

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



203390



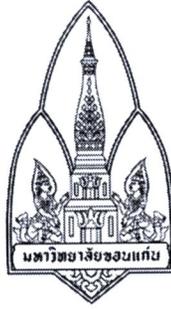
สมบัติของสอไฟน์โปรตีนและอากาติคเจลของเนื้อปลาโพง
ENDOGENOUS PROTEINASES AND GEL-FORMING PROPERTIES
OF MONG FISH (*Pangasius bocourti*) MINCE

มหาสารคาม สรีรวิทยากร

วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีมหาสารคาม

มหาสารคาม

พ.ศ. 2554



สมบัติของเอนไซม์โปรตีนเอสและการเกิดเจลของเนื้อปลาโพงบด
ENDOGENOUS PROTEINASES AND GEL- FORMING PROPERTIES
OF MONG FISH (*Pangasius bocourti*) MINCE



นางสาวนิสากร ศรีธัญรัตน์

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2554

สมบัติของเอนไซม์โปรตีนและการเกิดเจลของเนื้อปลาโมงกุด

นางสาวนิสากร ศรีธัญรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2554

**ENDOGENOUS PROTEINASES AND GEL- FORMING PROPERTIES
OF MONG FISH (*Pangasius bocourti*) MINCE**

MISS NISAKORN SRITHANYARAT

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

2011



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร

ชื่อวิทยานิพนธ์: สมบัติของเอนไซม์โปรตีนเนสและการเกิดเจลของเนื้อปลาโพงบด

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นางสาวนิสากร ศรีธัญรัตน์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์:

รองศาสตราจารย์ ดร. บวรศักดิ์ ลีนานนท์	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนกร โรจนกร	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:


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


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แมนมัตย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกษม นันทชัย)
คณบดีคณะเทคโนโลยี

นิสากร ศรีธัญรัตน์. 2554. *สมบัติของเอนไซม์โปรตีเนสและการเกิดเจลของเนื้อปลาโพงบด.*

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ

บทคัดย่อ

203390

ปลาโพง (*Pangasius bocourti*) เป็นปลาตระกูลเดียวกับปลาสวาย มีการเพาะเลี้ยงในแถบแม่น้ำโขง ในประเทศเวียดนาม กัมพูชา และประเทศไทย เป็นปลาที่มีเนื้อแน่น มีสีขาว และรสชาติดี ปลาโพงสามารถเกิดเจลที่มีคุณภาพดีได้จากโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ อย่างไรก็ตามโปรตีนชนิดนี้อาจสูญเสียสมบัติเชิงหน้าที่ดังกล่าวเนื่องจากเอนไซม์ย่อยโปรตีน (proteinase) ที่มีในกล้ามเนื้อปลาตามธรรมชาติซึ่งถูกกระตุ้นในระหว่างกระบวนการแปรรูปหรือการเตรียมเจลด้วยความร้อน ข้อมูลเกี่ยวกับเอนไซม์ย่อยโปรตีนในปลาโพงที่มีผลทำให้เจลอ่อนนุ่มยังมีน้อย งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะการทำงานของเอนไซม์โปรตีเนสและความสามารถในการเกิดเจลของกล้ามเนื้อปลาโพงบด การย่อยสลายของโปรตีนเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการเตรียมเจลสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส การศึกษาการย่อยสลายตัวของกล้ามเนื้อปลาโพงบด สามารถวัดได้โดยวัดปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติก (TCA - soluble peptide content) โดยการบ่มเนื้อปลาโพงบดที่อุณหภูมิ 45 - 65 องศาเซลเซียส และ pH 2.0 - 12.0 พบว่าการย่อยสลายตัวสูงสุดเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ($p < 0.05$) มีปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกเท่ากับ 999 นาโนโมลของไทโรซีนต่อกรัมของตัวอย่าง สอดคล้องกับการลดลงของแถบโปรตีนไมโอซินสายหนัก ซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธี SDS - PAGE และที่อุณหภูมิดังกล่าว พบปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกสูงสุดที่ pH เท่ากับ 4.0 และ 9.0 เท่ากับ 3,915 และ 2,955 นาโนโมลของไทโรซีนต่อกรัมของตัวอย่างตามลำดับ ($p < 0.05$) และการย่อยสลายเกิดขึ้นต่ำสุดที่ pH 2.0 6.0 และ 12.0 (898 1,425 และ 1,325 นาโนโมลของไทโรซีนต่อกรัมของตัวอย่าง ตามลำดับ) ($p > 0.05$) สารยับยั้งเอนไซม์โปรตีเนส 1-(L-trans-epoxysuccinyl-leucylamino)-4-guanidino-butane (E-64) และ Pepstatin A สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โปรตีเนสในเนื้อปลาโพงบดได้ทั้งในสภาวะที่เป็นกรดและด่าง โดยที่ pH 4.0 สารยับยั้งเอนไซม์โปรตีเนส E-64 และ Pepstatin A มีความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์โปรตีเนสคิดเป็นร้อยละ 50.5 และ 52.0 ตามลำดับ ส่วนที่ pH 9.0 สารยับยั้งเอนไซม์โปรตีเนส E-64 และ Pepstatin A มีความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์โปรตีเนส คิดเป็นร้อยละ 77.1 และ 76.3 ตามลำดับ ($p < 0.05$) ดังนั้นเอนไซม์โปรตีเนสที่พบในเนื้อปลาโพงบดเป็นเอนไซม์โปรตีเนสชนิดซิสเตอีนและชนิดแอสปาติก และเมื่อศึกษาการเตรียมเจลที่อุณหภูมิต่างๆ (25 - 70 องศาเซลเซียส) พบว่า การเตรียมเจลที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีค่าแรงที่ทำให้เจลแตก

