

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียว *Tetraselmis suecica* และ โรติเฟอร์ *Brachionus plicatilis*
แบบต่อเนื่องสำหรับอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อน



นางสาวปวีณา ตปนียรวงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-53-1074-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

122462867

CONTINUOUS CULTURE OF GREEN ALGA *Tetraselmis suecica* AND ROTIFER
Brachionus plicatilis FOR BLACK TIGER SHRIMP LARVICULTURE

Miss Paveena Tapaneeyaworawong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
for the Degree of Master of Science Program in Marine Science
Department of Marine Science, Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2005
ISBN 974-53-1074-3

481828

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียว *Tetraselmis suecica* และ ไบโกลีเฟอร์ *Brachionus plicatilis* แบบต่อเนื่องสำหรับอนุบาลลูกกุ้งกุลาลำ
้วยอ่อน

โดย

นางสาววิภา คปนิยรวงศ์

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์ทางทะเล


อาจารย์ที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวค

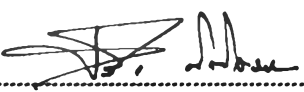
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม


ดร.สรวิศ เผ่าทองสุข


คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

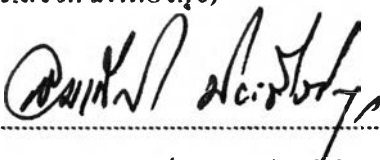

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวค)

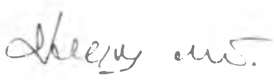
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการสอบ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจริญ นิตธิธรรมขง)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวค)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.สรวิศ เผ่าทองสุข)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีรชิตีวงศ์กุล)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ กวานันต์)

ปวีณา คปนิยวรวงศ์: การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียว *Tetraselmis suecica* และ โรติเฟอร์ *Brachionus plicatilis* แบบต่อเนื่องสำหรับอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อน (CONTINUOUS CULTURE OF GREEN ALGA *Tetraselmis suecica* AND ROTIFER *Brachionus plicatilis* FOR BLACK TIGER SHRIMP LARVICULTURE). อาจารย์ที่ปรึกษา : ศ. ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมณะเสวด, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ดร.สรวิศ เผ่าทองสุข 94 หน้า. ISBN 974-53-1074-3

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายและ โรติเฟอร์ซึ่งเป็นอาหารมีชีวิตสำหรับใช้ในการอนุบาลลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน เป็นกระบวนการที่ต้องการแรงงานและประสบการณ์ในการดูแลรักษามาก และมักประสบปัญหาผลผลิตไม่เพียงพอ งานวิจัยนี้ได้พัฒนาการเพาะเลี้ยงอาหารมีชีวิตแบบต่อเนื่องสำหรับใช้ออนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ โดยศึกษาการเติบโตของโรติเฟอร์ (*Brachionus plicatilis*) ที่เลี้ยงแบบต่อเนื่องโดยใช้สาหร่ายเตตราเซลมิส (*Tetraselmis suecica*) เป็นอาหาร ในสภาพแวดล้อมที่ระดับความเค็มพีเอสยู ความเข้มแสงประมาณ 1,500-2,000 ลักซ์ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าในระบบการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง ความหนาแน่นของสาหร่าย *T. suecica* แปรผกผันกับอัตราการเจริญ โดยสาหร่าย *T. suecica* ที่เลี้ยงด้วยอัตราการเจริญ 0.94 ต่อวัน ให้ความหนาแน่นและผลผลิตเซลล์สูงสุด 1.1×10^9 เซลล์ต่อลิตรต่อวัน ส่วนการเติบโตของโรติเฟอร์พบว่า ความหนาแน่นของโรติเฟอร์จะมีความแปรปรวนสูง แต่ก็สามารถเติบโตแบบต่อเนื่องได้ดีในช่วงอัตราการเจริญ 0.4 ถึง 1.7 ต่อวัน โดยให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 230,000 ตัวต่อลิตรต่อวัน ที่อัตราการเจริญ 0.74 ต่อวัน

