นซูริมิ ไม่ได้สีของซูริมิตามที่ต้องการ จึงน่าศึกษาวิธีการขจัดปัญหานี้ออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมประมง .ปลาที่เพาะเลี้ยงง่ายตามโครงการปรับปรุงพันธ์ปลาแบบประชาอาสา . กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ . 60 หน้า , 2522 .

จิราวรรณ แย้มประยูร ,พรศรี พันธ์เพียร และ อารีย์ วานิช .การทดสอบความเหนียวของเนื้อปลาบด .กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ .กรมประมง :40-48 ,2523.

เฉลิมวิไล ชื่นศรี . ความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงปลาทั่วไป . คณะประมง . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2523 .

บุญรัตน์ นามจินา และ สุนทร ลีนิจสรสกุล "การปรับปรุงการทำลูกชิ้นปลา : ผลของการล้าง การใช้สารโพลีฟอสเฟต และชนิดของแป้งต่อคุณภาพของลูกชิ้นปลา" . วารสารอาหาร. ปีที่ 21, ฉบับที่1 (2534) : 37-47 .

ระติพร หาเรือนกิจ , สินินารถ สระตันติ์ และ เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิสิษฐ์ .การศึกษาการใช้เอนไซม์โบรมิเลนในการผลิตน้ำปลาจากปลานิล . เสนอต่อการประชุมวิชาการครั้งที่ 25 .มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . สาขาอุตสาหกรรมการเกษตร ,2530 .

รัชนี ตันฑะพานิชกุล . เคมีอาหาร . พิมพ์ครั้งที่ 6 . กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง ,2536 .

สุนันทา ภิญญาวัธน์ . ชีวเคมี 1 . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง ,2539.

สุภาพรรณ สุขประทุม "ผลิตภัณฑ์จาก surimi" .วารสาร อาหาร . ปีที่ 16 , ฉบับที่ 2 (2529) : 74-75.

สุภารัตน์ ชวนะ . 2529 "สุริมิกับการผลิตอาหารทะเลเทียม" .วารสารอาหาร .ปีที่ 16, ฉบับที่ 2 (2529) :76-78 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม . มอก .935-2533 . เนื้อปลาบด (ซูริมิ) เยือกแข็ง . กรุงเทพฯ. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : 2533 .

มานพ ตั้งตรงไพโรจน์ และคนอื่นๆ. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลานิล . สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด . โรงพิมพ์. กรมประมง ,2537.

Borastrom , G. ., editor. Fish as Food . 1st ed. Dyer, W.J. and J.R. Dingle : Fish Protein with special Reference to Freezing , 1961.

Careche , M. , Alvarez , C. and M. Tejada . "Suwari and kamaboko sadine gels : Effect of heat treatment on solubility of networks." J . Agric .Food chem . no.43 (1995)pp. 1002-1010 .

Chan , J.K. Gill , T.A. and A.T. Paulson .1992. "Cross - linking of myosin heavy chains from cod , herring and silver hake during thermal setting." J. Food sci . no 57 (4) (1992) :906-912.

Connell , J. J . Control of fish Quality . 2nd ed . Fish News Limited , Surrey : England, 1980.

Douglas - Schwarz , M. and Lee C.M. 'Comparision of the thermostability of red hake and alaska pollack surimi during prosessing. " J . Food sci . no 53 (1988) : 1347 - 1351 .

Frederick , W. W. and Tomas , B. Lawson . Processing Aquatic Food Products , 1985 .

Hansen , P. "Fat Oxidation and Storage life of Ice Trout . II The Influence of Sex and Season ." J sci Fd Agric. no15 (1964) :344-348 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Haruenkit , R. "Postmortem changes in Tilapia nilotica stored in ice ." King Mongkut's Agricultural Journal . 4(3) (1986) : 25-33 .

Haruenkit , R. and Leiwkasemsarn , W. "Preservation of fresh water fish , Part III Drying and Smoking ." King Mongkut's Agricultural Journal . 5 (5) (1987) : 1-12.

Hall , G.M. and N.H. Ahmad . Surimi and fish mince product . edited by M.H. George . Fish processing technology . published in North America by VCH . New York , 1992 .

Jebsen , J. W. Protein in fish muscle . edited by Heen , E. and Rudolf , K. Fish in Nutrition . Fishing New (Book) LTD. : 68-72 , 1962 .

Lin , J.W. and M . Park. "Extraction of Proteins from Pacific Whiting Mince at Various Washing Conditions ." J . Food sci . 61(2)(1996) : 432-438 .

Martone , C. B. Busconi , L. , Folco , E.J. , Trucco , R.E. and J. J. Sanchez . "A simplified myosin preparation from marine fish species ." J. Food sci . 51(6)(1986) : 1554-1555.

Mastsumoto , J.J. Mince fish technology and its potential for developing countries . In processings on fish utilisation technology and maketing . vol 18 , sect . III , Indo - Pacific Fishery Commission , Bankok ,1978 .

Mastsumoto , J .J. and S. F. Noguchi . Cryostabilition of Protein in Surimi , edited by Lainier , T . C . and C. M. Lee . Surimi Technology . Marcel Dekker, Inc : New York , 1992 .