(Breaking force) และระยะทางก่อนเจลแตก (Deformation) ของเจลจากเนื้อปลาโมงมีค่าต่ำที่สุด (231 กรัม และ 9.51 มิลลิเมตร ตามลำดับ) ($p \leq 0.05$) เมื่อนำเจลทั้งหมดมาวัดปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกพบว่า เจลที่บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกสูงกว่าเจลที่บ่มที่อุณหภูมิต่ำอื่น ๆ ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้วย SDS-PAGE ซึ่งพบแถบโปรตีนไมโอซินสายหนักบางลง ในขณะที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเจลดีที่สุดและมีปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกต่ำที่สุด ($p \leq 0.05$) ดังนั้นในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาโมงควรให้ความร้อนผ่านอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสโดยเร็วที่สุด

Nisakorn Srithanyarat. 2011. *Endogenous Proteinases and Gel-forming Properties of Mong Fish (Pangasius bocourti) Mince*. Master of Science Thesis in Food Technology, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Assistant Professor Dr. Supawan Thawornchinsombut

ABSTRACT

203390

Mong fish (*Pangasius bocourti*) is a specie of iridescent shark (Swai fish) (family Pangasiidae) grown by Vietnamese, Cambodian, and Thai fish farmers in cages along the Mekong Delta for decades. Mong fish is a white fish with delicate texture and taste. Its myofibrillar proteins can form a good quality gel. However, they may loss gel-forming ability due to endogeneous proteinases, which could be activated during processing or heat-induced gelation. Information of proteolytic enzymes in Mong fish, participating in muscle and gel softening is scarce. The aims of this study were to investigate some characteristics of proteolytic enzymes in Mong fish mince and to determine its gel-forming ability. Mince were incubated at different temperatures (45 – 65°C) and pH (2.0–12.0). The highest autolysis activity was exhibited at 60°C as evidenced by the TCA soluble peptide content (999 nmole tyrosine/g sample) ($p < 0.05$). The optimum pH for the autolysis of Mong fish mince were at 4.0 and 9.0 (3,915 and 2,955 nmole tyrosine/g sample) ($p < 0.05$). The lowest autolytic activities were exhibited at pH 2.0, 6.0 and 12.0 ($p > 0.05$) showing 898, 1,425 and 1,325 nmole tyrosine/g sample, respectively. The proteinase inhibitors, 1-(L-trans-epoxysuccinyl-leucylamino)-4-guanid-inobutane (E-64) and Pepstatin A showed the greatest inhibition of autolysis at both acid (50.5% and 52.0% inhibition) and alkali (77.1% and 76.3% inhibition) pHs revealing that proteinases found in Mong fish muscle were cysteine proteinases and aspartic proteinases ($p < 0.05$). Gel-forming ability of Mong fish was most inferior at 60°C, which is the optimal temperature for endogenous proteinase activities. At this condition breaking force and deformation of Mong fish gel were lowest (231g and 9.51 mm.) ($p < 0.05$) associated with the highest level of protein degradation, as evidenced by the highest TCA soluble peptide content ($p < 0.05$) and the SDS-PAGE pattern confirmed this phenomenon as a less band intensity of myosin heavy chain band was observed at this condition. Gel incubated at 45–50°C resulted in the highest breaking force and deformation, corresponding to the lowest TCA soluble peptide content. The above results suggested that Mong fish products should be heated through the temperature of 60 °C as soon as possible.

งานวิทยานิพนธ์นี้ขอมอบส่วนดีให้แก่บุพการี คณาจารย์ ญาติสนิท มิตรสหาย
และผู้มีอุปการคุณทุกท่าน

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยหลายฝ่ายให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนเป็นอย่างดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยให้คำปรึกษา ช่วยชี้แนะแนวทางในการดำเนินงาน และตรวจทานแก้ไขการเขียนวิทยานิพนธ์ ให้ถูกต้องสมบูรณ์ ตลอดจนช่วยอบรม สั่งสอน ทั้งทางด้านวิชาการและด้านคุณธรรม จริยธรรม แนวทางในการใช้ชีวิต ให้อภัยทุกครั้งที่ทำผิดพลาด พร้อมทั้งชี้แนะแนวทางแก้ไข ขอบพระคุณ ประธานกรรมการสอบ รศ.ดร.บวรศักดิ์ ลีนิรันต และกรรมการสอบ ผศ.ดร.จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร และ ผศ.ดร.ธนกร โรจนกร ที่กรุณาตรวจทาน และให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาเทคโนโลยีอาหารที่ให้ความรู้ และอบรมสั่งสอน

ขอขอบคุณทุนจากศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว: หน่วยงานร่วม มหาวิทยาลัยขอนแก่นและศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่นประจำปี 2551 และทุนอุดหนุนงานวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่นประจำปี 2553 ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้

ขอบคุณ คุณเทพฤทธิ์ คุณไพโรจน์ คุณปัญญา คุณวีระ และคุณยุวศิริ ที่ช่วยให้ คำแนะนำ คอยให้ความสะดวกและช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และเครื่องมือแปรรูป ขอบคุณ คุณวิเชียรที่คอยอำนวยความสะดวกในการยืมอุปกรณ์มาใช้ในห้องปฏิบัติการ ขอบคุณ บุคคลากรในภาควิชาเทคโนโลยีอาหารทุกท่าน ที่ให้ความสะดวกในการทำงาน

ขอบคุณเปาโล ปุ่มปืม พี่หน้อย พี่เบียร์ น้องบาส น้องปุก แอน ปิ่น เป้า จีบ เมย์ เพื่อนตึก เพื่อนมิ่งค์ เพื่อนแอน เพื่อนอูม เพื่อนไผ่ เพื่อนกวาง น้องก้อย01 พี่รหัส น้องรหัส หลานรหัส ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และคอยเป็นกำลังใจในการทำงาน ขอบคุณกำลังใจและความห่วงใยจากเพื่อน FT 17 และ เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ GS FOODTECH ทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม ขอบคุณแรงบันดาลใจในการศึกษาต่อจากอดีตทีม RD sausage ซีพี อินเตอร์ฟู้ด พี่แฉั่ว พี่หนิง พี่ต๋น พี่พิชญ์ คุณเอี้ยง สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ ป้ากับแม่ วีระพันธ์-ฉันทนา ศรีธัญรัตน์ นำจันทราวรรณ - นำมัธยม เรืองแสน คุณตากันตัก - คุณยายจิววัฒน์ สาระ และญาติๆ ของ ข้าพเจ้าที่เลี้ยงดู สั่งสอนให้เป็นคนดี และเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าเสมอมา