การศึกษากอนุบาลลูกกุ้งโดยการให้อาหารธรรมชาติแบบต่อเนื่องประกอบด้วยระบบการเลี้ยงไคอะตอม *Chaetoceros* sp. แบบต่อเนื่องเพื่อใช้เลี้ยงลูกกุ้งระยะซูเอีย และการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์แบบต่อเนื่องเพื่อใช้เลี้ยงลูกกุ้งในระยะไมซิสถึงโพสลาวาที่ 1 โดยเป็นการเติมอาหารธรรมชาติจากระบบผลิตแบบต่อเนื่องลงสู่ถังเลี้ยงลูกกุ้งโดยตรงเปรียบเทียบกับการเลี้ยงที่ให้ไคอะตอม *Chaetoceros* sp. และโรติเฟอร์จากการเลี้ยงแบบแบคทีเรียวันละสองครั้งในเวลาเช้าและเย็น โดยทำการอนุบาลในถังขนาด 13 ลิตร ที่ความเค็ม 30 พีเอสยู อุณหภูมิน้ำประมาณ 29-32 องศาเซลเซียส พบว่าในการอนุบาลลูกกุ้งจำนวน 2 รอบ อัตราการรอดของลูกกุ้งในระยะโพสลาวาที่ 1 ของชุดควบคุมและชุดทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าระบบผลิตอาหารแบบต่อเนื่องสามารถทำงานได้ผลดี ซึ่งจะช่วยให้การเลี้ยงลูกกุ้งทำได้ง่ายและสะดวกขึ้นมาก รวมทั้งได้ผลผลิตอาหารมีชีวิตที่เพียงพอและพร้อมใช้งานตลอดเวลา

ภาควิชา.....วิทยาศาสตร์ทางทะเล.....ลายมือชื่อนิสิต..... นพินา คปนิยวรวงศ์.....
สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์ทางทะเล.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา.....2548.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4672329023 : MAJOR MARINE SCIENCE

KEY WORD: ROTIFER / *Tetraselmis suecica* / CONTINUOUS CULTURE

PAVEENA TAPANEEYAWORAWONG : CONTINUOUS CULTURE OF GREEN ALGA *Tetraselmis suecica* AND ROTIFER *Brachionus plicatilis* FOR BLACK TIGER SHRIMP LARVICULTURE. THESIS ADVISOR : PROF.PIAMSAK MENAVETA Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : SORAWIT POWTONGSOOK, Ph.D., 94 pp. ISBN 974-53-1074-3

Cultivation of microalgae and rotifer as live feed for aquatic animal larviculture is generally needed both manpower and skills. Unreliable live feed productivity is one of the most common problems found in the hatchery system. This study involved the development of continuous live feed (microalgae and rotifer) systems for black tiger shrimp larviculture. Continuous culture of the rotifer under the laboratory condition (30 psu salinity, 1,500-2,000 lux light intensity and 25°C temperature) was performed by continuously feeding with the microalga *Tetraselmis suecica* . The results showed that, under continuous culture condition, density of *T. suecica* was negatively related with the dilution rate. Maximum productivity of 1.1×10^9 cells/L/day was obtained at 0.94/day dilution rate. On the other hand, density of rotifer in continuous culture system had very high fluctuation. However, growth of the rotifer was still in the acceptable density when the dilution rates between 0.4 to 1.7/day were applied. Maximum rotifer productivity was 230,000 individual/day at the dilution rate 0.74/day.

Continuous live feed production systems for the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) larviculture consisted of the continuous production of diatom (*Chaetoceros* sp.) for larviculture at Zoea stage and the continuous production of rotifer for larviculture at Mysis to Post Larva 1 stages. Comparison between continuous addition of live feed and manual feeding (morning and evening feeding) of live feed from batch cultivation was evaluated in 13 L culture tanks containing 30 psu seawater at room temperature between 29-32°C. The results from two trials of shrimp larviculture indicated that, survival rate of shrimp cultured with both continuous and manual feeding was not significant difference. This indicated that continuous diatom and rotifer production systems had satisfactory performance. Productivity of diatom and rotifer was reliable so the live feed was ready to be used at anytime. Hence, shrimp larviculture using continuous live feed production systems in this study was therefore simple and very convenience for the farmer.

