ระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด ที่มีระบบดีไนตริฟิเคชัน สำหรับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*)

นางสาวธัญญา พันธ์ฤทธิ์ดำ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-639-710-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย

I19066211

USE A CLOSED RECIRCULATING SEAWATER SYSTEM WITH A DENITRIFICATION UNIT FOR THE CULTURE OF BLACK TIGER SHRIMP *Penaeus monodon*

Miss Thanya Panritdam

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 974-639-710-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด ที่มีระบบดีไนตริฟิเคชัน สำหรับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*)
โดย	นางสาวชัญญา พันธ์ฤทธิ์ดำ
ภาควิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตติ์สิน สีหนนทน์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

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

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตติ์สิน สีหนนทน์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะอธิรชิตวรกุล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ธัญญา พันธ์ฤทธิ์ดำ : ระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด ที่มีระบบดีไนตริฟิเคชัน สำหรับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* (USE A CLOSED RECIRCULATING SEAWATER SYSTEM WITH A DENITRIFICATION UNIT FOR THE CULTURE OF BLACK TIGER SHRIMP Penaeus monodon) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศ. ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร. ประกิตติ์สิน สีหนนทน์, 115 หน้า. ISBN 974 - 639 - 710 - 9

เปรียบเทียบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ในระบบหมุนเวียนน้ำทะเล แบบปิด (Closed recirculating seawater system) ประกอบด้วยบ่อเลี้ยง ปริมาตร 9 ลบ.ม. และบ่อตัวกรองทางชีวภาพสภาวะใช้ออกซิเจน (Biological filtration) ขนาด 1.98 x 1.88 x 1.7 $ม^3$ ที่มีวัสดุเส้นใยสังเคราะห์ BIO – POLYMA โดยมีอัตราการหมุนเวียนของน้ำประมาณ 7.125 ครั้ง ต่อวัน และมีระบบตัวกรองทางชีวภาพสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งประกอบด้วยคอลัมน์ลดปริมาณออกซิเจนละลาย คอลัมน์บรรจุวัสดุตรึงสำหรับดีไนตริฟายอิ้งแบคทีเรีย และคอลัมน์เพิ่มปริมาณออกซิเจนละลาย โดยควบคุมอัตราการถ่ายน้ำ ในระบบตัวกรองทางชีวภาพสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน ให้อยู่ในช่วง 40 - 110 มล./นาที ระบบตัวกรองทางชีวภาพสภาวะไม่ใช้ออกซิเจนติดต่อโดยตรงกับบ่อตัวกรองทางชีวภาพสภาวะใช้ออกซิเจน ทดลองระบบหมุนเวียนน้ำทะเลแบบปิดดังกล่าว กับระบบหมุนเวียนน้ำทะเลแบบปิดชุดควบคุม ซึ่งไม่มีระบบตัวกรองทางชีวภาพสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพของน้ำจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เป็นเวลา 305 วัน โดยมีการทดลอง 2 ช่วง คือการทดลองช่วงแรก นำดินตะกอนจากบ่อชายเลนใส่ในระบบตัวกรองทางชีวภาพสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน และการทดลองในช่วงที่ 2 นำดีไนตริฟายอิ้งแบคทีเรียใส่ในระบบตัวกรองทางชีวภาพสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบหมุนเวียนน้ำทะเลแบบปิด สามารถควบคุม คุณภาพของน้ำ คือ แอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท และปริมาณออกซิเจนละลาย ให้อยู่ในเกณฑ์ปรกติได้ โดยเฉพาะไนเตรทซึ่งมีการสะสมเพิ่มขึ้นในช่วงแรก เมื่อมีการทดลองในช่วงที่ 2 ระบบตัวกรองทางชีวภาพในสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน สามารถควบคุมปริมาณไนเตรทของระบบหมุนเวียนน้ำทะเลแบบปิดให้ลดลง ($P < 0.05$) ระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดทั้ง 2 ระบบ มีปริมาณไนเตรทอยู่ในระดับต่ำกว่า 50 มก./ล. ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เป็นพิษต่อกุ้งกุลาดำ และทำให้การเติบโตและการรอดของกุ้งกุลาดำเป็นปรกติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อนิสิต ธัญญา พันธ์ฤทธิ์ดำ
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C826099 : MAJOR MARINE SCIENCE
KEY WORD: *Penaeus monodon* / CLOSED RECIRCULATING SEAWATER SYSTEM / BIOLOGICAL FILTRATION / DENITRIFICATION

