ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249018

ผลของการเตรียมและการใช้สารทดแทนสารประกอบฟอสเฟตต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของเนื้อปลานิลบดแช่เยือกแข็ง

EFFECTS OF VARIOUS PREPARATIONS AND PHOSPHATE COMPOUND SUBSTITUTIONS ON PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF FROZEN NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus* Linn) MINCE

นางสาวกีรดา แก้วอุมพล

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2553

6002537218

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249018

ผลของการเตรียม และการใช้สารทดแทนสารประกอบฟอสเฟตต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของเนื้อปลานิลบดแช่เยือกแข็ง

EFFECTS OF VARIOUS PREPARATIONS AND PHOSPHATE COMPOUND SUBSTITUTIONS ON PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF FROZEN NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus* Linn) MINCE

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

นางสาวกีรดา แก้วจุมพล

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2553

ผลของการเตรียม และการใช้สารทดแทนสารประกอบฟอสเฟตต่อสมบัติทางเคมี กายภาพของเนื้อปลานิลบดแช่เยือกแข็ง

นางสาวกีรดา แก้วจุมพล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2553

EFFECTS OF VARIOUS PREPARATIONS AND PHOSPHATE COMPOUND SUBSTITUTIONS ON PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF FROZEN NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus* Linn) MINCE

MISS GEERADA KAEWJUMPOL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD TECHNOLOGY
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY
2010

ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร

ชื่อวิทยานิพนธ์: ผลของการเตรียม และการใช้สารทดแทนสารประกอบฟอสเฟตต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของเนื้อปลานิลบดแช่เยือกแข็ง

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นางสาวกีรดา แก้วจุมพล

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนกร โรจนกร	ประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.จิรวัฒน์ ยงสวัสดิกุล	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารยา อารมณ์ฤทธิ์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ)

.....	.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ลำปาง แม่นมาตย์)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกษม นันทชัย)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย	คณบดีคณะเทคโนโลยี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

กีรดา แก้วจุมพล. 2553. ***ผลของการเตรียม และการใช้สารทดแทนสารประกอบฟอสเฟตต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของเนื้อปลานิลบดแช่เยือกแข็ง***. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ

บทคัดย่อ

249018

งานวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ศึกษาการเก็บรักษาปลานิล 3 รูปแบบ ที่มีผลต่อสมบัติทางเคมีกายภาพและคุณภาพของเจลเนื้อปลานิล ดังนี้ (1) เนื้อปลานิลบดแช่แข็งเติมสารป้องกันโปรตีนเสียสภาพ P (ซูโครสร้อยละ 4 ซอร์บิทอลร้อยละ 4 และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.3) (2) ปลานิลทั้งตัวแช่แข็ง (ตัดหัวและควักไส้) (W) และ (3) เนื้อปลานิลบดแช่แข็ง (M) เก็บรักษาที่ -20 °ซ. นาน 4 เดือน จากการทดลองพบว่าการเติมสารป้องกันโปรตีนเสียสภาพ P ชะลอการเสื่อมคุณภาพของเนื้อปลานิลบดแช่แข็ง 4 เดือนได้ดีกว่าทรีตเม้นท์อื่นๆ โดยส่งผลให้เนื้อปลาบดมีค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณโปรตีนที่สกัดได้ในสารละลายเกลือสูงสุด และการสูญเสียน้ำหนักหลังจากการต้มสุกต่ำสุด และเจลที่ได้มีค่าการสูญเสียน้ำต่ำสุด แต่มีค่าการยึดเกาะตัวกันของเจลสูงสุดหลังเก็บแช่แข็ง 4 เดือน ($p \leq 0.05$) การเก็บแช่แข็งปลานิลทั้งตัวส่งผลให้ค่ากิจกรรม Ca^{2+}-ATPase และปริมาณหมู่ซัลฟไฮดริลทั้งหมดสูงสุดหลังจากเก็บแช่แข็ง 4 เดือน แต่ไม่สามารถชะลอการเสื่อมคุณภาพของเจลระหว่างเก็บแช่แข็งและคุณภาพของเจลดังกล่าวไม่แตกต่างจากเนื้อปลาบดแช่แข็งไม่เติมสารป้องกันโปรตีนเสียสภาพ ส่วนที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สารเติมแต่งอาหารทดแทนสารประกอบฟอสเฟตต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและคุณภาพของเจลเนื้อปลานิล ดังนี้ (1) เนื้อปลานิลบดแช่แข็ง (M) (2) เนื้อปลานิลบดแช่แข็งเติมสารป้องกันโปรตีนเสียสภาพ P (3) เนื้อปลานิลบดแช่แข็งเติมสารป้องกันโปรตีนเสียสภาพ B (ซูโครสร้อยละ 4 ซอร์บิทอลร้อยละ 4 และโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.3) (4) ปลานิลบดเติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.5 แล้วนำไปแช่แข็ง (XG) (5) ปลานิลทั้งตัวแช่แข็ง (W) และ (6) ปลานิลทั้งตัวแช่แข็งนาน 3 เดือน บดแล้วเติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.5 (WXG) วิเคราะห์ตัวอย่างก่อนแช่แข็งและหลังจากเก็บรักษาที่ -20 °ซ. นาน 3 เดือน จากการทดลองพบว่าตัวอย่างที่เติมสารโซเดียมไบคาร์บอเนตร่วมกับน้ำตาลช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพของเนื้อปลานิลได้ไม่แตกต่างจากสารโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต โดยมีค่าความเป็นกรดด่างสูงสุด ($p \leq 0.05$) และมีปริมาณโปรตีนที่สกัดได้ในสารละลายเกลือ ค่ากิจกรรม Ca^{2+}-ATPase และปริมาณหมู่ซัลฟไฮดริลทั้งหมดหลังจากเก็บแช่แข็ง 3 เดือน เหลืออยู่ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) และส่งผลให้โปรตีนไมโอซินเริ่มเสียสภาพธรรมชาติที่อุณหภูมิสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ แต่ไม่มีผลต่ออุณหภูมิการเสียสภาพของแอกติน การเติมแซนแทนกัมลงในเนื้อปลานิลบดก่อนแช่แข็งหรือเติมหลังจากการแช่แข็งปลาทั้งตัวไม่สามารถชะลอการเสื่อมคุณภาพของเนื้อปลานิลได้ ใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักจัดกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันได้ 3 องค์ประกอบ และอธิบายความแปรปรวนในชุดข้อมูลได้ร้อยละ 82.28 ตัวอย่างที่เติมโซเดียมไบคาร์บอเนตมีตำแหน่งเชิงเปรียบเทียบบนทั้ง 3 องค์ประกอบ ใกล้เคียงกับตัวอย่างที่เติมโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ดังนั้นโซเดียมไบคาร์บอเนตสามารถทดแทนโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตในเนื้อปลานิลบดแช่แข็งได้

Geerada Kaewjumpol. 2010. ***Effects of Various Preparations and Phosphate Compound Substitutions on Physico-Chemical Properties of Frozen Nile Tilapia (Oreochromis niloticus* Linn*) Mince.*** Master of Science Thesis in Food Technology, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Assistant Professor Dr. Supawan Thawornchinsombut