Department.....Marine science.....Student's signature.....*Paveena Tapaneeyaworawong*
Field of study.....Marine science.....Advisor's signature.....*Piamsak Menaveta*
Academic year2005.....Co-advisor's signature.....*Sorawit Powtongsook*

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับเงินทุนสนับสนุนจากโครงการทุนบัณฑิตศึกษาภายในประเทศ สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และทุนสนับสนุนงานวิจัยจากศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติในโครงการระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดสำหรับอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อน

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต และดร.สรวิศ เผ่าทองสุข สำหรับความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการศึกษาในครั้งนี้ทำให้การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจริญ นิตธรรมขง รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีรชิตีวรกุล และ รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ภูวสันต์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ที่อนุเคราะห์หัวเชื้อสาหร่ายและโรติเฟอร์ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ สามดาวฟาร์มที่ให้ความอนุเคราะห์ลูกกุ้งกุลาดำที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณมะลิวัลย์ คุณตะโค และคุณจันทร์สว่าง งามผ่องใส ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัย และขอบคุณสมาชิกในศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล ที่คอยช่วยเหลือให้การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบคุณครอบครัว สำหรับความช่วยเหลือและกำลังใจที่มีให้ตลอดมาทำให้การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

| | |
|---|----|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญ..... | ช |
| สารบัญตาราง..... | ฅ |
| สารบัญภาพ..... | ญ |
| บทที่ | |
| 1. บทนำ..... | 1 |
| 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | |
| แนวคิดและทฤษฎี | |
| -ชีววิทยาของสาหร่ายสีเขียว..... | 3 |
| -อนุกรมวิธานของสาหร่ายสีเขียว <i>Tetraselmis suecica</i> | 3 |
| -ปัจจัยที่มีผลต่อการเติบโตของสาหร่าย..... | 4 |
| -วิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่าย..... | 6 |
| -ชีววิทยาของโรติเฟอร์..... | 11 |
| -อนุกรมวิธานของโรติเฟอร์ <i>Brachionus plicatilis</i> | 13 |
| -การเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์..... | 13 |
| -ปัจจัยที่สำคัญต่อการเลี้ยงโรติเฟอร์..... | 15 |
| -วิวัฒนาการของลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อน..... | 15 |
| -การดูแลรักษาในระหว่างการอนุบาลลูกกุ้ง..... | 19 |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 19 |
| 3. วิธีดำเนินงานวิจัย | |
| -การเตรียมหัวเชื้อสาหร่าย <i>T. suecica</i> และโรติเฟอร์..... | 23 |
| -การศึกษาการเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> และ โรติเฟอร์ในการเลี้ยงแบบแบตช์..... | 23 |
| -การศึกษาการเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> และ โรติเฟอร์ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง..... | 24 |
| -การศึกษาผลของอัตราการเจือจางต่อการเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> และโรติเฟอร์ในระบบการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง..... | 29 |