Niwa , E. ,.Chemistry of surimi gellation . edited by T.C. Laniea and C.M. Lee . Surimi technology . Marcel Dekker , Inc : New York : 389-421, 1992

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Okada , M. Ingredints on gel texture . edited by R.E. Martin and R.L. Collette . Enginerred seafood including surimi . Noyes data corporation . Park Ridge , New Jursey . USA : 507-522 , 1990 .

Pacheco - Aguilar , R. Crawford , D.L. and L.E. Lampila . "Procedures for the efficient washing of minced whiting (merluccius productus) flesh for surimi producttion." J. Food sci . 54 (2) (1989) : 248-252 .

Park , J.W. and T. C. Lanier . "Scanning calorimitric behavior of Tilapia myosin and actin due to processing of muscle and protein purification ." J. Food sci . 54 (1)(1989) : 49-51 .

Regenstein , J.M. "The potential for minced fish ." Food technol . 40 (1986) : 115-124.

Sano , T. Noguchi , S.F., Matsumoto , J.J. and T. Tsuchiya . "Role of F-actin in thermal gelation of fish actomyosin." J. Food sci . 54 (4)(1989) : 800-804 .

_____ . "Thermal gelation characteristics of myosin subfragments ." J. Food sci . 55(1)(1990) : 55-87,70 .

Somboonyarilhi , V.1989. "Effect of iced and frozen storage on quality of surimi product from Tilapia (*Tilapia nilotica*)" . Asian Food J . vol . 5 . no . 4 . (1990): 158-164 .

Sompong, W ., Itoh, Y . and A.Obalake . "Role of Sha in the Polymerization .Heavy Chain During Ice Storage of Cape Actomyosin ." Fisheries Science . 62(1)(1996) :110-113 .

Suzuki , T. Fish and kill protein : Processing technology . Applied Science Publishers , Barkink . Essex , 1981.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Toyoda , K. and others . "The Surimi manufacturing process" . edited by T.C. Laniea . and C.M. Lee . Surimi technology . Marcel Dekker , Inc : New York .(1992) : 79-111 .

Tsuchiya , T. and J. J. Matsumoto . "Isolation , purification and structure of carp myosin , HMM and LMM ." Bulletin of the Japanese Sosiety of Scientific of Fisheries . 41(12)(1975) : 1319-1326.

Wheaton ,F . W and B. L . Tomas . Processing Aquatic Food Products , 1985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

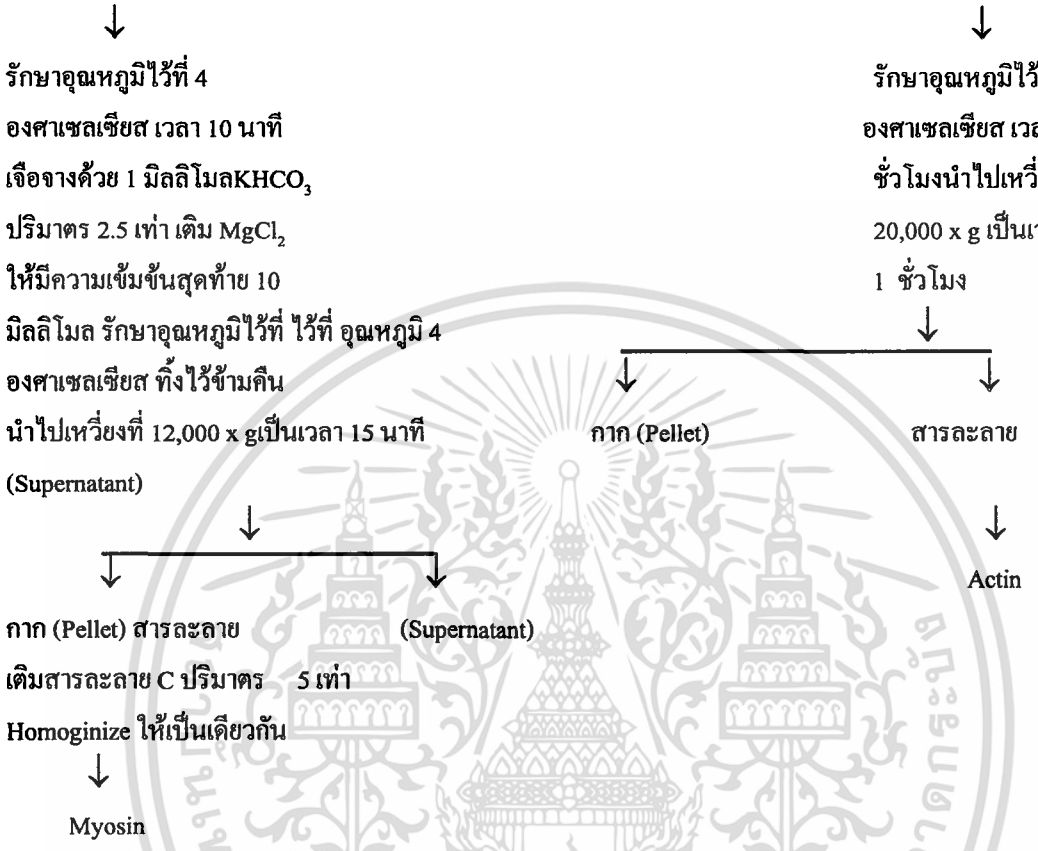
ภาคผนวก ก

การแยก Actin และ Myosin

แผนภูมิที่ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยก Actin และ Myosin (ต่อ)



