อิทธิพลของความเค็มและระดับของโปรตีนต่อการจัดสรรพลังงาน ของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* ในระยะวัยรุ่น

นายพิพัฒน์ เวฬุคามกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-639-709-5

ลิขสิทธิ์บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 18601042

EFFECT OF SALINITY AND PROTEIN LEVELS ON ENERGY BUDGET OF JUVENILE BLACK TIGER SHRIMP *Penaeus monodon*

Mr. Pipat Warukamkul

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Marine Science

Department of Marine Science

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-639-709-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของความเค็มและระดับของโปรตีนต่อการจัดสรรพลังงานของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* ในระยะวัยรุ่น
โดย	นายพิพัฒน์ เวฬุคามกุล
ภาควิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจริญ นิติธรรมยง

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล สุดารา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจริญ นิติธรรมยง)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์)

.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต)

พิพัฒน์ เวฬุคามกุล : อิทธิพลของความเค็มและระดับของโปรตีนต่อการจัดสรรพลังงานของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* ในระยะวัยรุ่น (Effect of Salinity and Protein Levels on Energy Budget of juvenile Black Tiger Shrimp *Penaeus monodon*) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร. เจริญ นิติธรรมยง; 101 หน้า. ISBN 974-639-709-5.

ศึกษาผลของความเค็มและระดับของโปรตีนในอาหารต่อการจัดสรรพลังงานของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* ในระยะวัยรุ่น (น้ำหนัก 0.6 - 0.7 กรัม ความยาว 4.0 - 5.5 เซนติเมตร) โดยใช้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด ออกแบบการทดลองแบบ factorial design ที่มีความเค็ม 3 ระดับ (10, 20 และ 30 ppt) และโปรตีน 3 ระดับ (25, 35 และ 45 %) ทุกชุดการทดลองทำ 3 ซ้ำ ก่อนการทดลองทำการปรับสภาพกุ้งให้กุ้งเคยชินกับภาวะของการทดลองเป็นเวลา 1 เดือน ผลการทดลองพบว่า ความเค็มไม่มีปฏิสัมพันธ์กับระดับของโปรตีนต่อการจัดสรรพลังงานของกุ้งกุลาดำ เมื่อพิจารณาเฉพาะผลของความเค็มพบว่า มีผลต่อพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของคราบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยที่ความเค็ม 10 20 และ 30 ppt มีพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของคราบสูงสุดและลดลงตามลำดับ แต่ไม่มีผลต่ออัตรารอด พลังงานจากการบริโภค พลังงานที่ใช้ในการเติบโต พลังงานที่ใช้ในการหายใจ พลังงานที่สูญเสียไปในรูปของแอมโมเนีย และพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของอุจจาระ ส่วนระดับของโปรตีนนั้นพบว่า มีผลต่อพลังงานที่ใช้ในการเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยที่ระดับโปรตีน 45 35 และ 25% มีค่าพลังงานที่ใช้ในการเติบโตสูงสุดและลดลงตามลำดับ แต่ระดับของโปรตีนไม่มีผลต่อพลังงานจากการบริโภค พลังงานที่ใช้ในการหายใจ พลังงานที่สูญเสียไปในรูปของแอมโมเนีย พลังงานที่สูญเสียไปในรูปของอุจจาระ และพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของคราบ จากการทดลองสามารถอธิบายการจัดสรรพลังงานในภาวะของความเค็ม (20 ppt) และระดับของโปรตีน (35 %) ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในระยะวัยรุ่น ได้ดังนี้ ใช้ในการเติบโต 15.39 % การหายใจ 14.88 % สูญเสียไปในรูปของแอมโมเนีย 0.98 % สูญเสียไปในรูปของอุจจาระ 56.42 % สูญเสียไปในรูปของคราบ 0.65% และสูญเสียพลังงานไปในขั้นตอนของการกิน 11.68 % ทั้งนี้สำหรับความเค็มที่เพิ่มขึ้น (30 ppt) หรือลดลง (10 ppt) และระดับโปรตีนในอาหารคงเดิม จะมีการสูญเสียพลังงานไปในรูปของแอมโมเนีย การหายใจ และอุจจาระเพิ่มขึ้น ทำให้พลังงานที่เหลือสำหรับการเติบโตลดลง

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล	**ลายมือชื่อนิสิต** พิพัฒน์ เวฬุคามกุล
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล	**ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา**
ปีการศึกษา 2541	**ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม**

C825988 : MAJOR MARINE SCIENCE
KEY WORD: SALINITY / DIETARY PROTEIN / *Penaeus monodon* JUVENILE / ENERGY BUDGET
PIPAT WARUKAMKUL : EFFECT OF SALINITY AND PROTEIN LEVELS ON ENERGY BUDGET OF JUVENILE BLACK TIGER SHRIMP *Penaeus monodon*. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SOMKIAT PIYATIRATITIVORAKUL, Ph.D. THESIS COADVISOR : ASSIST. PROF. CHAROEN NITITHAMYONG, Ph.D. 101 pp. ISBN 974-639-709-5.