| | |
|---|----|
| -การศึกษาการเติบโตของสาหร่าย โรติเฟอร์ในการเลี้ยง แบบต่อเนื่องในระยะยาว..... | 30 |
| -การอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อน โดยใช้ระบบการผลิตอาหาร แบบต่อเนื่อง..... | 30 |
| 4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 35 |
| 5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... | 53 |
| รายการอ้างอิง..... | 63 |
| ภาคผนวก..... | 67 |
| -ภาคผนวก ก..... | 68 |
| -ภาคผนวก ข..... | 69 |
| -ภาคผนวก ค..... | 71 |
| -ภาคผนวก ง..... | 73 |
| ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... | 94 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 3-1 ปริมาตรของสาหร่าย <i>T. suecica</i> และ โรติเฟอร์ ในแต่ละชุดการทดลองในการทดลองที่ 3.3..... | 27 |
| 3-2 ปริมาตรของสาหร่าย <i>T. suecica</i> และ โรติเฟอร์ ในแต่ละชุดการทดลองครั้งที่ 1 ในการทดลองที่ 3.4..... | 29 |
| 3-3 ปริมาตรและอัตราการเงื้องางของสาหร่าย <i>T. suecica</i> และ โรติเฟอร์ในแต่ละชุดการทดลองในการทดลองที่ 3.5..... | 30 |
| 3-4 ปริมาตรและอัตราการเงื้องางของสาหร่าย <i>T. suecica</i> และ โรติเฟอร์ในแต่ละชุดการทดลองในการทดลองที่ 3.7..... | 32 |
| 3-5 ความหนาแน่นของลูกกุ้งนอเปลีสในการรอบที่ 1 และ 2 | 33 |
| 4-1 ค่าอัตราการเงื้องางเฉลี่ยที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย <i>T. suecica</i> และ โรติเฟอร์แบบต่อเนื่องด้วยอัตราการเงื้องางที่คงที่..... | 43 |
| 4-2 ผลการศึกษาการเลี้ยงไคอะตอม <i>Chaetoceros</i> sp. แบบต่อเนื่องอนุบาลลูกกุ้ง..... | 45 |
| 5-1 ผลผลิตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> และ โรติเฟอร์ในแต่ละชุดทดลองที่มีอัตรา ส่วนของสาหร่าย (A) และ โรติเฟอร์ (R) ต่างกัน..... | 55 |
| 5-2 แสดงความหนาแน่นเซลล์สาหร่าย <i>T. suecica</i> และผลผลิต <i>T. suecica</i> ที่อัตราการเงื้องางระดับต่างๆ..... | 57 |
| 5-3 แสดงความหนาแน่นของโรติเฟอร์และผลผลิต <i>T. suecica</i> ที่อัตราการเงื้องางระดับต่างๆ..... | 57 |
| 5-4 เปรียบเทียบการอนุบาลลูกกุ้งโดยใช้ระบบการอนุบาลลูกกุ้งโดยการให้อาหารจาก ระบบการเลี้ยงแบบแบคทีเรียกับการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง..... | 60 |
| ง.1 การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในการเลี้ยงแบบแบคทีเรีย..... | 73 |
| ง.2 การเติบโตของโรติเฟอร์ในการเลี้ยงแบบแบคทีเรีย..... | 73 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|--------|--|
| 2-1 | การเติบโตของสาหร่ายในระบบการเลี้ยงแบบแบคทีเรีย.....6 |
| 2-2 | ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นเซลล์ ปริมาณสารอาหารที่จำกัด และผลผลิตกับอัตราการเจริญ.....9 |
| 2-3 | ลักษณะการเติบโตของเซลล์ในการเพาะเลี้ยงแบบต่อเนื่องที่มีลักษณะแตกต่างจากแนวทฤษฎีทั่วไป.....10 |
| 2-4 | ลักษณะของโรติเฟอร์.....13 |
| 2-5 | ลูกกุ้งระยะนอเพเลียส.....16 |
| 2-6 | ลูกกุ้งระยะซูเบีย.....15 |
| 2-7 | ลูกกุ้งระยะไมซิส.....18 |
| 2-8 | ลูกกุ้งระยะโพสตา.....18 |
| 2-9 | ระบบให้อาหารอัตโนมัติในการอนุบาลลูกปลา sea bream.....22 |
| 3-1 | แบบจำลองการเลี้ยงสาหร่าย <i>T. suecica</i> แบบต่อเนื่อง.....24 |
| 3-2 | ระบบเลี้ยงสาหร่าย <i>T. suecica</i> แบบต่อเนื่องในขวดแก้ว.....25 |
| 3-3 | แบบจำลองการเลี้ยงโรติเฟอร์ (<i>B. plicatilis</i>) แบบต่อเนื่อง.....26 |
| 3-4 | ระบบเลี้ยงโรติเฟอร์ (<i>B. plicatilis</i>) แบบต่อเนื่องในขวดแก้ว.....26 |
| 3-5 | ในขวดพลาสติกการเลี้ยงสาหร่าย <i>T. suecica</i> และโรติเฟอร์ (<i>B. plicatilis</i>) แบบต่อเนื่อง.....28 |
| 3-6 | ระบบการเลี้ยงสาหร่าย <i>T. suecica</i> และโรติเฟอร์ (<i>B. plicatilis</i>) แบบต่อเนื่องในขวดพลาสติก.....28 |
| 3-7 | ระบบการเลี้ยง <i>Chaetoceros</i> sp. แบบต่อเนื่อง.....31 |
| 3-8 | ระบบการเลี้ยงสาหร่าย <i>T. suecica</i> และโรติเฟอร์ (<i>B. plicatilis</i>) แบบต่อเนื่องในขวดแก้ว.....32 |
| 3-9 | ชุดทดลองการอนุบาลลูกกุ้งโดยระบบผลิตสาหร่าย และโรติเฟอร์แบบต่อเนื่อง.....34 |
| 4-1 | การเติบโตของสาหร่ายสีเขียว <i>T. suecica</i> ในระบบการเลี้ยงแบบแบคทีเรีย.....35 |
| 4-2 | การเติบโตของโรติเฟอร์ <i>B. plicatilis</i> ในระบบการเลี้ยงแบบแบคทีเรีย.....36 |
| 4-3 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในระบบการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง.....37 |
| 4-4 | การเติบโตของโรติเฟอร์ <i>B. plicatilis</i> ในระบบการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง.....38 |

| | | |
|------|---|----|
| 4-5 | การเติบโตของสาหร่ายและโรติเฟอร์ในการศึกษาผลของสัดส่วนระหว่างปริมาตรของระบบสาหร่ายและโรติเฟอร์ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง..... | 39 |
| 4-6 | ความสัมพันธ์ระหว่างสาหร่าย <i>T. suecica</i> และอัตราการเจริญ..... | 40 |
| 4-7 | ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของโรติเฟอร์และอัตราการเจริญ..... | 41 |
| 4-8 | ความหนาแน่นของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ที่เลี้ยงด้วยอัตราการเจริญคงที่..... | 42 |
| 4-9 | ความหนาแน่นของโรติเฟอร์ที่เลี้ยงด้วยอัตราการเจริญคงที่..... | 42 |
| 4-10 | การเติบโตของไดอะตอม <i>Chaetoceros</i> sp. แบบต่อเนื่อง..... | 44 |
| 4-11 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> แบบต่อเนื่องในโรงเรือน เพื่อใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งรอบที่ 2..... | 46 |
| 4-12 | การเติบโตของโรติเฟอร์แบบต่อเนื่องในโรงเรือน เพื่อใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งรอบที่ 2..... | 46 |
| 4-13 | อัตราการอดลูกกุ้งกุลาดำในระยะไมซิสและโพสลาวาที่ 1 ในการอนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 1..... | 47 |
| 4-14 | ความหนาแน่นของ <i>Chaetoceros</i> sp. และโรติเฟอร์ ในถังอนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 1..... | 48 |
| 4-15 | อัตราการอดลูกกุ้งกุลาดำในระยะซูเอีย ระยะไมซิส และโพสลาวาที่ 1 ในการอนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 2..... | 49 |
| 4-16 | ความหนาแน่นของ <i>Chaetoceros</i> sp. และโรติเฟอร์ ในถังอนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 2..... | 50 |
| 4-17 | ปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรต์และไนเตรด แต่ละชุดการทดลอง ในการอนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 1..... | 51 |
| 4-18 | ปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรต์และไนเตรด แต่ละชุดการทดลอง ในการอนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 2..... | 52 |
| 5-1 | โปรโตชีวที่ปนเปื้อนในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย <i>T. suecica</i> และ โรติเฟอร์แบบต่อเนื่อง..... | 56 |
| ก.1 | กราฟมาตรฐานความเข้มข้นของแอมโมเนีย..... | 71 |
| ก.2 | กราฟมาตรฐานความเข้มข้นของไนไตรต์..... | 71 |
| ก.3 | กราฟมาตรฐานความเข้มข้นของไนเตรด..... | 72 |
| ง.1 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่องโดยใช้สัดส่วน ของสาหร่ายต่อโรติเฟอร์เท่ากับ 1:2..... | 75 |

