รูปแบบเอ็นไซม์ในทางเดินอาหารของลูกปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch) ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิด

นางสาวอัญชลี คงสมบูรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
หลักสูตรวิทยาศาสตร์ทางทะเล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2531

ISBN 974 - 568 - 679 - 4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015254

DIGESTIVE ENZYME PATTERNS IN DIGESTIVE TRACT OF YOUNG WHITE SEA BASS, LATES CALCARIFER (BLOCH) FEEDING WITH DIFFERENT DIETS

MISS Unchalee Kongsomboon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for the Degree of Master of Science

Program Marine Biology

Graduate School

Chulalongkorn University

1988

หัวข้อวิทยานิพนธ์	รูปแบบเอ็นไซม์ในทางเดินอาหารของลูกปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch) ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิด
โดย	นางสาว อัญชลี ดงสมบูรณ์
ภาควิชา	หลักสูตรวิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สัณห์ นฤชยกุล
	ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.สัณห์ นฤชยกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

อัญชลี คงสมบูรณ์ : รูปแบบเอนไซม์ในทางเดินอาหารของลูกปลากะพงขาว Lates calcarifer (Bloch) ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิด (DIGESTIVE ENZYME PATTERNS IN DIGESTIVE TRACT OF YOUNG WHITE SEA BASS, Lates calcarifer (Bloch) FEEDING WITH DIFFERENT DIETS) อ.ที่ปรึกษา รศ.ดร.สัณห์ พณิชยกุล, 136 หน้า.

จากการศึกษารูปแบบการพัฒนาการผลิตเอนไซม์ย่อยอาหาร (ไคติเนส ทริปซิน เปปซิน และอมายเลส) และศึกษาผลของอาหารต่างชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกปลากะพงขาว Lates calcarifer โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ให้อาหารมีชีวิตตลอดการทดลองตามช่วงอายุที่เหมาะสมดังนี้คือ โรติเฟอร์ อาร์ทีเมีย กุ้งเคอย และเนื้อปลาข้างเหลือง (Caranx leptolepsis) สับละเอียด กลุ่มที่ 2 ให้อาหารมีชีวิตและอาหารสูตรสำเร็จสลับกันครั้งละ 12 ชั่วโมง ส่วนกลุ่มที่ 3 ให้อาหารสูตรสำเร็จเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเสริมด้วยอาหารมีชีวิต 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เมื่อทำการเพาะเลี้ยงลูกปลากะพงขาวตั้งแต่อายุ 15 วันหลังฟักออกเป็นตัวจนถึงสิ้นสุดการทดลอง

ผลการวิจัยพบว่าลูกปลากะพงขาวในกลุ่มที่ 2 และ 3 มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่าในกลุ่มที่ 1 ในขณะที่อัตราการรอดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 3 กลุ่มทดลอง จากการศึกษารูปแบบการพัฒนาเอนไซม์ย่อยอาหารชนิดต่าง ๆ ในทางเดินอาหาร 3 ส่วน คือ กระเพาะอาหาร (หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร) ลำไส้ (ไส้ตัน - ทวารหนัก) และส่วนของทางเดินอาหารทั้งหมด (หลอดอาหาร - ทวารหนัก) พบว่าเอนไซม์ไคติเนสทำงานได้ดีที่สุดในช่วง พี.เอช. ระหว่าง 4.5 - 5.5 และมีรูปแบบการสังเคราะห์เอนไซม์คล้ายคลึงกันในทุกส่วนของทางเดินอาหาร โดยที่รูปแบบของการสังเคราะห์นี้ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุของลูกปลา แต่มีความสัมพันธ์อย่างเห็นได้ชัดว่าขึ้นกับชนิดของอาหารที่มีไคตินเป็นองค์ประกอบ ส่วนในกรณีของทริปซินตรวจพบแอคติวิตีได้เฉพาะในส่วนของลำไส้เท่านั้น และทำงานได้ดีที่สุดในช่วง พี.เอช. 8 - 9 โดยมีรูปแบบการพัฒนาของเอนไซม์สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและความเข้มข้นของโปรตีนในทางเดินอาหาร เมื่อทำการศึกษาเอนไซม์ย่อยโปรตีนอีกชนิดหนึ่งคือเปปซิน ปรากฏว่าตรวจพบแอคติวิตีได้ในทั้ง 2 ส่วนของทางเดินอาหาร คือในส่วนกระเพาะอาหาร และส่วนของลำไส้ โดยแอคติวิตีในกระเพาะมีค่าสูงมาก รูปแบบของการสังเคราะห์เอนไซม์เปปซินนั้นปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กับชนิดและองค์ประกอบของอาหารที่ให้ สำหรับเอนไซม์อมายเลสไม่สามารถตรวจพบแอคติวิตีได้เลยในทุกส่วนของทางเดินอาหารตลอดระยะการทดลอง 120 วัน

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ชีววิทยาทางทะเล

ปีการศึกษา 2530 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

UNCHALEE KONGSOMBOON : DIGESTIVE ENZYME PATTERNS IN DIGESTIVE TRACT OF YOUNG WHITE SEA BASS, Lates calcarifer (Bloch) FEEDING WITH DIFFERENT DIETS. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. SANHA PANICHAJAKUL, Ph.D. 136 PP.

The developmental pattern of various digestive enzymes (chitinase, trypsin, pepsin and amylase) were studied in the digestive tract of Lates calcarifer (Bloch) feeding with 3 different types of diets. Effect of natural food and compound diets on growth and survival rate were also studied. A series of living diets namely rotifer, artemia, small marine shrimp and fish meat (Caranx leptolepsis) were fed at various time intervals (group 1). The second group consisted of alternated feeding i.e. 12 hrs compound diet and 12 hrs living diets. The third are increased feeding time for compound diet to 24 hrs and add with the living diets only 6 hrs per week. The white sea bass larvae (15 days after hatching) receiving the compound diet either 12 or 24 hrs resulted in lower growth but nonsignificantly different in survival rate. The optimum pH of chitinase was illustrated at 4.5 - 5.5. The pattern of developmental stage of chitinase enzyme in both stomach (oesophagus-stomach) and intestinal portion (pyloric caeca-anus) are similar and also resemble to the pattern found in the whole digestive tract (oesaphagus-anus). The alterations of chitinase activity during growth and development were not corresponding to the age but rather obviously induced by the chitin composition in food-feeding. In the evident of trypsin activity, it was found only in the intestinal portion of L. calcarifer but did not indicated in the stomach portion. White sea bass intestinal trypsin established pH optimal at 8 - 9. There was a close correlation between the growth and trypsin development in young white sea bass. Mean while the increment of protein biosynthesis was also closly related to the elevation of enzyme activity in all two portions of digestive tract. Almost the whole activity of pepsin was found in the stomach portion but only slightly indicated in the intestine. The irregular pattern of pepsin activity was indicated in the digestive tract of young white sea bass but likely independent on the type and composition of fed diets. No significantly amount of amylase activity can be detected in any portions of digestive tract during the period of feeding for 120 days.

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ชีววิทยาทางทะเล

ปีการศึกษา 2530 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จและความสมบูรณ์ในเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความช่วยเหลือคำแนะนำตลอดจนการตรวจแก้ไขเป็นอย่างดีจากรองศาสตราจารย์ ดร.สัณห์ ผลิชยกุล ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, ซึ่งกรุณาเป็นที่ปรึกษาให้ ผู้เขียนใคร่กราบขอบพระคุณด้วยจิตสำนึกของความเคารพและศรัทธาอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ ที่ได้กรุณารับเป็นที่ปรึกษาร่วมและให้คำแนะนำตรวจทานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้อีกครั้งหนึ่ง และใคร่กราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์ ที่กรุณาเป็นประธานสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณกองประมงน้ำกร่อยที่กรุณาอนุมัติให้ใช้ลูกปลากะพงขาวจากสถานีประมงน้ำกร่อย จังหวัดระยอง และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณหัวหน้าสถานีประมงทั้งสองแห่งได้แก่นายพิชิต ศรีมุกดาและนายทรงชัย สหวัชรรินทร์ ตลอดจนผู้อำนวยการศูนย์พัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออก ที่กรุณาอนุญาตให้ใช้สถานที่และอำนวยความสะดวกต่างๆ ด้วยดีและขอขอบคุณนักวิชาการ เจ้าหน้าที่ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำทางด้านวิชาการอย่างกว้างขวางจนทำให้การทดลองสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการปฏิบัติการกิจการวิจัยทรัพยากรณ์สิ่งมีชีวิตทางน้ำ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล สถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทะเลและศูนย์ฝึกนิสิตเกาะสีชัง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และบัณฑิตวิทยาลัย แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.มนูวดี หังสพฤกษ์, ดร.ศิริชัย ธรรมวาณิช, ดร.วิไลวรรณ อุทุมพฤกษ์พร ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ความช่วยเหลือต่างๆ ตลอดถึงปลุกสำนึกให้กำลังใจแก่ผู้เขียนมาโดยตลอด และกราบขอบพระคุณคณาจารย์แห่งภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลและครู อาจารย์ทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความรู้ ถ่ายทอดประสบการณ์ ความรัก ความอบอุ่น และปรารถนาดีให้มีสำนึกที่ดีถูกต้องและมีประสิทธิภาพพอในอันที่จะต่อสู้กับอุปสรรคในวิถีแห่งชีวิตในอนาคตสืบต่อไป

บุคคลที่ผู้เขียนขอน้อมรับไว้ในความทรงจำด้วยความขอบคุณยิ่ง คือ พี่ เพื่อน และน้องในภาควิทยาศาสตร์ทางทะเลและภาควิชาอื่นทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ กำลังใจรวมทั้งมิตรภาพอันดียิ่งต่อกันมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ผู้เขียนใคร่กราบขอบพระคุณบุพการีอันได้แก่ คุณพ่อ-คุณแม่ พี่และน้องของผู้เขียนที่ให้ความช่วยเหลือ กำลังใจ ตลอดจนความรักความอบอุ่นอันมีค่ายิ่งต่อผู้เขียนตลอดระยะเวลาการศึกษานี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ท
สารบัญรูป ..... ณ

บทที่ 1 บทนำ 1
บทที่ 2 วัสดุและวิธีการทดลอง 18
2.1 ครุภัณฑ์ 18
2.1.1 ครุภัณฑ์ในการศึกษาแอคติวิตีของเอ็นไซม์ 18
2.1.2 ครุภัณฑ์สำหรับการเพาะเลี้ยง 19
2.2 เคมีภัณฑ์ .....
2.2.1 เคมีภัณฑ์ในการศึกษาแอคติวิตีของเอ็นไซม์
2.2.2 เคมีภัณฑ์การเพาะเลี้ยง 21
2.3 สัตว์ทดลองและการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ 23
2.3.1 การเตรียมพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ปลากะพงขาว
2.3.2 การรวบรวมไข่และการฟักไข่ .....
2.3.3 บ่อและการเตรียมบ่ออนุบาล 23
2.3.4 อาหารการเตรียมอาหาร .....
2.3.4.1 อาหารมีชีวิต
2.3.4.1.1 การเตรียมโรติเฟอร์
2.3.4.1.2 การเตรียมอาร์ทีเมีย
2.3.4.2 อาหารสูตรสำเร็จ 24
2.3.4.2.1 การเตรียมอาหารสูตรสำเร็จ
2.3.5 การเตรียมน้ำและระบบน้ำในการอนุบาล 25

หน้า

2.4 วิธีการดำเนินการทดลอง 25
2.4.1 การอนุบาลลูกปลาอายุ 0-15 วัน
2.4.2 การอนุบาลลูกปลาอายุ 15-120 วัน
2.4.3 การเก็บตัวอย่างปลาเพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโต และแอคติวิตีของเอ็นไซม์ 29
2.4.4 การวัดและการชั่งน้ำหนักลูกปลา 33
2.4.5 การเตรียมสารละลายเพื่อศึกษาแอคติวิตของเอ็นไซม์
2.4.5.1 สารละลายสำหรับหาปริมาณโปรตีน .....
2.4.5.2 สารละลายสำหรับวัดแอคติวิตีของทริปซิน 35
2.4.5.3 สารละลายสำหรับวัดแอคติวิตีของไคติเนส 36
2.4.5.4 สารละลายสำหรับวัดแอคติวิตีของเปปซิน 37
2.4.5.5 สารละลายสำหรับวัดแอคติวิตีของอมายเลส 38
2.4.5.6 สารละลายเอ็นไซม์ .....
2.4.6 วิธีการวิเคราะห์แอคติวิตีของเอ็นไซม์ (Enzymes activities)
2.4.6.1 ปริมาณโปรตีนในเอ็นไซม์
2.4.6.2 แอคติวิตีของทริปซิน
2.4.6.3 แอคติวิตีของไคติเนส 39
2.4.6.4 แอคติวิตีของเปปซิน
2.4.6.5 แอคติวิตีของอมายเลส 40
บทที่ 3 ผลการทดลอง .....
3.1 การศึกษาเปรียบเทียบศักยภาพและรูปแบบการเจริญเติบโตของลูกปลากะพงขาวเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติและอาหารสูตรสำเร็จที่เตรียมขึ้นเอง 41
3.1.1 อัตราการรอด
3.1.2 อัตราการเจริญเติบโต .....
3.2 ศึกษาชนิดของเอ็นไซม์ย่อยอาหารที่พบในทางเดินอาหารของลูกปลากะพงขาวที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิด 45

หน้า

3.3 ผลการศึกษา พี.เอช. ที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอ็นไซม์ในลูกปลากะพงขาว 50

3.3.1 ผลการศึกษา พี.เอช. ที่เหมาะสมต่อการทำงานของไคติเนส

3.3.2 ผลการศึกษา พี.เอช. ที่เหมาะสมต่อการทำงานของทริปซิน

3.3.3 ผลการศึกษา พี.เอช. ที่เหมาะสมต่อการทำงานของเปปซิน

3.4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะและรูปแบบการผลิตเอ็นไซม์ย่อยอาหาร ในทางเดินอาหารของลูกปลากะพงขาวกับช่วงอายุของการเจริญเติบโต .....

3.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะ และรูปแบบของการผลิตเอ็นไซม์ไคติเนส ในทางเดินอาหารกับช่วงอายุการเจริญเติบโต 50

3.4.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะและรูปแบบของการผลิตเอ็นไซม์ไคติเนสในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหาร (หลอดอาหาร-กระเพาะอาหาร) ของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3.. 53

3.4.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะและรูปแบบของการผลิตเอ็นไซม์ไคติเนสในทางเดินอาหารส่วนลำไส้ (ไส้ติ่ง-ทวารหนัก) ของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3, ... 55

3.4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะและรูปแบบของการผลิตเอ็นไซม์ไคติเนสในส่วนของทางเดินอาหารทั้งหมด (หลอดอาหาร-ทวารหนัก) ของลูกปลากะพงขาว กลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3,

3.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะและรูปแบบการผลิตเอ็นไซม์ทริปซิน ในทางเดินอาหารกับช่วงอายุการเจริญเติบโต 58

3.4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะและรูปแบบการผลิตเอ็นไซม์ทริปซินในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหาร (หลอดอาหาร-กระเพาะอาหาร), ส่วนลำไส้ (ไส้ติ่ง-ทวารหนัก) ของลูกปลากะพงขาว กลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 58

หน้า

3.4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิติจำเพาะและรูปแบบการผลิตเอ็นไซม์ทริปซินในทางเดินอาหารส่วนส่วนทางเดินอาหารทั้งหมด (หลอดอาหาร-ทวารหนัก) ของลูกปลากะพงขาว กลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3

3.4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะ และรูปแบบของการผลิตเอ็นไซม์เปปซิน ในทางเดินอาหารกับช่วงอายุการเจริญเติบโต 62

3.4.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะ และรูปแบบของการผลิตเอ็นไซม์เปปซิน ในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหาร (หลอดอาหาร-กระเพาะอาหาร), ลำไส้ (ไส้ติ่ง-ทวารหนัก) และส่วนของทางเดินอาหารทั้งหมด ในลูกปลากะพงขาว กลุ่มที่ 1 , กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3

3.5 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อปริมาตรของเหลวในทางเดินอาหารและรูปแบบการผลิตเอ็นไซม์ย่อยอาหารในทางเดินอาหารของลูกปลากะพงขาว กับช่วงอายุของการเจริญเติบโต 66

3.5.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อปริมาตรของเหลวในทางเดินอาหารและรูปแบบการผลิตเอ็นไซม์ไคติเนสในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหาร (หลอดอาหาร-ทวารหนัก) ลูกปลากะพงขาว

3.5.1.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อปริมาตรของเหลวในทางเดินอาหารและรูปแบบการผลิตเอ็นไซม์ในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหาร (หลอดอาหาร-กระเพาะอาหาร) ลูกปลากะพงขาว กลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 69

3.5.1.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อปริมาตรของเหลวในทางเดินอาหารส่วนลำไส้ (ไส้ติ่ง-ทวารหนัก) ลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3

3.5.1.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อปริมาตรของเหลวในทางเดินอาหารทั้งหมด (หลอดอาหาร-ทวารหนัก) ลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 72

3.5.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อปริมาตรของเหลวในทางเดินอาหารและรูปแบบการผลิตเอ็นไซม์ทริปซินในทางเดินอาหารของลูกปลากะพงขาวช่วงอายุการเจริญเติบโต 74

หน้า

3.5.2.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อปริมาตรของเหลวในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหาร (หลอดอาหาร-กระเพาะอาหาร), ลำไส้ (ไส้ติ่ง-ทวารหนัก) ของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3

3.5.2.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อปริมาตรของเหลวในทางเดินอาหารส่วนของทางเดินอาหารทั้งหมด (หลอดอาหาร-ทวารหนัก) ของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 76

3.5.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อปริมาตรของเหลวในทางเดินอาหารและรูปแบบการผลิตเอ็นไซม์เปปซินในทางเดินอาหารของลูกปลากะพงขาวช่วงอายุการเจริญเติบโต 78

3.5.3.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อปริมาตรของเหลวในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหาร (หลอดอาหาร-กระเพาะอาหาร), ลำไส้ (ไส้ติ่ง-ทวารหนัก) ของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3

3.5.3.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อปริมาตรของเหลวในทางเดินอาหารส่วนของทางเดินอาหารทั้งหมด (หลอดอาหาร-ทวารหนัก) ของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 80

3.6 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อน้ำหนักทางเดินอาหารและรูปแบบของการผลิตเอ็นไซม์ย่อยอาหารของลูกปลากะพงขาวกับช่วงอายุของการเจริญเติบโต 81

3.6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อน้ำหนักทางเดินอาหารและรูปแบบของการผลิตเอ็นไซม์ไคติเนสในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหาร (หลอดอาหาร-กระเพาะอาหาร), ลำไส้ (ไส้ติ่ง-ทวารหนัก) ลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 82

3.6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อน้ำหนักทางเดินอาหารและรูปแบบของการผลิตเอ็นไซม์ทริปซินในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหาร (หลอดอาหาร-กระเพาะอาหาร), ลำไส้ (ไส้ติ่ง-ทวารหนัก)

หน้า

และส่วนของทางเดินอาหารทั้งหมด (หลอดอาหาร-ทวารหนัก) ของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, 2, 3

3.6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีต่อน้ำหนักทางเดินอาหารและรูปแบบของการผลิตเอ็นไซม์เปปซินในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหาร (หลอดอาหาร-กระเพาะอาหาร), ลำไส้ (ไส้ติ่ง-ทวารหนัก) และส่วนของทางเดินอาหารทั้งหมด (หลอดอาหาร-ทวารหนัก) ของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, 2, 3 86

3.7 การตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่ออนุบาล 90

บทที่ 4 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 93

เอกสารอ้างอิง 110

ภาคผนวก 117

การตรวจสอบข้อมูลว่ามาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ 118

การวิเคราะห์ความแปรปรวน 119

1. ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์ของอัตราการอดที่ติดตามศึกษาในลูกปลากะพงขาวแต่ละช่วงที่เก็บตัวอย่าง 123

2. การเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตทางด้านความยาว 124

3. การเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนัก 125

4. เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ไคติเนสในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหาร.. 126

5. เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ไคติเนสในทางเดินอาหารส่วนลำไส้ 127

6. เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ไคติเนสในทางเดินอาหารทั้งหมด 128

7. เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ทริปซินในทางเดินอาหารส่วนลำไส้ 129

8. เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ทริปซินในทางเดินอาหารทั้งหมด 130

9. เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์เปปซินในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะ 131

10. เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์เปปซินในทางเดินอาหารส่วนลำไส้ 132

11. เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์เปปซินในทางเดินอาหาร 133

12. ข้อมูลแสดงค่าการดูดกลืนแสงของ Nacetyl-D-glucosamine ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ 134

13. กราฟมาตราฐานสำหรับวิเคราะห์แอคติวิตีของเอ็นไซม์ไคติเนส 135

14. กราฟมาตราฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธีลอรี 136

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. ตัวอย่างชนิดและปริมาณอาหารที่ใช้อนุบาลลูกปลากะพงขาววัยอ่อนที่ช่วงอายุต่างๆ.... 2
2. แสดงคุณค่าทางอาหารของโรติเฟอร์ (Branchionus plicatilis)..... 5
3. แสดงคุณค่าทางอาหารของอาร์ทีเมีย (Artemia salina) 5
4. แสดงคุณค่าทางอาหารของกุ้งฝอย เคอย 5
5. แสดงคุณค่าทางอาหารของปลาข้างเหลือง (Caranx leptolipsis) 5
6. แสดงกรดอะมิโนอาร์ทีเมียระยะนอร์เพลียสจากแหล่งต่างๆ ของโลก 6
7. แสดงองค์ประกอบของกรดไขมันในอาร์ทีเมียที่เริ่มฟักออกเป็นตัว 7
8. ส่วนประกอบและคำนวนคุณค่าทางอาหารของอาหารสูตรสำเร็จ 25
9. ชนิดและปริมาณของแร่ธาตุรวม (mineral mix) ที่ใช้ในอาหารสูตรสำเร็จ 26
10. ชนิดและปริมาณของวิตามินรวม (vitamin mix) ที่ใช้ในอาหารสูตรสำเร็จ 27
11. ลักษณะการให้อาหารลูกปลากะพงขาวในแต่ละวันตลอดการทดลอง 29
12. ลักษณะการให้อาหารลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1 ในแต่ละวันตลอดการทดลอง นาน 120 วัน 30
13. ชนิดของอาหารและช่วงอายุของลูกปลากะพงขาว กลุ่มที่ 1 ที่ทำการเก็บตัวอย่าง ตลอดระยะเวลาของการเลี้ยงนาน 120 วัน 31
14. ลักษณะการให้อาหารลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 2 ในแต่ละวัน ตลอดการทดลอง นาน 120 วัน 31
15. ชนิดของอาหารและช่วงอายุของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 2 ที่ทำการเก็บตัวอย่าง ตลอดระยะเวลาของการเลี้ยงนาน 120 วัน 32
16. ลักษณะการให้อาหารลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 3 ในแต่ละวัน ตลอดการทดลอง นาน 120 วัน 32
17. ชนิดของอาหารและช่วงอายุของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 3 ที่ทำการเก็บตัวอย่าง ตลอดระยะเวลาของการเลี้ยงนาน 120 วัน 32
18. แสดงอัตราการรอดของลูกปลากะพงขาวที่เลี้ยงในตู้กระจก 42
19. ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของอัตราการอดที่ติดตามศึกษาในแต่ละช่วงที่เก็บตัวอย่าง.... 44
20. ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตทางด้านความยาวของ ลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 48

หน้า

21. ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 .....
22. ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตของลูกปลากะพงขาวด้วยวิธี t-test 49
23. ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ไคติเนสในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหารของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 .. 59
24. ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ไคติเนสในทางเดินอาหารส่วนลำไส้ของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 .....
25. ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ไคติเนสในส่วนของทางเดินอาหารทั้งหมดของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 60
26. ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ทริปซินในทางเดินอาหารส่วนลำไส้ของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่ม .....
27. ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ทริปซินทานส่วนของทางเดินอาหารทั้งหมดของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่ม 64
28. ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์เปปซินในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหารของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่ม .....
29. ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์เปปซินในทางเดินอาหารส่วนลำไส้ของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่ม 68
30. ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์เปปซินในทางเดินอาหารทั้งหมดของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่ม
31. แสดงรายละเอียดของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในระหว่างการเจริญของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 92

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1. โครงสร้างของ อมายเลส 14
2. อัตราการรอดของลูกปลากะพงขาวซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิด 43
3. อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกปลากะพงขาวกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 46
4. อัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของลูกปลากะพงขาว กลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 47
5. พี. เอช. ที่เหมาะสมต่อการเร่งปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ไคติเนสที่ได้จากของเหลวในทางเดินอาหารของลูกปลากะพงขาว 51
6. พี.เอช. ที่เหมาะสมต่อการเร่งปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ทริปซินที่ได้จากของเหลวในทางเดินอาหารของลูกปลากะพงขาว 52
7. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะของเอ็นไซม์ไคติเนสในกระเพาะอาหารของลูกปลากะพงขาว 54
8. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะของเอ็นไซม์ไคติเนสในลำไส้ของลูกปลากะพงขาว 56
9. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะของเอ็นไซม์ไคติเนสในทางเดินอาหารของลูกปลากะพงขาว 57
10. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะของเอ็นไซม์ทริปซินในกระเพาะอาหารลำไส้ของลูกปลากะพงขาว 61
11. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะของเอ็นไซม์ทริปซินในทางเดินอาหาร .. 63
12. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะของเอ็นไซม์เปปซินในกระเพาะอาหารลำไส้ของลูกปลากะพงขาว 65
13. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีจำเพาะของเอ็นไซม์ทริปซินในทางเดินอาหารของลูกปลากะพงขาว 67
14. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตี/มล. ของเอ็นไซม์ไคติเนสในกระเพาะอาหารของลูกปลากะพงขาว 70
15. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิติ/มล. ของเอ็นไซม์ไคติเนสในลำไส้ของลูกปลากะพงขาว 71

หน้า

16. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตี/มล. ของเอ็นไซม์ไคติเนสในทางเดินอาหารของลูกปลากะพงขาว 73
17. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตี/มล. ของเอ็นไซม์ทริปซินในลำไส้ของลูกปลากะพงขาว 75
18. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตี/มล. ของเอ็นไซม์ทริปซินในทางเดินอาหารทั้งหมด 77
19. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตี/มล. ของเอ็นไซม์เปปซินในกระเพาะอาหารของลูกปลากะพงขาว 79
20. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตี/มล. ของเอ็นไซม์เปปซินในทางเดินอาหารทั้งหมด 81
21. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตี/กรัมน้ำหนักกระเพาะอาหารของเอ็นไซม์ไคติเนส..83
22. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตี/กรัมน้ำหนักลำไส้ของเอ็นไซม์ไคติเนส 84
23. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตี/กรัมน้ำหนักทางเดินอาหาร 85
24. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตี/กรัมน้ำหนักลำไส้ของเอ็นไซม์ทริปซิน 87
25. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตี/กรัมน้ำหนักทางเดินอาหารเอ็นไซม์ทริปซิน 88
26. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตี/กรัมน้ำหนักกระเพาะอาหารของเอ็นไซม์เปปซิน.. 89
27. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตี/กรัมน้ำหนักทางเดินอาหารของเอ็นไซม์เปปซิน.. 91