Effects of salinity and dietary protein on energy budget of juvenile *Penaeus monodon* (0.6 - 0.7 g ; 4.0 - 5.5 cm) using artificial diets were studied using 3x3 factorial design with 3 levels of salinity (10, 20 and 30 ppt) and 3 levels of dietary protein (25, 35 and 45%). Experiments were done in triplicates. Prior to the experiments, prawns were acclimatized for a month to the experimental conditions. No interaction between salinity and dietary protein was found. All 3 levels of salinity affected molting loss differently ($P<0.05$). Molting loss was highest at 10 ppt and decrease as salinity increased. No effect of salinity on survival rate energy of consumption, growth, ammonia excretion, respiration and fecal loss. Effect of dietary protein on growth was found ($P<0.05$) : the higher the dietary protein, the higher the energy for growth. No effects of dietary protein were found on energy of feed consumption, respiration, ammonia excretion, fecal loss and molting loss. Energy budget of juvenile in the suitable conditions (20 ppt with 35 ppt protein in the diet) could be explained as using energy for growth 15.39%, respiration 14.88%, ammonia excretion 0.98%, fecal loss 56.42%, molting loss 0.65% with 11.68% of energy was lost during feeding. In the low and high salinity (10 and 30 ppt) while receiving the same level of protein in the diet, juvenile prawn will lose more energy in ammonia excretion, respiration and fecal loss with less energy available for growth.

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล **ลายมือชื่อนิสิต** พิพัฒน์ วารุกมกุล

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา** สมเกียรติ ปิยะรัตติวรกุล

ปีการศึกษา 2541 **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** [illegible]

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจริญ นิติธรรมยง ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ทั้งทางด้านวิชาการและความรู้ทั่วไป รวมทั้งช่วยติดต่อจัดหาทุนและอุปกรณ์ต่างๆในการทำวิจัย ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องในการเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อย และวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะสมบูรณ์ยิ่งขึ้นโดยผ่านการตรวจสอบและแก้ไขโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล สุดารา รองศาสตราจารย์ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต ซึ่งเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลทุกท่าน รวมทั้งน้อง ๆ และเพื่อน ๆ โดยเฉพาะคุณ คนึงนิตย์ ลิ่มจิรขจร ทั้งหมดนี้ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดมา และงานวิจัยสำเร็จเรียบร้อยด้วยดีจากความอนุเคราะห์ของคุณ พิพัฒน์พร พิพรพงศ์ ที่ให้กุ้งกุลาดำในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโครงการเมธีวิจัยอาวุโส สกว. ศ.ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต ของสำนักงานกองทุนสนับสนันการวิจัย ที่ได้กรุณาให้ทุนในการสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวของข้าพเจ้าที่ทุ่มเททุกอย่าง ทั้งกำลังใจ กำลังกาย และกำลังทรัพย์ เพื่อสนับสนุนให้การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญรูป..... ฌ

สัญลักษณ์และคำย่อ..... ฐ

บทที่

1. บทนำ 1

2. การตรวจสอบเอกสาร 3

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 18

4. ผลการทดลอง 33

5. วิจารณ์ผลการทดลอง 58

6. สรุปผลการทดลอง 66

รายการอ้างอิง 67

ภาคผนวก ก 74

ภาคผนวก ข 76

ภาคผนวก ค 80

ภาคผนวก ง 81

ภาคผนวก จ 85

ประวัติผู้เขียน 101

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 องค์ประกอบของวัตถุดิบ (%) และปริมาณที่ใช้ในสูตรอาหาร 22
2 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพน้ำ 26
3 องค์ประกอบและค่าพลังงานรวมของอาหารที่ใช้ในการทดลอง 33
4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในระหว่างการทดลอง 34
5 คุณภาพน้ำที่สัตว์น้ำสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติ 35
6 ผลของความเค็มและระดับของโปรตีนต่ออัตราการเติบโต (g/day) ของกุ้งกุลาดำ 36
7 ผลของความเค็มและระดับของโปรตีนต่ออัตรารอด (%) ของกุ้งกุลาดำ 36
8 ค่าพลังงานรวมของกุ้งกุลาดำ (cal/g) 40
9 ผลของความเค็มและระดับของโปรตีนต่อค่าพลังงานจากการบริโภค (cal/g/day) ของกุ้งกุลาดำ 41
10 ผลของความเค็มและระดับของโปรตีนต่อค่าพลังงานที่ใช้ในการเติบโต (cal/g/day) ของกุ้งกุลาดำ 43
11 ผลของความเค็มและระดับของโปรตีนต่อค่าพลังงานที่ใช้ในการหายใจ (cal/g/day) ของกุ้งกุลาดำ 45
12 ผลของความเค็มและระดับของโปรตีนต่อค่าพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของแอมโมเนีย (cal/g/day) ของกุ้งกุลาดำ 46
13 ผลของความเค็มและระดับของโปรตีนต่อค่าพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของอุจจาระ (cal/g/day) ของกุ้งกุลาดำ 47
14 ผลของความเค็มและระดับของโปรตีนต่อค่าพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของคราบ (cal/g/day) ของกุ้งกุลาดำ 49
15 ค่าพลังงาน (cal/g/day) และสัดส่วน (%) ของตัวแปรต่าง ๆ ในสมการการจัดสรรพลังงานของกุ้งกุลาดำในระยะวัยรุ่นที่ความเค็ม 10 20 และ 30 ppt และที่ระดับโปรตีน 25 35 และ 45% 53