THANYA PANRITDAM : USE A CLOSED RECIRCULATING SEAWATER SYSTEM WITH A DENITRIFICATION UNIT FOR THE CULTURE OF BLACK TIGER SHRIMP *Penaeus monodon*. THESIS ADVISOR : PROF. PIAMSAK MENASVETA, Ph.D. THESIS CO-ADVISER : ASSO.PROF. PRAKITSIN SIHANONTH, Ph.D.

115 pp. ISBN 974-639-710-9

A closed recirculating seawater system with a denitrification unit was developed for the long-term culture of black tiger shrimp. The system comprised of a circular rearing tank with the loading capacity of 9 m^3. Used seawater from the rearing tank was treated by a stationary filaments biofilter " BIO-POLYMA " with a dimension of 1.98 x1.88 x1.7 m^3. The recirculating rate was controlled at approximately 7.125 times per day. A denitrification unit which comprised of a deoxygenated column, a bacterial substrate column, and an aerated column, was attached to the biofilter tank. The flow rate in the denitrification unit was controled at 40-110 ml/min.

This recirculating seawater system was run to evaluate its efficiency in controlling the water quality by comparing this system with system of the same design but without a denitrification unit. The experimental period was 305 days. Mangrove surface soil was used as a source of denitrification bacteria during the first period of the experiment. Later a strain of laboratory cultured denitrifying bacteria was used.

The results showed that both recirculating seawater systems could control water quality parameters namely ammonium, nitrite, nitrate and DO, within the normal ranges. The nitrate of both systems however elevated to a certain point then started to level off. A strain of denitrifying bacteria showed the ability to reduce nitrate level in both bacterial substrate column and the recirculating seawater system ($P < 0.05$). Nevertheless, the nitrate levels in both recirculating seawater systems did not exceed the threshold toxic level of 50 mg/l.

The biological data showed that these recirculating seawater systems could support the growth and survival of the shrimps. The effects of water quality in both recirculating system on growth and survival of the shrimp ware discussed.

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อนิสิต ธัญญา พันธุ์ฤทธิ์ดำ.

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเสร็จสมบูรณ์ไม่ได้ ถ้าไม่ได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์คือ ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต ผู้ที่คอยสั่งสอนอบรม แนะนำวิธีการทำวิทยานิพนธ์ ให้คำปรึกษาและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสมบูรณ์ อีกทั้งได้รับความช่วยเหลือ จากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คือรองศาสตราจารย์ ดร.ประกิตติ์สิน สีหนนทน์ ที่ได้อนุเคราะห์ดีไนตริฟายอิ้งแบคทีเรียให้ใช้ในงานวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำเทคนิคทางจุลชีววิทยาและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สุดารา รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและร่วมเป็นกรรมการในการสอบรวมทั้งกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ ดร. ศิริชัย ธรรมวาณิชย์ อาจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจริญ นิติธรรมยง รวมทั้งพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำและสร้างกำลังใจให้ด้วยดีตลอดมาโดยเฉพาะ คุณสมชาย มหากัลยาณกุล คุณพนิดา หรูวัฒนะกุล คุณพิมพ์พร อินนพคุณ คุณชลธยา ทรงรูป คุณศิริลักษณ์ ช่วยพนัง คุณวิชญา กันบัว คุณปัญชลี ประคองศิลป์ และ คุณชณิษฐา แสงงาม ตลอดจนผู้มีส่วนช่วยเหลือทุกท่าน