แสดงวิธีการสกัด Myosin และ Actin

ที่มา : Park และ Lainier (1989)

Myosin ที่สกัดได้จากข้างต้นสามารถนำมาคำนวณหาปริมาณของ Myosin (น้ำหนักฐานเปียก)

$$\% \text{ Myosin} = \frac{\text{น้ำหนัก Myosin X 100}}{\text{น้ำหนักเนื้อปลาบด}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1.2 การแยกองค์ประกอบของโปรตีนโดยGel electrophoresis

7.1.2.1 การเตรียม Slap gel

1 การเตรียมสารละลาย Resolving gel 11 เปอร์เซนต์ acrylamide gel

Solution A 3.75 มิลลิลิตร
Solution B 5.5 มิลลิลิตร → เขย่าให้เข้ากัน
H2O 5.75 มิลลิลิตร
APS 70 ไมโครลิตร
TEMED 10 ไมโครลิตร → เติมลงก้นสารละลาย

ใส่ Resolving gel ลงในระหว่างแผ่นแก้วของชุด Electrophoresis ที่เตรียมไว้ จากนั้นค่อย ๆ เติมน้ำกลั่นคลุมผิวหน้าเจล ทิ้งไว้ให้เจลแข็งตัวประมาณ 25-30 นาที

2 การเตรียมสารละลาย Stacking gel

Solution C 2 มิลลิลิตร
Solution B 1.2 มิลลิลิตร → เขย่าให้เข้ากัน
H2O 4.8 มิลลิลิตร
APS 40 ไมโครลิตร
TEMED 15 ไมโครลิตร → เติมลงก้นสารละลาย

เทน้ำออกจากผิวหน้าของเจล แล้วเติม Stacking gel ลงไป Rinse ทิ้ง 1 ครั้งก่อน แล้งเทลงไปใหม่ให้เต็ม เสียบ comb พักไว้ประมาณ 15 นาที เพื่อให้เจลแข็งตัว

เมื่อครบเวลา 15 นาที หรือเจลแข็งตัวแล้วดึง comb ออกล้างส่วนบน Stacking gel ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นล้างด้วย electrode buffer ล้างด้วยน้ำกลั่น และล้างด้วย electrode bufferอีกครั้ง

7.1.2.2 การเตรียมตัวอย่าง และ Marker

การผสมสารตัวอย่าง กับ SDS - reducing buffer

1 ดูดตัวอย่าง Myosin ที่สกัดได้ ที่ความเข้มข้น 1:5 มา 100 ไมโครลิตร เติม SDS -reducing buffer 900 ไมโครลิตร

2 ดูดตัวอย่าง Actin ที่สกัดได้มา500 ไมโครลิตร เติม SDS -reducing buffer 500 ไมโครลิตร

3 ดูด Myosin (Marker) มา 100 ไมโครลิตร เติม SDS -reducing buffer 200 ไมโครลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 ชั่ง Actin (Marker) 0.0002 กรัม เติม SDS -reducing buffer 100 ไมโครลิตร

เติม 2 - mercaptoethanol 0.2 เปอร์เซนต์น ไป ต้มเป็นเวลานาน 3 นาที แล้วทำให้เย็นทันที (ยกเว้น Marker ทั้ง 2 ไม่ต้องต้ม) จึงเติมสี Bromphenol blue 1.5 เปอร์เซนต์ เขย่าให้เข้ากัน

7.1.2.3 การทำ electrophoresis

1 ต่อชุด electrophoresis ทั้งหมดเข้าด้วยกัน เติม electrode buffer ลงใน Chamber และระหว่างแผ่นแก้ว

2 ใช้ Micro syring ดูดสารละลาย ตัวอย่างของ Myosin 10 ไมโครลิตร ตัวอย่างสารละลาย Actin 15 ไมโครลิตร Marker ของ Myosin และ Actin 3 ไมโครลิตร ลงในช่องบนของ Stacking gel ตัวอย่างละ 1 ช่อง

3 ต่อขั้วบวกและขั้วลบเข้ากับเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า โดยใช้กระแสไฟฟ้าคงที่ ที่ 20 มิลลิแอมแปร์ เมื่อสารตัวอย่างเคลื่อนที่ผ่าน Stacking gel แล้วปรับกระแสไฟฟ้าเป็น 70-80 มิลลิแอมแปร์

4 ปิดเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า เมื่อเห็นสีของ Bromphenol blue เคลื่อนผ่านพ้นด้านล่างของเจลทั้ง 2 แผ่น