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1 วงจรชีวิตของกุ้งกุลาดำ 4
2 ขั้นตอนการถ่ายทอดพลังงานของกุ้ง 8
3 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานในรูปต่างๆและระดับการให้อาหารของปลากินเนื้อ 10
4 ระบบกรองน้ำที่ใช้ในแต่ละหน่วยการทดลอง 25
5 ชุดการทดลองที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำ 25
6 ผลของระดับโปรตีนต่ออัตราการเติบโตของกุ้งกุลาดำที่ความเค็ม 10, 20 และ 30 ppt ($\bar{x}$ ± SE) 37
7 ผลของระดับโปรตีนต่ออัตรารอดของกุ้งกุลาดำที่ความเค็ม10, 20 และ 30 ppt ($\bar{x}$ ± SE) 38
8 ผลของความเค็มต่ออัตรารอดของกุ้งกุลาดำที่ระดับโปรตีน 25, 35 และ 45 % ($\bar{x}$ ± SE)..... 39
9 ผลของระดับโปรตีนต่อค่าพลังงานจากการบริโภคของกุ้งกุลาดำที่ความเค็ม 10, 20 และ 30 ppt ($\bar{x}$ ± SE)..... 41
10 ผลของความเค็มต่อค่าพลังงานจากการบริโภคของกุ้งกุลาดำที่ระดับโปรตีน 25, 35 และ 45 % ($\bar{x}$ ± SE)..... 42
11 ผลของระดับโปรตีนต่อค่าพลังงานที่ใช้ในการเติบโตของกุ้งกุลาดำที่ความเค็ม 10, 20 และ 30 ppt ($\bar{x}$ ± SE)..... 44
12 ผลของระดับโปรตีนต่อค่าพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของแอมโมเนียของกุ้งกุลาดำที่ความเค็ม 10, 20 และ 30 ppt ($\bar{x}$ ± SE)..... 46
13 ผลของระดับโปรตีนต่อค่าพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของอุจจาระของกุ้งกุลาดำที่ความเค็ม 10, 20 และ 30 ppt ($\bar{x}$ ± SE)..... 48
14 ผลของระดับโปรตีนต่อค่าพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของคราบของกุ้งกุลาดำที่ความเค็ม 10, 20 และ 30 ppt ($\bar{x}$ ± SE)..... 50
15 ผลของความเค็มต่อค่าพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของคราบของกุ้งกุลาดำที่ระดับของโปรตีน 25, 35 และ 45 % ($\bar{x}$ ± SE)..... 51

รูปที่ หน้า

16 แบบจำลองการจัดสรรพลังงานของกุ้งกุลาดำที่ความเค็ม 10 ppt
ก. ที่ระดับโปรตีน 25 % ข. ที่ระดับโปรตีน 35 % ค. ที่ระดับโปรตีน 45 % 54
17 แบบจำลองการจัดสรรพลังงานของกุ้งกุลาดำที่ความเค็ม 20 ppt
ก. ที่ระดับโปรตีน 25 % ข. ที่ระดับโปรตีน 35 % ค. ที่ระดับโปรตีน 45 % 55
18 แบบจำลองการจัดสรรพลังงานของกุ้งกุลาดำที่ความเค็ม 30 ppt
ก. ที่ระดับโปรตีน 25 % ข. ที่ระดับโปรตีน 35 % ค. ที่ระดับโปรตีน 45 % 56
19 แบบจำลองการจัดสรรพลังงานในภาวะที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงของกุ้งกุลาดำ
ในระยะวัยรุ่น (ความเค็ม 20 ppt ระดับโปรตีน 35 % ; น้ำหนัก 0.6 - 0.7 g 57
ความยาว 4.0 - 5.5 cm)
20 เครื่อง microbomb calorimeter รุ่น 1455 แบบ solution 75
21 หลักการทำงานของเครื่องวัดการบริโภคออกซิเจนของสัตว์น้ำ 83
22 เครื่อง Gilson differential respirometer รุ่น IGR20 Respirometer ของบริษัท
Gilson medical electronics 84

สัญลักษณ์และคำย่อ

^{0}C	=	องศาเซลเซียส
cal	=	แคลอรี่
cal/g	=	แคลอรี่ต่อกรัม
cal/g/day	=	แคลอรี่ต่อกรัมต่อวัน
cm	=	เซนติเมตร
g	=	กรัม
g/day	=	กรัมต่อวัน
J	=	จูล
k cal/100g	=	กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม
mg	=	มิลลิกรัม
ml	=	มิลลิลิตร
mm	=	มิลลิเมตร
ppt	=	ส่วนในพันส่วน
ppm	=	ส่วนในล้านส่วน
%	=	เปอร์เซ็นต์