| | | |
|------|--|----|
| ง.2 | การเติบโตของโรติเฟอร์ ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่องโดยใช้สัดส่วน ของสาหร่ายต่อโรติเฟอร์เท่ากับ 1:2..... | 75 |
| ง.3 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่องโดยใช้สัดส่วน ของสาหร่ายต่อโรติเฟอร์เท่ากับ 1:1..... | 76 |
| ง.4 | การเติบโตของโรติเฟอร์ ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่องโดยใช้สัดส่วน ของสาหร่ายต่อโรติเฟอร์เท่ากับ 1:1..... | 76 |
| ง.5 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่องโดยใช้สัดส่วน ของสาหร่ายต่อโรติเฟอร์เท่ากับ 2:1..... | 77 |
| ง.6 | การเติบโตของโรติเฟอร์ ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่องโดยใช้สัดส่วน ของสาหร่ายต่อโรติเฟอร์เท่ากับ 2:1..... | 77 |
| ง.7 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในชุดทดลองที่ 1 ในการทดลองที่ 3.5..... | 78 |
| ง.8 | การเติบโตของโรติเฟอร์ในชุดทดลองที่ 1 ในการทดลองที่ 3.5..... | 78 |
| ง.9 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในชุดทดลองที่ 2 ในการทดลองที่ 3.5..... | 79 |
| ง.10 | การเติบโตของโรติเฟอร์ในชุดทดลองที่ 2 ในการทดลองที่ 3.5..... | 79 |
| ง.11 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในชุดทดลองที่ 3 การทดลองที่ 3.5..... | 80 |
| ง.12 | การเติบโตของโรติเฟอร์ในชุดทดลองที่ 3 การทดลองที่ 3.5..... | 80 |
| ง.13 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในชุดทดลองที่ 4 การทดลองที่ 3.5..... | 81 |
| ง.14 | การเติบโตของโรติเฟอร์ในชุดทดลองที่ 4 การทดลองที่ 3.5..... | 81 |
| ง.15 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในชุดทดลองที่ 1 การทดลองที่ 3.6..... | 82 |
| ง.16 | การเติบโตของโรติเฟอร์ในชุดทดลองที่ 1 การทดลองที่ 3.6..... | 82 |

| | | |
|------|---|----|
| ง.17 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในชุดทดลองที่ 2 การทดลองที่ 3.6..... | 83 |
| ง.18 | การเติบโตของโรติเฟอร์ในชุดทดลองที่ 2 การทดลองที่ 3.6..... | 83 |
| ง.19 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในชุดทดลองที่ 3 การทดลองที่ 3.6..... | 84 |
| ง.20 | การเติบโตของโรติเฟอร์ในชุดทดลองที่ 3 การทดลองที่ 3.6..... | 84 |
| ง.21 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในชุดทดลองที่ 4 การทดลองที่ 3.6..... | 85 |
| ง.22 | การเติบโตของโรติเฟอร์ในชุดทดลองที่ 4 การทดลองที่ 3.6..... | 85 |
| ง.23 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในชุดทดลองที่ 5 การทดลองที่ 3.6..... | 86 |
| ง.24 | การเติบโตของโรติเฟอร์ในชุดทดลองที่ 5 การทดลองที่ 3.6..... | 86 |
| ง.25 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในชุดทดลองที่ 6 การทดลองที่ 3.6..... | 87 |
| ง.26 | การเติบโตของโรติเฟอร์ในชุดทดลองที่ 6 การทดลองที่ 3.6..... | 87 |
| ง.27 | การเติบโตของ <i>Chaetoceros</i> sp. ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง ที่ใช้อนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 1 (ชุดทดลองที่ 1)..... | 88 |
| ง.28 | การเติบโตของ <i>Chaetoceros</i> sp. ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง ที่ใช้อนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 1 (ชุดทดลองที่ 2)..... | 88 |
| ง.29 | การเติบโตของ <i>Chaetoceros</i> sp. ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่องที่ ใช้อนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 2 (ชุดทดลองที่ 1)..... | 89 |
| ง.30 | การเติบโตของ <i>Chaetoceros</i> sp. ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่องที่ ใช้อนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 2 (ชุดทดลองที่ 2)..... | 89 |
| ง.31 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง ที่ใช้อนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 1 (ชุดทดลองที่ 1)..... | 90 |

| | | |
|------|--|----|
| ง.32 | การเติบโตของโรติเฟอร์ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง ที่ใช้อนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 1 (ชุดทดลองที่ 1)..... | 90 |
| ง.33 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง ที่ใช้อนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 1 (ชุดทดลองที่ 2) | 91 |
| ง.34 | การเติบโตของโรติเฟอร์ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง ที่ใช้อนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 1 (ชุดทดลองที่ 2) | 91 |
| ง.35 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง ที่ใช้อนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 2 (ชุดทดลองที่ 1) | 92 |
| ง.36 | การเติบโตของโรติเฟอร์ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง ที่ใช้อนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 2 (ชุดทดลองที่ 1) | 92 |
| ง.37 | การเติบโตของสาหร่าย <i>T. suecica</i> ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง ที่ใช้อนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 2 (ชุดทดลองที่ 2) | 93 |
| ง.38 | การเติบโตของโรติเฟอร์ในการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง ที่ใช้อนุบาลลูกกุ้งครั้งที่ 2 (ชุดทดลองที่ 2) | 93 |