ขอขอบคุณพี่ ๆ นักวิจัยรวมทั้งเจ้าหน้าที่ หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ ทุกท่านโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร. พิกุล จิรวาณิชไพศาล ดร. สรวิศ เผ่าทองศุข คุณเสรี ดอนเหนือ คุณชาญชัย ไตรศรีศิลป์ ที่ได้อำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่ ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือเป็นอย่างมาก ตลอดการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีทางการอาหาร บริษัท BIG และบริษัทเอ็นไวร์-กรีน เอ็นจิเนียริ่ง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการทดลองในครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โครงการเมธีวิจัยอาวุโส ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต และโครงการผลิตและพัฒนาอาจารย์ทบวงมหาวิทยาลัย (U.D.C.) สำหรับการอนุเคราะห์เงินทุนสนับสนุนตลอดการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบุคคลในครอบครัว คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาวและหลาน ๆ สำหรับความรัก ความห่วงใย คอยสร้างกำลังใจและให้ความช่วยเหลือสนับสนุนการเรียนเสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ซ
สารบัญรูป.....ฌ
สัญลักษณ์และคำย่อ.....ฎ
บทที่
1. บทนำ.....1
2. วารสารปริทัศน์.....5
3. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง.....28
4. ผลการทดลอง.....45
5. วิจารณ์ผลการทดลอง.....67
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....80
รายการอ้างอิง.....82
ภาคผนวก.....88
ประวัติผู้เขียน.....115

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 สมบัติที่เหมาะสมในการเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชัน.....10

2 จำนวนดีไนตริฟายอิ้งแบคทีเรีย (Denitrifying bacteria) *Bacillus* sp. ที่เติมในคอลัมน์เติมดีไนตริฟายอิ้งแบคทีเรียชุดทดลอง การทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำช่วงที่ 2.....41

3 สรุปข้อมูลด้านคุณภาพน้ำเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุด ของน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ชุดควบคุมและชุดทดลองการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 60

4 น้ำหนักเฉลี่ย ความยาวลำตัวเฉลี่ย และอัตราการเติบโตของกุ้งกุลาดำ ชุดควบคุมและชุดทดลอง ในการทดลองช่วงที่ 1.....63

5 น้ำหนักเฉลี่ย ความยาวลำตัวเฉลี่ย และอัตราการเติบโตของกุ้งกุลาดำ ชุดควบคุมและชุดทดลอง ในการทดลองช่วงที่ 2.....64

6 ผลการรอดของกุ้งกุลาดำชุดควบคุมและชุดทดลองตลอดการทดลองช่วงที่ 1.....65

7 ผลการรอดของกุ้งกุลาดำชุดควบคุมและชุดทดลองตลอดการทดลองช่วงที่ 2.....66

8 เปรียบเทียบอัตราการเติบโตและอัตรารอดของกุ้งกุลาดำจากการทดลองทั้ง 2 ช่วง กับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบเปิดและการเลี้ยงแบบธรรมชาติ.....77

9 เปรียบเทียบอัตราการเติบโตและอัตรารอดของกุ้งกุลาดำจากการทดลองทั้ง 2 ช่วง กับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบปิดในโรงเรือนแบบอื่น.....78

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1 วัฏจักรของไนโตรเจน.....11

2 ลักษณะโครงสร้างของระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด 2 แบบ มุมมองด้านบน มาตราส่วน 1 ซม.: 50 ซม.....31

3 ลักษณะโครงสร้างของระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด 2 แบบ มุมมองด้านข้าง มาตราส่วน 1 ซม.: 50 ซม.....32

4 ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดชุดควบคุม และชุดทดลอง.....33