นิสากร ศรีธัญรัตน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
คำอุทิศ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2. วัตถุประสงค์	2
3. ขอบเขตของการวิจัย	3
4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	3
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
1. ปลาโมง	4
2. โพรตีนปลา	6
3. เอนไซม์โปรตีนเอส (Proteinase)	11
4. กระบวนการเกิดเจลของกล้ามเนื้อปลา	21
5. การศึกษาการทำงานของเอนไซม์โปรตีนเอสในกล้ามเนื้อปลา	28
6. งานวิจัยที่ศึกษาคคุณลักษณะของเอนไซม์โปรตีนเอสในปลาชนิดต่างๆ	30
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	34
1. อุปกรณ์และสารเคมี	34
2. วิธีการทดลอง	36
2.1 การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์โปรตีนเอสในกล้ามเนื้อปลาโมงบด	36
2.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ	36
2.1.2 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการทำงานของเอนไซม์โปรตีนเอสใน กล้ามเนื้อปลาโมงบด	36
2.1.3 การศึกษาผลของ pH ต่อการทำงานของเอนไซม์โปรตีนเอสใน กล้ามเนื้อปลาโมงบด	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.1.4 การศึกษาผลของสารยับยั้งเอนไซม์โปรตีนเอสต่อการทำงาน เอนไซม์โปรตีนเอสในกล้ามเนื้อปลาโพงบด	38
2.2 การศึกษาผลของการเซ็ดเจลต่อคุณภาพของเจลจากเนื้อปลาโพง	39
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	41
1. การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์โปรตีนเอสในกล้ามเนื้อปลาโพงบด	41
1.1 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการทำงานของเอนไซม์โปรตีนเอสใน กล้ามเนื้อปลาโพงบด	41
1.2 การศึกษาผลของ pH ต่อการทำงานของเอนไซม์โปรตีนเอสใน กล้ามเนื้อปลาโพงบด	43
1.3 การศึกษาผลของสารยับยั้งเอนไซม์โปรตีนเอสต่อการย่อยสลายโปรตีน ในกล้ามเนื้อปลาโพงบด	46
2. การศึกษาผลของการเซ็ดเจลต่อคุณภาพของเจลจากเนื้อปลาโพง	52
2.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัส	52
2.2 การวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำของเจล (water holding capacity)	55
2.3 การวิเคราะห์ทางชีวเคมี	56
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	60
1. สรุปผลการวิจัย	60
2. ข้อเสนอแนะ	61
บรรณานุกรม	62
ภาคผนวก	70
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางกายภาพ	71
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ทางเคมี	74
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	80
ประวัติผู้เขียน	85

สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 1	คุณค่าทางโภชนาการของปลาโฌม ต่อน้ำหนัก 100 กรัม	5
ตารางที่ 2	เอนไซม์โปรตีนในกล้ามเนื้อปลาและสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลัง	16
ตารางที่ 3	สภาวะที่เหมาะสมและการย่อยของโปรตีนที่พบในกล้ามเนื้อสัตว์น้ำ	18
ตารางที่ 4	ตัวอย่างของสารยับยั้งเอนไซม์โปรตีนที่ใช้ในการจำแนกชนิดของเอนไซม์โปรตีน	20
ตารางที่ 5	ความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์โปรตีนในเนื้อปลาโฌมบดบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที	52
ตารางที่ 6	ปริมาณสารในการเตรียมเจล (สำหรับเจลหนา 1 มิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่น)	79
ตารางภาคผนวกที่ 1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกของเนื้อปลาโฌมบดที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 90 นาที	81
ตารางภาคผนวกที่ 2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกของเนื้อปลาโฌมบดที่ผ่านการบ่มที่ pH 2 - 12 ุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	81
ตารางภาคผนวกที่ 3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกของเนื้อปลาโฌมบดผสมสารยับยั้งเอนไซม์โปรตีนชนิดต่างๆ ที่ผ่านการบ่มที่ pH 4.0 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	81
ตารางภาคผนวกที่ 4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกของเนื้อปลาโฌมบดผสมสารยับยั้งเอนไซม์โปรตีนชนิดต่างๆ ที่ผ่านการบ่มที่ pH 9.0 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	82
ตารางภาคผนวกที่ 5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์โปรตีนที่ pH 4.0	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์โปรตีนเอสที่ pH 9.0	82
ตารางภาคผนวกที่ 7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงที่ทำให้เจลแตกของเจลจากเนื้อปลาโม่งที่เซตเจลด้วยอุณหภูมิต่างๆ	83
ตารางภาคผนวกที่ 8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าระยะทางก่อนเจลแตกของเจลจากเนื้อปลาโม่งที่เซตเจลด้วยอุณหภูมิต่างๆ	83
ตารางภาคผนวกที่ 9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน Expressible moisture ของเจลเนื้อปลาโม่งที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิต่างๆ	83
ตารางภาคผนวกที่ 10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกของเจลจากเนื้อปลาโม่งที่ผ่านการเซตเจลที่อุณหภูมิต่างๆ	84