5 นำแผ่นแก้วออกจาก Chamber และนำแผ่น เจลออกมา

7.1.2.4 การย้อมสีโปรตีนของแผ่นเจล

1 ค่อยๆ นำแผ่นเจลออกจากแผ่นแก้ว แล้วนำไปย้อมสีโดยใส่ลงในถาดก้นลึก ที่มี Staining solution ทิ้งไว้ประมาณ 40 นาที

2 เมื่อครบเวลาเท Staining solution ออก แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง นำไปแช่ในสารละลาย Destaining solution ทิ้งไว้ค้างคืน

3 เทสารละลายทิ้ง แล้วล้างแผ่นเจลด้วยน้ำกลั่น

7.1.2.5 การอบเจล

1 แช่แผ่นเจลในสารละลายที่มี Alcohol 30 เปอร์เซนต์ และ Glycerol 2 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

2 ครบเวลาแล้วล้างเจลด้วยน้ำกลั่นที่แช่เย็น ที่มีส่วนผสมของ Glycerol 1 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 1-2 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 การอบเจล จะใช้แผ่น Cellophan 2 แผ่น แช่ในน้ำกลั่นที่เย็นจนแผ่น Cellophan อิ่มตัว นำแผ่น Cellophan แผ่นแรกไปวางบนฐานรอง เติมน้ำกลั่นลงบนแผ่น 5-10 มิลลิลิตร

4 นำแผ่นเจลวางลงบนแผ่น Cellophan แล้วดูดน้ำกลั่นใส่บนแผ่นเจล 5-10 มิลลิลิตร ไล่อากาศออกให้หมด

5 นำแผ่น Cellophan อีกแผ่นที่เหลือวางทับลงไปบนแผ่นเจลอีกชั้นหนึ่ง ไล่อากาศออกให้หมด

6 นำกรอบสดึงมาครอบ และล็อคให้ทำมุมตั้งฉาก

7 ยกกรอบออกจากฐาน โดยพลิกกลับด้านล่างขึ้นด้านบน แล้วนำเข้าเครื่องอบเจล โดยเปิดสวิทช์ไปที่ O เปิด Speed ไปที่ Low ไฟสีเหลืองจะขึ้น

8 อบเป็นเวลานานประมาณ 11/2 - 2 ชั่วโมง หรือจนกว่าเจลจะแห้งจึงนำออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์หาความชื้นและความเป็นกรด-ด่าง

1. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น
    1. ชั่งตัวอย่าง ซูริมิ 2-3 กรัม โดยทำ 3 ซ้ำ
    2. อบใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 102 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักจะคงที่
    3. นำมาใส่ใน Desicater
    4. ชั่งน้ำหนัก
    5. คำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

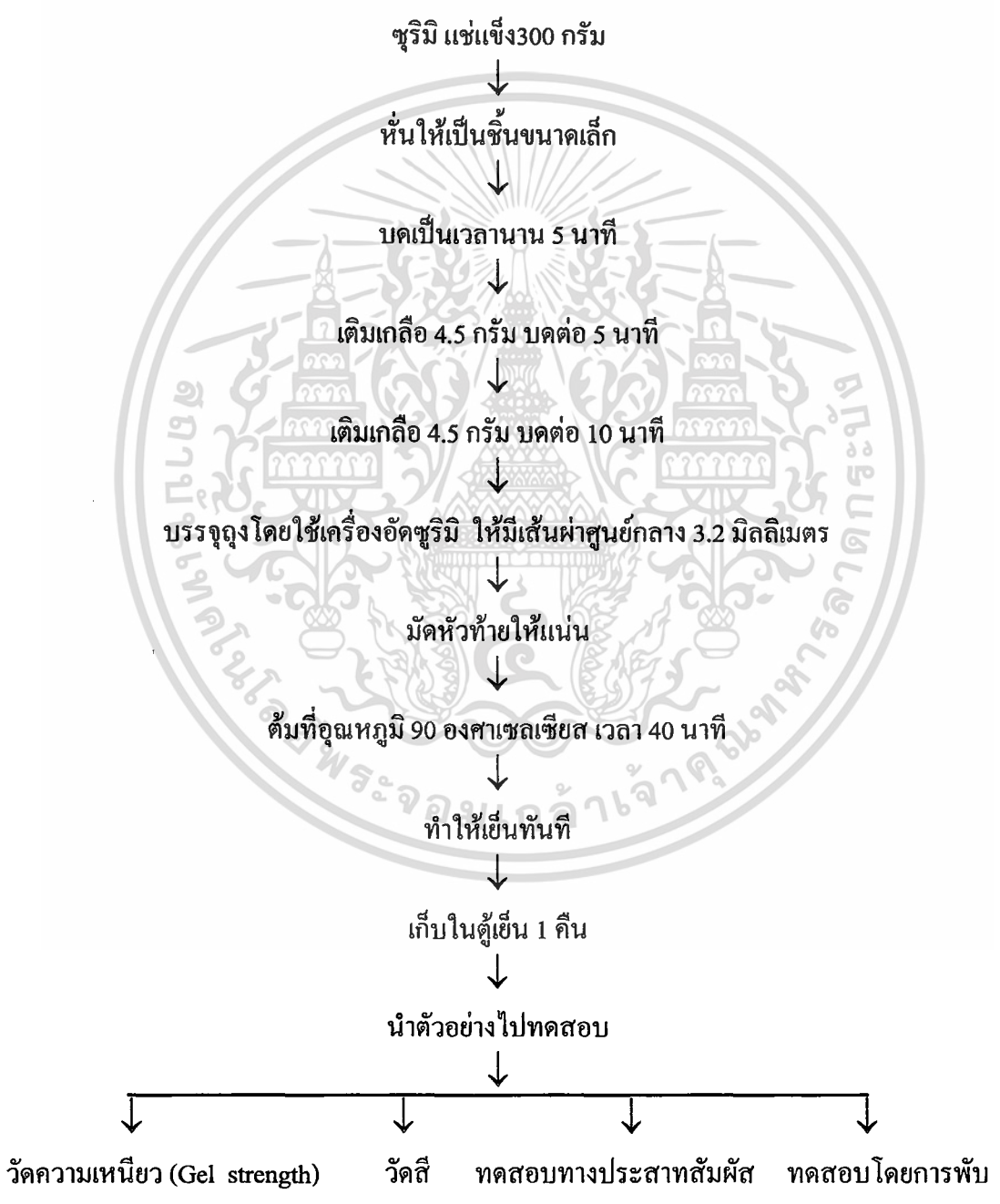
$$\text{เปอร์เซนต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ - น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}}$$

2. การวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH)
    1. ใช้ตัวอย่างซูริมิ 50 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันดี
    2. นำไปวัดด้วยเครื่อง pH meter
    3. ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การเตรียมซูริมิเพื่อนำไปวัดคุณภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 17

แสดงเครื่องอัดซูริมิดัดแปลงจากเครื่องอัดคุกกี้

1. การวัดความเหนียว (Gel strength)

สำหรับการเตรียมซูริมิเพื่อทดสอบความเหนียวโดยใช้เครื่องวัด Texture ทำได้โดยการนำเอาซูริมิที่เตรียมได้ตามภาพที่ มาตัดเป็นท่อนยาว 2.5 เซนติเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.2 เซนติเมตร เอาพลาสติกที่หุ้มออกด้วย (ภาพที่ 19)

วิธีการทดสอบ

1. ทำการ caribate Force โดยใช้ลูกตุ้ม 5 กิโลกรัม ขณะทำการ caribate Force ต้องแน่ใจว่าไม่มีหัววัด (Probe) อยู่

2. ทำการ caribate probe ก่อนทำการ caribate probe ทำการติดตั้งหัววัด (probe) ที่ใช้วัดเข้ากับตัวเครื่องให้เรียบร้อย และตั้งระยะทางระหว่างหัววัด (probe) กับฐานของแท่นวัด ที่ 30 มิลลิเมตรจากนั้นจึงทำการ caribate probe

3.นำชิ้นตัวอย่างซูริมิที่เตรียมได้ ไปวางบนแท่นของเครื่องวัด จากนั้นทำการตั้งค่า (TA setting) ของสภาวะที่ใช้ในการวัด และไปที่ Run atest และตั้งค่าต่างๆ อีกครั้งหนึ่ง

4. ทำการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีคำนวณ

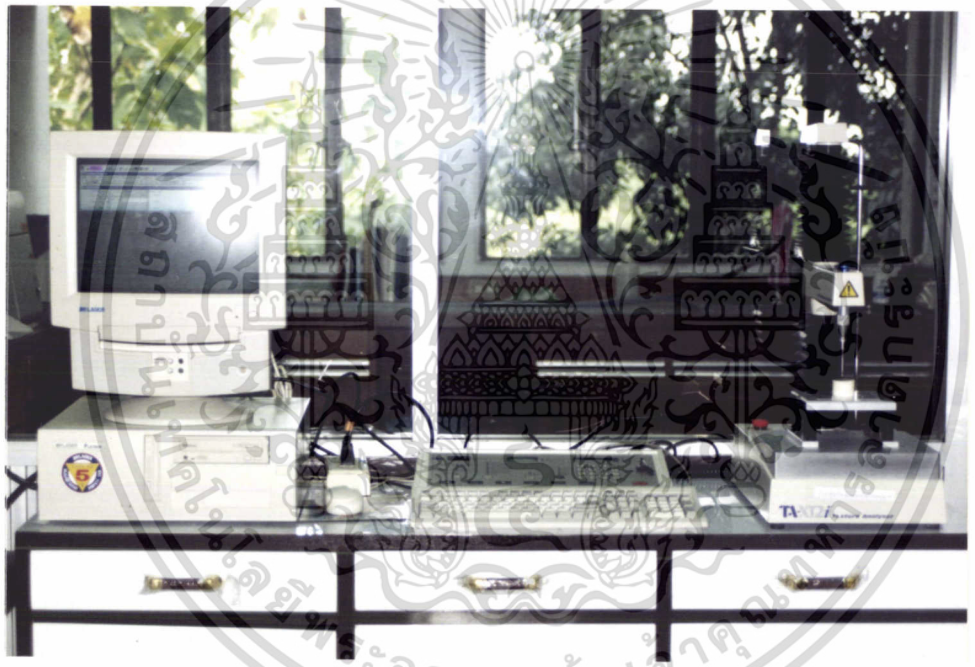
ค่าความเหนียว (Gel strength) คำนวณได้จากสูตร

ค่าความเหนียว (กรัมต่อเซนติเมตร) = F x D

เมื่อ F คือค่าแรงกด(Force) มีหน่วยเป็นกรัม

D คือค่าระยะทางที่ถูกกดจนเป็นรอยแตก มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ภาพที่ 18



แสดงเครื่องวัดความเหนียว Texture analyzer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 19

แสดงลักษณะของซูริมิที่ใช้วัด Texture ด้วยเครื่อง Texture analyzer

ภาพที่ 20

P/0.5S - 1/2 inch diameter ball probe.

แสดงลักษณะของหัววัดซูริมิแบบ ลูกตุ้ม ทรงกลม (spherical probe) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแสดงสภาวะที่ใช้ในการวัดแรงกด (compression penetration force) ของซูริมิ จากปลานิลที่เก็บระยะเวลา 0 วัน

TA ~ XT2 APPLICATION STUDY

Comparision of the Penetration Force of Different Types of Surimi using a spherical probe

Product : SURIMI

Objective : Comparison of the Penetration Force of Different Types of Surimi using a spherical probe

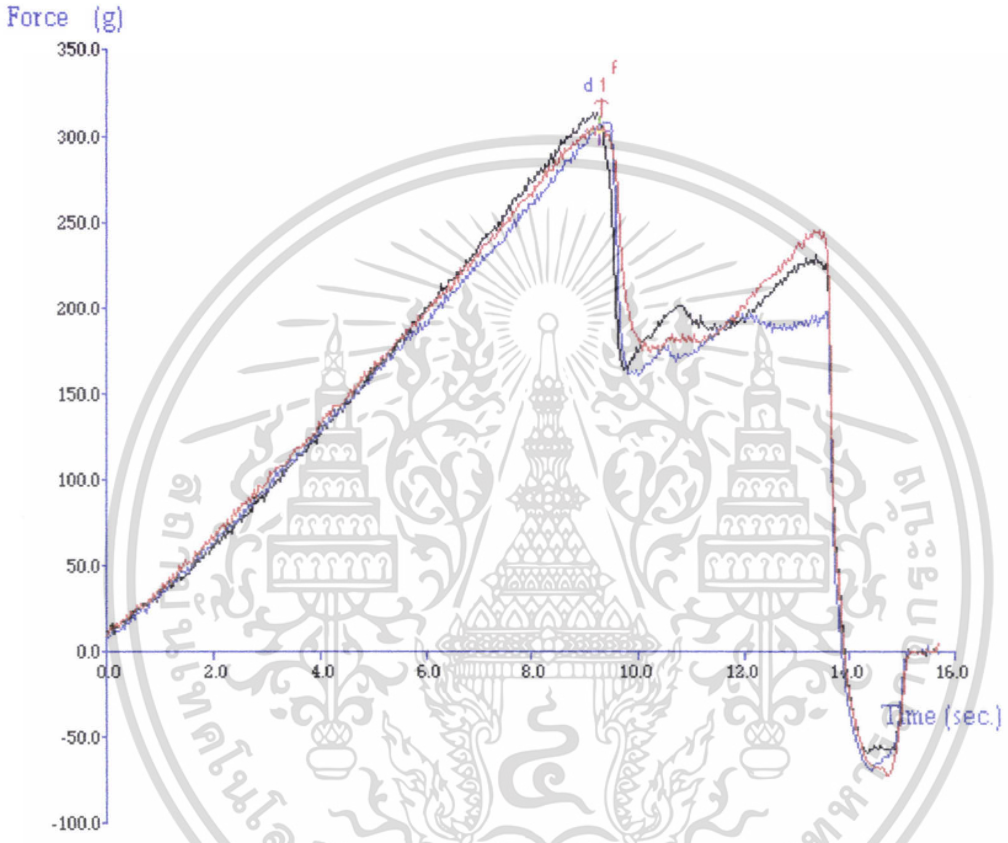
TA ~ XT2 Setting

Mode :	Measure Force in Compression
Option :	Return to Start
Pre - Test Speed :	1.0 mm/s
Test Speed :	1.1 mm/s
Post - Test Speed :	10.0 mm/s
Distance :	15 mm
Trigger Force :	Auto - 10 g
Data Acquistion Rate:	200 pps

Accessory : 5 mm spherical probe (P5S) using 25 Kg load cell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างกราฟแสดงแรงกด (compression penetration force) ของซูริมิจากปลานิลที่เก็บระยะเวลา 0 วัน โดยทำการวัด 3 ครั้ง



ครั้งที่ทำการวัด	Force (g)	Distance (cm)	Gel Strength (g.cm)
1	315.336	1.006	317.228
2	310.958	1.035	321.841
3	307.520	1.027	315.823

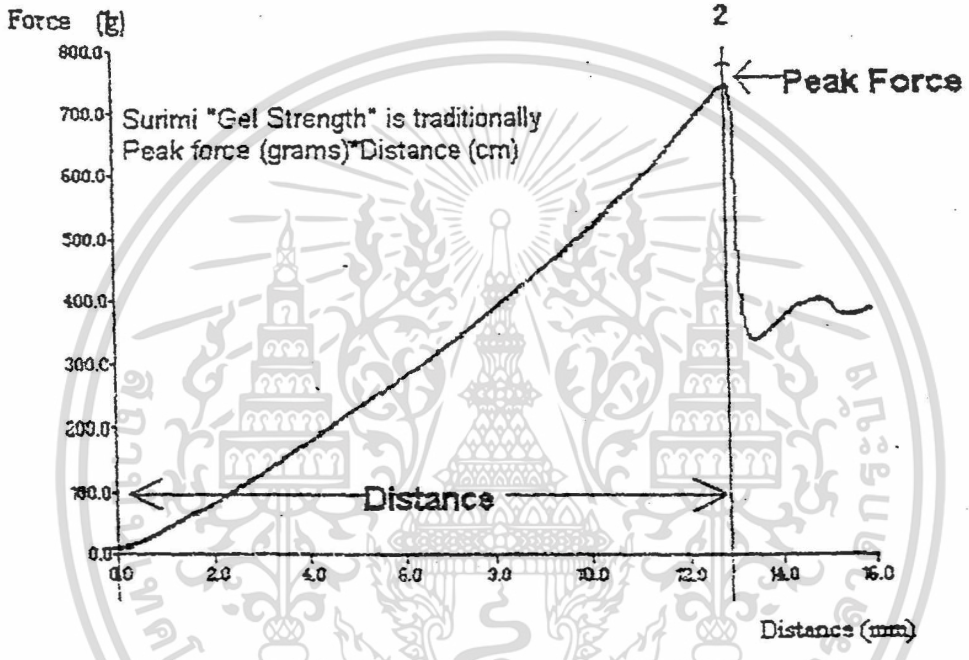
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีคำนวณค่าความเหนียวคำนวณได้จากสูตร

ค่าความเหนียว (กรัมเซนติเมตร) = F x D

เมื่อ F คือค่าแรงกดเป็นกรัม

D คือระยะทางที่ถูกกดจนเป็นรอยแตก เป็นเซนติเมตร



2.การวัดสีโดยใช้เครื่องวัดสี

2.1 เตรียมตัวอย่างซูริมิเช่นเดียวกับข้อที่ 1

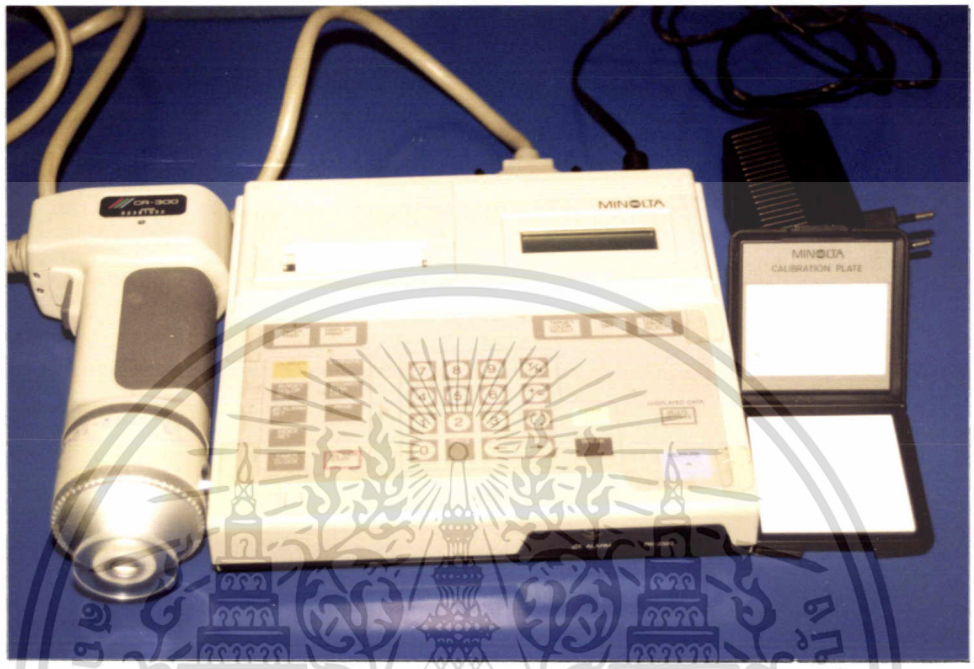
2.2 ทำการ Caribrate เครื่องวัดโดยตั้งเครื่องให้ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง และเลือกใช้ระบบ A L และ B

2.3 ทำการวัด ตัวอย่างซูริมิ 3 ครั้ง

2.4 นำค่าที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างของความสว่างของสี โดยใช้ค่า L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 21



แสดงเครื่องวัดสี

3. การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

การเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับข้อที่ 1 แต่ความหนาจะลดลง เหลือ 5 มิลลิเมตร ทดสอบในเรื่องสี กลิ่น และเนื้อสัมผัส โดยใช้ คนประเมิน จำนวน 10 คน ระดับคะแนน ตั้งแต่ 1-9 คะแนน (ภาคผนวก ค)

4. การทดสอบโดยวิธีการพับ (Folding test)

เตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับข้อที่ 3 ใช้ผู้ทดสอบ 10 คน ระดับคะแนน 1- 5 คะแนน หรือ ระดับชั้นตั้งแต่ A A ถึง D (ภาคผนวก จ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของซูริมิ

แบบทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซูริมิ

ชื่อ - สกุล ..... อายุ.....วันที่.....

ตัวอย่าง	การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส		
	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส

ระดับคะแนน

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปลานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก 5 = เฉยๆ ระบุไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปลานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 9 = ชอบมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ _____

_____

_____

_____

_____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แบบประเมินผลโดยวิธีการพับ (Folding test)

การประเมินผลโดยการพับ (Folding)

ชื่อ-สกุล_____ อายุ_____ เพศ _____ วันที่ _____

ตัวอย่าง									
คะแนน									

หลักเกณฑ์การให้คะแนนโดยวิธีการพับ

รายการที่	วิธีพับและลักษณะชิ้นทดสอบ	ระดับการตัดสินใจ	คะแนน	ระดับชั้น
1	มีรอยแตกเมื่อใช้นิ้วกดทดสอบ	ไม่มีความเหนียว	1	D
2	พับชิ้นทดสอบให้เป็น 1 ใน 2			
	- แตกทันที	มีความเหนียวเล็กน้อย	2	C
	- แตกเล็กน้อย	มีความเหนียวพับใช้	3	B
	- ไม่แตก	มีความเหนียวปลานกลาง	4	A
3	พับชิ้นทดสอบให้เป็น 1 ใน 4			
	- ไม่แตก	มีความเหนียวดีมาก	5	AA

ข้อเสนอแนะ_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 22

แสดงลักษณะของซูริมิเพื่อใช้ทดสอบโดยการพับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

วิธีวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 18

การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า Gel strength ในการศึกษาความเข้มข้น
ของน้ำเกลือที่ใช้ล้างเนื้อปลาบดที่ระดับต่างๆ

Sorce	DF	SS	MS	F Value
Model	4	48459.76134	12114.94034	5.34
Error	40	90762.44938	2269.06123	
Coreected total	44	139222.21072		
	R-Square	C.V.	Root MSE	
	0.348075	13.97923	47.63466	

ตารางที่ 19

การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า Gel strength ในการศึกษาอัตราส่วน
ของน้ำล้างเนื้อปลาบดที่ 1:2 1:3 และ 1:4

Sorce	DF	SS	MS	F Value
Model	2	54386.98400	27193.49200	7.23
Error	24	90238.41002	3759.93375	
Coreected total	26	144625.39402		
	R-Square	C.V.	Root MSE	
	0.376054	14.43433	61.31830	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20

การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า Gel strength ในการศึกษาอัตราส่วน
ของน้ำล้างเนื้อปลาบดที่ 1:3 1:4 และ 1:5

Sorce	DF	SS	MS	F Value
Model	2	36478.79883	18239.39942	23.78
Error	24	18411.95015	767.16459	
Coreected total	26	54890.74899		
	R-Square	C.V.	Root MSE	
	0.664571	7.014872	27.69774	

ตารางที่ 21

การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า Gel strength ในการศึกษาอิทธิพลของเพศปลานิล

Sorce	DF	SS	MS	F Value
Model	1	439.8479134	439.8479134	0.51
Error	16	13680.4966631	855.0310414	
Coreected total	17	14120.3445765		
	R-Square	C.V.	Root MSE	
	0.0031150	7.622394	29.24091	

ตารางที่ 22

การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า Gel strength ในการศึกษาอิทธิพลของขนาดปลานิล

Sorce	DF	SS	MS	F Value
Model	2	86625.12494	43312.56247	46.58
Error	24	22317.49682	929.89570	
Coreected total	26	108942.62176		
	R-Square	C.V.	Root MSE	
	0.795144	9.126615	30.49419	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23

การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า Gel strength ในการศึกษาอิทธิพลของการดองน้ำแข็งของปลานิล

Sorce	DF	SS	MS	F Value
Model	4	229451.4665	57362.8666	306.2036
Error	40	7493.4279	187.3357	
Coreected total	44	236944.8944		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวพิมพ์ใจ ทองคำ เกิดวันที่ 3 พฤศจิกายน 2506 ที่จังหวัดเชียงใหม่ สำเร็จการศึกษาเทคโนโลยีการเกษตรบัณฑิต (ทษ.บ) สาขาวิชาเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมอาหาร จากสถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ ปีการศึกษา 2530 รับราชการในตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 3 ที่วิทยาลัยประมงสงขลาติณสูลานนท์ ระหว่างปี พ.ศ 2531-2534 และศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในสาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร ในปี พ.ศ 2538 และสำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ 2541 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 4 สังกัดสถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้