5 ลักษณะการติดตั้งตัวกรองทางชีวภาพ (BIO-POLYMA) ภายในบ่อตัวกรองทาง ชีวภาพสภาวะใช้ออกซิเจน.....35

6 ลักษณะการติดตั้งระบบตัวกรองทางชีวภาพในสภาวะไม่ใช้ออกซิเจนคือคอลัมน์ ลดปริมาณออกซิเจนละลาย(C1) และคอลัมน์บรรจุวัสดุตรึงสำหรับดีไนตริฟายอิ้ง แบคทีเรีย(C2).....35

7 ระบบตรวจสอบและจัดเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ คือ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความเค็ม ค่ากรดเบส และปริมาณออกซิเจนละลายของน้ำบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ระบบ อัตโนมัติ.....36

8 แผนผังโดยรวมของระบบหมุนเวียนน้ำทะเลแบบปิด ชุดควบคุมและชุดทดลอง.....37

9 ลักษณะvegetative cell ซึ่งย้อมติดสีแกรมบวกของ *Bacillus* sp. (ดีไนตริฟายอิ้ง แบคทีเรีย) ที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำช่วงที่ 2.....42

10 ลักษณะสปอร์ย้อมติดสีเขียว และ vegetative cell ย้อมติดสีแดงของ *Bacillus* sp. ดีไนตริฟายอิ้งแบคทีเรีย เมื่อย้อมด้วยวิธี spore stain ที่ใช้เติมในคอลัมน์เติมดีไนตริ ฟายอิ้งแบคทีเรีย (C2) การทดลองช่วงที่ 2.....42

11 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแอมโมเนียม-NH_4^+(ก.) ไนไตรท์-NO_2^- (ข.) และไนเตรท-NO_3^- (ค.) ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำชุดควบคุมและชุดทดลองที่มี สารละลายของแอมโมเนียมคลอไรด์ความเข้มข้นประมาณ 2 mg /l หลังจากใส่ดิน ตะกอนป่าชายเลนในบ่อกรองทางชีวภาพสภาวะใช้ออกซิเจนและ ระบบตัวกรองทาง ชีวภาพสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน.....46

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

12 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแอมโมเนียม (NH_4^+) ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำชุดควบคุมและชุดทดลอง ตลอด 2 ช่วงของการทดลอง.....49

13 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไนไตรท์ (NO_2^-) ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำชุดควบคุมและชุดทดลอง ตลอด 2 ช่วงของการทดลอง.....50

14 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไนเตรท (NO_3^-) ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำชุดควบคุม ชุดทดลอง และไนเตรทของคอลัมน์สำหรับเติมดีไนตริฟายอิ้งแบคทีเรีย ตลอด 2 ช่วง ของการทดลอง.....51

15 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำชุดควบคุมและชุดทดลองตลอด 2 ช่วงของการทดลอง.....55

16 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศในเวลาเดียวกับตรวจสอบอุณหภูมิน้ำของบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำชุดควบคุมและชุดทดลองตลอด 2 ช่วงของการทดลอง.....56

17 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่ากรดเบสของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำชุดควบคุมและชุดทดลองตลอด 2 ช่วงของการทดลอง.....57

18 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำชุดควบคุมและชุดทดลอง ตลอด 2 ช่วงของการทดลอง.....58

19 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายของน้ำ ในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำชุดควบคุมและชุดทดลองตลอด 2 ช่วงของการทดลอง.....59

20 น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนของกุ้งกุลาดำชุดควบคุมและชุดทดลองการทดลองช่วงที่ 1 (ก.) และการทดลองช่วงที่ 2 (ข.).....62

สัญลักษณ์และคำย่อ

mg/l	=	มิลลิกรัมต่อลิตร
g/l	=	กรัมต่อลิตร
ml	=	มิลลิลิตร
ppt	=	ส่วนในพันส่วน
^{0}C	=	องศาเซลเซียส
rpm	=	รอบต่อนาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย