ประสิทธิภาพการย่อยอาหารในหลอดทดลองของปลากะพงขาว *(Lates calcarifer)* ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดที่มีการทดแทนปลาป่น

ธนัย สุรศิลป์

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวาริชศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤศจิกายน 2548

ISBN 974-502-639-5

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ ธนัย สุรศิลป์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญรัตน์ ประทุมชาติ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิ่มรัตน์)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญรัตน์ ประทุมชาติ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิ่มรัตน์)

..... กรรมการ

(ดร.สุริยัน ธัญกิจจานุกิจ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

วันที่ ...11.... เดือน พฤศจิกายน... พ.ศ. 2548

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาให้คำปรึกษาในการศึกษาค้นคว้าและการเพิ่มพูนประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการช่วยเหลือในหลาย ๆ ด้านจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย ซึ่งเป็นประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญรัตน์ ประทุมชาติ และ รองศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ ซึ่งเป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ที่ช่วยแนะนำให้คำปรึกษาทำให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่กรุณาให้คำอบรมสั่งสอน สนับสนุนให้ทุนการศึกษา และเป็นกำลังใจในการศึกษามาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณคุณประสาร อินทเจริญ คุณสรนนท์ วัฒนพันธุ์ และคุณวิไล ประคองทรัพย์ ที่ได้ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ที่ให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงผู้ที่มีส่วนร่วมช่วยเหลือทุกท่านในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ธนัย สุรศิลป์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

43910829: สาขาวิชา: วาริชศาสตร์; วท.ม. (วาริชศาสตร์)
คำสำคัญ: ประสิทธิภาพการย่อยอาหารในหลอดทดลอง/ แอคติวิตีจำเพาะ/ ทริปซิน/ ไคโมทริปซิน

ธนัย สุรศิลป์: ประสิทธิภาพการย่อยอาหารในหลอดทดลองของปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดที่มีการทดแทนปลาป่น (*IN VITRO* DIGESTIBILITY OF SEABASS (*Lates calcarifer*) DIETS BASED ON FISHMEAL REPLACEMENT) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, Ph.D., บุญรัตน์ ประทุมชาติ, Ph.D., สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, Ph.D. 63 หน้า. ปี พ.ศ. 2548. ISBN 974-502-639-5

การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยอาหารในหลอดทดลองของปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดที่มีการทดแทนปลาป่น โดยนำปลากะพงขาวที่มีอายุ 20, 30, 60 และ 90 วัน มาหาค่าแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินที่อุณหภูมิ 30-70 องศาเซลเซียส และค่าแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซินที่อุณหภูมิ 20-60 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่าปลากะพงขาวจะมีแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินและไคโมทริปซินสูงสุดอยู่ที่อุณหภูมิ 60 และ 50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ปลากะพงขาวที่มีอายุ 20 วันจะมีค่าแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินและไคโมทริปซินสูงกว่าปลาช่วงอายุอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การย่อยวัตถุดิบอาหารในหลอดทดลองของปลากะพงขาวโดยใช้ปลาป่น กากถั่วเหลืองป่น กากถั่วลิสงป่น แป้งมันสำปะหลัง เนื้อและกระดูกป่น และเลือดป่น พบว่าปลากะพงขาวสามารถย่อยปลาป่นได้สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รองลงมาคือกากถั่วเหลืองป่น ดังนั้น กากถั่วเหลืองป่นจึงเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมที่จะนำมาทดแทนปลาป่น เมื่อนำกากถั่วเหลืองป่นมาทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารสำหรับปลากะพงขาวที่ 30, 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์แล้วนำมาย่อยในหลอดทดลองพบว่า อาหารปลากะพงขาวที่ทดแทนปลาป่นด้วยกากถั่วเหลืองป่น 30 เปอร์เซ็นต์จะมีประสิทธิภาพการย่อยอาหารประเภทโปรตีนได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ก็ยังมีค่าต่ำกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีการทดแทนปลาป่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

43910829: MAJOR: AQUATIC SCIENCE: M.Sc. (AQUATIC SCIENCE)
KEYWORDS: *IN VITRO* DIGESTIBILITY/ SPECIFIC ACTIVITY/ TRYPSIN/ CHYMOTRYPSIN

THANAI SURASILP: *IN VITRO* DIGESTIBILITY OF SEABASS (*Lates calcarifer*) DIETS BASED ON FISHMEAL REPLACEMENT. THESIS ADVISORS: VERAPONG VUTHIPHANDCHAI, Ph.D., BOONYARATH PRATOOMCHAT, Ph.D., SUBUNTITH NIMRAT, Ph.D. 63 P. 2005. ISBN 974-502-639-5

A number of seabass (*Lates calcarifer*) were sampled for determination of digestive enzyme activity at 20, 30, 60 and 90 days after hatching to examine specific trypsin activity at 30-70 °C and specific chymotrypsin activity at 20-60 °C. The optimum temperatures for specific activity of trypsin and chymotrypsin were 60 °C and 50 °C, respectively ($p < 0.05$). Highest levels of trypsin and chymotrypsin activity observed in seabass at the age of 20 days after hatching were significantly higher than those in other treatments ($p < 0.05$).

In vitro digestibility of feedstuff by seabass was performed by digesting fishmeal, peanut, cassava powder, meat and bone, blood meal and soybean with extracted enzyme from seabass. The result indicated that extracted enzyme digested fishmeal more efficiently than other feedstuffs ($p < 0.05$). Soybean meal was shown to be the most suitable feedstuffs for replacement of fishmeal in diet. *In vitro* digestibility of soybean was significantly higher than other feedstuffs ($p < 0.05$).

In vitro digestibility of fishmeal replacement diets with soybean at 30, 45 and 60 % replacement showed that the use of 30% soybean in diet had significant higher levels of protein digestibility than those in the other two treatments ($p < 0.05$), but significantly lower than in the control diet ($p < 0.05$).

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในงานวิจัย 2

สมมติฐานในการวิจัย 2

ขอบเขตของการวิจัย 3

นิยามศัพท์เฉพาะ 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

ชีววิทยาบางประการของปลากะพงขาว 4

ความต้องการอาหารของปลา 5

ความต้องการสารอาหารของปลากะพงขาว 11

เอนไซม์ย่อยอาหาร 13

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย 21

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 21

วิธีการทดลอง 22

การจัดเตรียมวัตถุดิบ 26

สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองการประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลอง 27

การวิเคราะห์ทางสถิติ 27

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการศึกษา	28
แอคติวิตีของทริปซินในปลากะพงขาว	28
แอคติวิตีของไคโมทริปซินในปลากะพงขาว	32
ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในวัตถุดิบอาหารในหลอดทดลองของปลากะพงขาว	36
ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในอาหารเม็ดที่มีการทดแทนปลาป่นในหลอดทดลองของปลากะพงขาว	37
5 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	38
อภิปรายผลการทดลอง	38
ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในวัตถุดิบอาหารในหลอดทดลองของปลากะพงขาว	40
ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในอาหารเม็ดที่มีการทดแทนปลาป่นในหลอดทดลองของปลากะพงขาว	41
สรุปผลการทดลอง	42
ข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	50
ภาคผนวก ก แสดงตารางผลการวิเคราะห์ SPSS	51
ภาคผนวก ข สูตรอาหารอ้างอิง และสูตรโครงสร้างที่ใช้ในการวิจัย	58
ประวัติย่อของผู้วิจัย	63

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความต้องการเกลือแร่ (มิลลิกรัม/ อาหาร 1 กิโลกรัม) ของสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ	10
2	คุณค่าทางโภชนาการ (%) ของวัตถุดิบอาหารที่มักนิยมใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารสัตว์น้ำ	13
3	ส่วนประกอบของสูตรอาหารต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง	27
4	แอคติวิตีของทริปซิน (μmol p-Nitroaniline h^{-1} ml^{-1}) ของปลากะพงขาวอายุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่างกัน	29
5	ปริมาณโปรตีนในเอนไซม์ที่สกัดออกมาจากปลากะพงขาวที่มีอายุต่าง ๆ	30
6	แอคติวิตีจำเพาะของทริปซิน (μmol p-Nitroaniline h^{-1} mg $Protein^{-1}$) ของปลากะพงขาวอายุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่างกัน	31
7	แอคติวิตีของไคโมทริปซิน (μmol p-Nitroaniline h^{-1} ml^{-1}) ของปลากะพงขาวอายุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่างกัน	33
8	แอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซิน (μmol p-Nitroaniline h^{-1} mg $Protein^{-1}$) ของปลากะพงขาวอายุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่างกัน	35
9	ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลองของปลากะพงขาว (μmol DL-Alanine) ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่าง ๆ	36
10	ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลองของปลากะพงขาว (μmol DL-Alanine) ในอาหารเม็ดที่มีการทดแทนปลาป่นด้วยกากถั่วเหลืองที่เปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ	37
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินของปลากะพงขาวที่อุณหภูมิต่าง ๆ	52
12	ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินที่อุณหภูมิต่าง ๆ	52
13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินของปลากะพงขาวที่มีอายุแตกต่างกัน	53
14	ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินที่มีอายุแตกต่างกัน	53
15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซินของปลากะพงขาวที่อุณหภูมิต่าง ๆ	54
16	ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซินที่อุณหภูมิต่าง ๆ	54

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซินของปลากะพงขาวที่มีอายุแตกต่างกัน 55

18 ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซินที่มีอายุแตกต่างกัน..... 55

19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลองของวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ 56

20 ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลองของวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ 56

21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลองของอาหารเม็ดที่มีการทดแทนปลาป่นด้วยกากถั่วเหลืองป่นที่เปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ 57

22 ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลองของอาหารเม็ดที่มีการทดแทนปลาป่นด้วยกากถั่วเหลืองป่นที่เปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ 57

23 ส่วนประกอบของสูตรอาหารอ้างอิงที่ใช้ในการทดลอง 59

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*)	4
2	การใช้พลังงานจากอาหารเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ภายในร่างกายของสัตว์น้ำ	6
3	แอคติวิตีของทริปซิน (µmol p-Nitroaniline h^{-1} ml^{-1}) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของปลากะพงขาว ที่มีอายุ ระหว่าง 20-90 วัน	30
4	แอคติวิตีจำเพาะของทริปซิน (µmol p-Nitroaniline h^{-1} mg $Protein^{-1}$) ของปลากะพงขาวในช่วงอายุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่างกัน	32
5	แอคติวิตีของไคโมทริปซิน (µmol p-Nitroaniline h^{-1} ml^{-1}) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของปลากะพงขาวที่มีอายุ ระหว่าง 20-90 วัน	34
6	แอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซิน (µmol p-Nitroaniline h^{-1} mg $Protein^{-1}$) ของปลากะพงขาวในช่วงอายุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่างกัน	35
7	สูตรโครงสร้างของ Nα-Benzoyl-DL-Arginine 4-Nitroanilide Hydrochloride	59
8	สูตรโครงสร้างของ N-Succinyl-Ala-Ala-Pro-Phe p-Nitroanilide	60
9	สูตรโครงสร้างของ 4-Nitroaniline (p-Nitroaniline)	60
10	สูตรโครงสร้างของ DL-Alanine	60
11	กราฟมาตรฐานของโปรตีนโดยใช้ BSA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	61
12	กราฟมาตรฐานของ p-Nitroaniline	61
13	กราฟมาตรฐานของ DL-Alanine	62

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University