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	ปลาโมง	4
ภาพที่ 2	ภาพวาดไมโอซิน	7
ภาพที่ 3	ภาพวาดโครงสร้างจี แอกติน ตัวเลขแสดงโดเมน	8
ภาพที่ 4	ภาพวาดแสดงการจัดเรียงตัวของเอฟ-แอกติน โทรโปไมโอซินและโทรโปนิน	9
ภาพที่ 5	ภาพแสดงผลของเอนโดเปปติเดสและเอกโซเปปติเดสต่อ โครงสร้างของโปรตีน	11
ภาพที่ 6	ปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติก ของเนื้อปลาโมงที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 90 นาที	42
ภาพที่ 7	รูปแบบโปรตีนของเนื้อปลาโมงที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 90 นาที	43
ภาพที่ 8	ปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกของ เนื้อปลาโมงบดที่ผ่านการบ่มที่ pH 2.0 – 12.0 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	44
ภาพที่ 9	รูปแบบโปรตีนของเนื้อปลาโมงบดที่ผ่านการบ่มที่ pH 2.0 – 11.0 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 นาที	45
ภาพที่ 10	ปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกของ เนื้อปลาโมงผสมสารยับยั้งเอนไซม์โปรตีนเนสชนิดต่างๆ ที่ผ่านการบ่มที่ pH 4.0 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	48
ภาพที่ 11	ปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกของ เนื้อปลาโมงผสมสารยับยั้งเอนไซม์โปรตีนเนสชนิดต่างๆ ที่ผ่านการบ่มที่ pH 9.0 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	49
ภาพที่ 12	รูปแบบโปรตีนของเนื้อปลาโมงบดผสมสารยับยั้งเอนไซม์โปรตีนเนสชนิดต่างๆ ที่ ผ่านการบ่มที่ pH 4.0 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	50
ภาพที่ 13	รูปแบบโปรตีนของเนื้อปลาโมงบดผสมสารยับยั้งเอนไซม์โปรตีนเนสชนิดต่างๆ ที่ ผ่านการบ่มที่ pH 9.0 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	51
ภาพที่ 14	ความแข็งแรงของเจลจากเนื้อปลาโมงบ่มที่อุณหภูมิต่างๆ	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า	
ภาพที่ 15	ความยืดหยุ่นของเจลจากเนื้อปลาโมงบ่มที่อุณหภูมิต่างๆ	54
ภาพที่ 16	ร้อยละการสูญเสียน้ำของเจลเนื้อปลาโมงที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิต่างๆ	56
ภาพที่ 17	ปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกของเจล จากเนื้อปลาโมงที่ผ่านการเซตเจลที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 60 นาที (ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 120 นาที)	57
ภาพที่ 18	SDS-PAGE ของเจลจากเนื้อปลาโมงที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิต่างๆ	58
ภาพภาคผนวกที่ 1	กราฟมาตรฐานไทโรซีน โดยวิธี Lowry ตามวิธีของ Lowry and others (1951)	77