ABSTRACT

249018

This study had 2 experiments. The first experiment aimed to compare effects of 3 preparation methods of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.) including (1) frozen fish mince added a typical commercial cryoprotectant, a mixture of 4% sucrose, 4% sorbitol and 0.3% sodium tripolyphosphate (P); (2) frozen fish mince (M); and (3) frozen whole fish (deheaded and eviscerated) (W), stored at -20°C for 4 months on their physico-chemical properties and gel qualities. Results showed that the addition of cryoprotectant P could retard quality changes of mince to a greater extent than the others. The mince with P exhibited the highest pH value and salt extractable protein but the lowest cooking loss ($p \leq 0.05$). Its gel demonstrated the lowest expressible moisture change and the highest cohesiveness after 4-month storage ($p \leq 0.05$). The frozen whole fish retained the highest Ca^{2+}-ATPase activity and total sulfhydryl content after 4 months storage, however, a deterioration of gel could not be inhibited and had the same qualities as gel from the frozen mince (M). The second experiment aimed to determine effects of phosphate compound substitution in Nile tilapia mince. Treatments included (1) frozen fish mince (M); (2) frozen fish mince added cryoprotectant P; (3) frozen fish mince added cryoprotectant B (a mixture of 4% sucrose, 4% sorbitol and 0.3% sodium bicarbonate); (4) frozen fish mince added 0.5% xanthan gum (XG); (5) frozen whole fish (W); and (6) mince from 3-month-frozen whole fish added 0.5% xanthan gum (WXG), on their physicochemical properties and gel qualities. All samples were evaluated before frozen and after 3-month storage (-20°C). Results showed that the sodium bicarbonate added sample (B) could slow down a decrease in mince and gel qualities with exhibiting the highest pH value and were comparable to the sodium tripolyphosphate added sample (P) ($p \leq 0.05$). In addition, salt extractable proteins, Ca^{2+}-ATPase activity and total sulfhydryl content of the B and the P were not different after 3-month storage ($p > 0.05$). Frozen fish minces with cryoprotectants showed higher onset temperatures of myosin denaturation than those without cryoprotectants. However, cryoprotectants did not affect the denaturation temperature of actin. Inclusion of xanthan gum into fish mince could not stabilize qualities of the frozen Nile tilapia. Factor analysis identified 3 principle components (PC) which accounted for 82.28% of the data variance. Principle component analysis showed position of sodium bicarbonate added sample close to that of sample added sodium tripolyphosphate on all 3 PC. Therefore, sodium tripolyphosphate could be substituted with sodium bicarbonate on frozen Nile tilapia mince.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยหลายฝ่ายให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนเป็นอย่างดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่คอยให้คำปรึกษา ช่วยชี้แนะแนวทางในการดำเนินงาน และตรวจทานแก้ไขการเขียนวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องสมบูรณ์ ตลอดจนช่วยอบรม สั่งสอน ทั้งทางด้านวิชาการและด้านคุณธรรม จริยธรรม แนวทางในการใช้ชีวิต นอกจากนี้แล้วอาจารย์ยังได้ทุ่มเทและสละเวลาให้กับนักศึกษาในความรับผิดชอบทุกคนอย่างเต็มที่ ขอบพระคุณประธานกรรมการสอบ ผศ.ดร.ธนกร โรจนกร และกรรมการสอบ ผศ.ดร. อารยา อารมณ์ฤทธิ์ และ รศ.ดร.จิรวัฒน์ ยงสวัสดิกุล ที่กรุณาตรวจทานและให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาเทคโนโลยีอาหารที่ให้ความรู้ และคอยอบรมสั่งสอน

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย โครงการกิจกรรมส่งเสริมความสามารถในการวิจัย (ประจำปี 2549) และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว: หน่วยงานร่วมมหาวิทยาลัยขอนแก่นและศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ประจำปี 2551) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ และได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและมหาวิทยาลัยขอนแก่น ภายใต้โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ประจำปี 2552) ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และมหาวิทยาลัยขอนแก่น ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

ขอบคุณ คุณเทพฤทธิ์ คุณไพโรจน์ และคุณปัญญา ที่ช่วยให้คำแนะนำ คอยให้ความสะดวกและช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และเครื่องมือแปรรูป ขอบคุณคุณวิเชียรที่คอยอำนวยความสะดวกในการยืมอุปกรณ์มาใช้ในห้องปฏิบัติการ ขอบคุณบุคคลากรในภาควิชาเทคโนโลยีอาหารทุกท่าน ที่ให้ความสะดวกในการทำงาน

ขอบคุณน้องนุชรินทร์ พี่จีรวัฒน์ น้องสรญา พี่ขวัญฤดี พี่วิไลวรรณ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และกำลังใจในการทำงาน ขอบคุณกำลังใจและความห่วงใยจากเพื่อนๆ ทุกคน สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคุณย่าของข้าพเจ้าที่เลี้ยงดู สั่งสอนให้เป็นคนดี และให้กำลังใจข้าพเจ้าเสมอมา

กีรดา แก้วจุมพล

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
กิตติกรรมประกาศ		ค
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญภาพ		ช
บทที่ 1	บทนำ	1
	1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	2. วัตถุประสงค์	3
	3. ขอบเขตของการวิจัย	3
	4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
บทที่ 2	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
	1. ปลานิล	4
	2. องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลานิล	4
	3. ความหมายของเนื้อปลาบด	5
	4. โปรตีนปลา	5
	5. กระบวนการเกิดเจลของกล้ามเนื้อปลา	9
	6. การแช่เยือกแข็งปลา	15
	7. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อปลาบดระหว่างการเก็บในสภาพแช่เยือกแข็ง	15
	8. สารป้องกันการเสียสภาพของโปรตีนในระหว่างแช่เยือกแข็ง	17
	9. Differential Scanning Calorimetry (DSC)	25
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	28
	1. วัสดุ	28
	2. อุปกรณ์	28
	3. วิธีการทดลอง	29
บทที่ 4	ผลการวิจัยและอภิปรายผล	34
	1. ผลของการเก็บรักษาปลานิลทั้งตัวและ/หรือ เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งในรูปแบบต่างๆ ต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และคุณภาพของเจลจากเนื้อปลานิล	34

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	2. ผลของการใช้สารเติมแต่งอาหารทดแทนสารประกอบฟอสเฟตต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและคุณภาพของเจลจากเนื้อปลานิล	53
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	77
	1. สรุปผลการวิจัย	77
	2. ข้อเสนอแนะ	78
บรรณานุกรม		79
ภาคผนวก		87
	ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางกายภาพ	88
	ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ทางเคมี	94
	ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ทางสถิติ	102

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	การจำแนกชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ตามลักษณะโครงสร้างของโมเลกุล	21
ตารางที่ 2	ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้ในสารละลายเกลือของเนื้อปลานิล ที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่ เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 4 เดือน	37
ตารางที่ 3	ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้ในสารละลายเกลือของเนื้อปลานิล ที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่ เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 4 เดือน	38
ตารางที่ 4	อุณหภูมิเริ่มต้นของการเสียสภาพโปรตีนด้วยความร้อนของ เนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 4 เดือน	40
ตารางที่ 5	อุณหภูมิเริ่มต้นของการเสียสภาพโปรตีนด้วยความร้อนของ เนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 4 เดือน ของพีคที่ 2 (Onset T_d2)	41
ตารางที่ 6	ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติของ โปรตีนในเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 4 เดือน	42
ตารางที่ 7	ค่าความขาวของเจลจากเนื้อปลานิลรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 4 เดือน	48
ตารางที่ 8	ค่าความขาวของเจลจากเนื้อปลานิลรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 4 เดือน	49
ตารางที่ 9	ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) และ ค่าการยึดเกาะกัน (Cohesiveness) ของเจลจากเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 4 เดือน	51
ตารางที่ 10	ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้ในสารละลายเกลือของเนื้อปลานิล ที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนเก็บแช่เยือกแข็ง และเก็บแบบ แช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 3 เดือน	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 11	อุณหภูมิเริ่มต้นของการเสียสภาพโปรตีนด้วยความร้อนของเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็งและเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 3 เดือน	57
ตารางที่ 12	ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติของโปรตีนในเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนเก็บแช่เยือกแข็ง และเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 3 เดือน	58
ตารางที่ 13	การสูญเสียน้ำของเจลจากเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนเก็บแช่เยือกแข็ง และเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 3 เดือน และค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำของเจล	65
ตารางที่ 14	การสูญเสียน้ำ ค่าความขาว และความยืดหยุ่น (Springiness) ของเจลเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็งและเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 3 เดือน	66
ตารางที่ 15	ค่าความขาวของเจลจากตัวอย่างเนื้อปลานิลรูปแบบต่างๆ ก่อนเก็บแช่เยือกแข็ง และเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 3 เดือน	67
ตารางที่ 16	ค่าความแข็ง (Hardness) ของเจลจากตัวอย่างเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนเก็บแช่เยือกแข็ง และเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 3 เดือนและค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของเจล	68
ตารางที่ 17	ค่าความยืดหยุ่น(Springiness) ของเจลจากตัวอย่างเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนเก็บแช่เยือกแข็ง และเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 3 เดือน และร้อยละการเปลี่ยนแปลงค่าความยืดหยุ่นของเจล	69
ตารางที่ 18	ค่าการยึดเกาะตัวกัน (Cohesiveness) ของเจลจากตัวอย่างเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนเก็บแช่เยือกแข็ง และเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 3 เดือน และร้อยละการเปลี่ยนแปลงค่าการยึดเกาะตัวกันของเจล	71
ตารางที่ 19	องค์ประกอบหลัก (Principle components) ของการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพ ชีวเคมีของเนื้อปลานิลบด และคุณภาพของเจลเนื้อปลานิลและความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบหลักกับการวิเคราะห์ดังกล่าว	72

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	ภาพวาดไมโอซิน (A) และหน่วยย่อย heavy meromyosin (B) และหน่วยย่อย light meromyosin (C) S1=subfragment S1, S2= subfragment S2	6
ภาพที่ 2	ภาพวาดโครงสร้างจี แอกติน ตัวเลขแสดงโดเมน	7
ภาพที่ 3	ภาพวาดแสดงการจัดเรียงตัวของเอฟ-แอกติน โทรโปไมโอซินและโทรโปนิน	8
ภาพที่ 4	โครงสร้างแซนแทนกัม	22
ภาพที่ 5	endothermic peak และ exothermic peak	25
ภาพที่ 6	Heat Flux DSC	26
ภาพที่ 7	Power Compensation DSC	27
ภาพที่ 8	ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่เยือกแข็งที่ -20 °ซ. นาน 4 เดือน	35
ภาพที่ 9	ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังจากการต้มสุกของเนื้อปลานิล ที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บ แช่เยือกแข็งที่ -20 °ซ. นาน 4 เดือน	36
ภาพที่ 10	ค่ากิจกรรมเอนไซม์ Ca^{2+}-ATPase ของแอกโตไมโอซินที่สกัด จากเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่เยือกแข็งที่ -20 °ซ. นาน 4 เดือน	43
ภาพที่ 11	ปริมาณหมู่ซัลฟไฮดริลทั้งหมดของแอกโตไมโอซินที่สกัด จากเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่เยือกแข็งที่ -20 °ซ. นาน 4 เดือน	45
ภาพที่ 12	การสูญเสียน้ำของเจลจากเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่เยือกแข็งที่ -20 °ซ. นาน 4 เดือน	47
ภาพที่ 13	ค่าความแข็งของเจลจากเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่เยือกแข็งที่ -20 °ซ. นาน 4 เดือน	50
ภาพที่ 14	ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ของเจลจากเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่เยือกแข็งที่ -20 °ซ. นาน 4 เดือน	52
ภาพที่ 15	ค่าการยึดเกาะกัน (Cohesiveness) ของเจลจากเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบ ต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และระหว่างเก็บแช่เยือกแข็งที่ -20 °ซ. นาน 4 เดือน	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 16	ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อปลานิลบดที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่ -20 °ซ. นาน 3 เดือน	54
ภาพที่ 17	ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้ในสารละลายเกลือของเนื้อปลานิลบดที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่ -20 °ซ. นาน 3 เดือน	55
ภาพที่ 18	ค่ากิจกรรมเอนไซม์ Ca^{2+}-ATPase ของแอกโตไมโอซินที่สกัดจากเนื้อปลานิลบดที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่ -20 °ซ. นาน 3 เดือน	61
ภาพที่ 19	ปริมาณหมู่ซัลฟไฮดริลทั้งหมดของแอกโตไมโอซินที่สกัดจากเนื้อปลานิลบดที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนเก็บแช่เยือกแข็ง และเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่ -20 °ซ. นาน 3 เดือน	63
ภาพที่ 20	แสดงตำแหน่งเชิงเปรียบเทียบของตัวอย่างเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 3 เดือนบนองค์ประกอบหลักที่ 1 และองค์ประกอบหลักที่ 2	74
ภาพที่ 21	แสดงตำแหน่งเชิงเปรียบเทียบของตัวอย่างเนื้อปลานิลที่เตรียมด้วยรูปแบบต่างๆ ก่อนแช่เยือกแข็ง และเก็บแบบแช่เยือกแข็งที่ – 20 °ซ. นาน 3 เดือนบนองค์ประกอบหลักที่ 1 และองค์ประกอบหลักที่ 3	74