การบำบัดไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดโดยตัวกรองชีวภาพไนตริฟิเคชั่นแบบจม

นายธนทร ศรีสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551

NITROGEN TREATMENT IN CLOSED-SYSTEM TILAPIA CULTIVATION USING SUBMERGED NITRIFYING BIOFILTER

Mr.Thanathon Sesuk

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Chemical Engineering
Department of Chemical Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2008

Thesis Title	NITROGEN TREATMENT IN CLOSED-SYSTEM TILAPIA CULTIVATION USING SUBMERGED NITRIFYING BIOFILTER
By	Mr.Thanathon Sesuk
Field of Study	Chemical Engineering
Advisor	Kasidit Nootong, Ph.D.

Accepted by the Faculty of Engineering Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

..... Dean of the Faculty of Engineering
(Associate Professor Boonsom Lerdhirunwong, Dr.Ing.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman
(Assistant Professor Anongnat Somwangthanaroj, Ph.D)

..... Advisor
(Kasidit Nootong, Ph.D.)

..... Examiner
(Associate Professor Prasert Pavasant, Ph.D)

..... Examiner
(Associate Professor Muenduen Phisalaphong, Ph.D)

..... External Examiner
(Sorawit Powtongsook, Ph.D.)

ธนทร ศรีสุข : การบำบัดไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงปลานิลระบบปิดโดยตัวกรองชีวภาพไนตริฟิเคชั่นแบบจม (NITROGEN TREATMENT IN CLOSED-SYSTEM TILAPIA CULTIVATION USING SUBMERGED NITRIFYING BIOFILTER) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ดร.กษิดิศ หนูทอง, 113 หน้า.

งานวิจัยนี้เน้นในการพัฒนาระบบเลี้ยงสัตว์น้ำที่เรียบง่ายแต่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อการประยุกต์ใช้งานโดยเกษตรกรไทย ในส่วนแรกของงานวิจัยทำการศึกษาถึงตัวแปรและแนวทางการปรับสภาพตัวกรองชีวภาพไนตริฟิเคชั่น ในขณะที่ในส่วนที่สองทำการประเมินศักยภาพของระบบเลี้ยงสัตว์น้ำที่ออกแบบขึ้น ซึ่งมีการติดตั้งตัวกรองชีวภาพที่ผ่านการปรับสภาพแล้วในการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นเริ่มต้นของสัตว์น้ำต่างกัน การเติมอาหารกุ้งสามารถกระตุ้นกระบวนการไนตริฟิเคชั่นได้สำเร็จในระยะเวลา 3 – 4 สัปดาห์ โดยตัวกรองที่ปรับสภาพแล้วจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นอยู่ที่ 24.1 มก. ไนโตรเจน/ตร.ม./วัน ระบบเลี้ยงสัตว์น้ำที่ออกแบบขึ้นได้รวมกระบวนการเลี้ยง การบำบัดน้ำ และการแยกตะกอนเข้าด้วยกัน ซึ่งทำให้ลักษณะของระบบมีความเรียบง่ายและสามารถลดต้นทุนในการดำเนินการได้ ผลการทดลองพบว่าระบบเลี้ยงสามารถควบคุมปริมาณแอมโมเนียและไนไตรท์ให้ต่ำกว่า 1.0 มก. ไนโตรเจน/ล. ถึงแม้ปริมาณของเสียอนินทรีย์ไนโตรเจนจะเพิ่มมากกว่า 3 เท่าจาก 5 – 18.3 มก. ไนโตรเจน/ล/วัน. ประสิทธิภาพของระบบเลี้ยงเกิดจากการเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชั่นที่สมบูรณ์และความสามารถในการตรึงเซลล์ไนตริฟายอิ้งแบคทีเรียที่เจริญเติบโตได้ช้า นอกจากกระบวนการไนตริฟิเคชั่น กระบวนการนำไนโตรเจนเข้าสู่เซลล์โดยตรงและดีไนตริฟิเคชั่นยังมีส่วนร่วมในการควบคุมปริมาณสารอนินทรีย์ไนไตรเจนในน้ำ ความสามารถในการจับตะกอนที่ดีของตัวกรองชีวภาพไบโอคอร์ดเป็นส่วนสำคัญในการเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชั่น การล้างตะกอนแขวนลอยที่จับบนพื้นผิวของตัวกรองสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดกระบวนการชีวภาพที่ไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งผลิตสารพิษ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ได้ การล้างตัวกรองชีวภาพด้วยความถี่ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์สามารถเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำได้ถึง 25 – 30 กก./ลบ.ม. ซึ่งใกล้เคียงกับการเลี้ยงในกระชังซึ่งไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในการทดลองนี้อัตราของปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นอยู่ระหว่าง 27.6 – 41.2 มก. ไนโตรเจน/ตร.ม./วัน ซึ่งอยู่ในช่วงต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยในอดีต อย่างไรก็ตามระบบเลี้ยงสัตว์น้ำที่ออกแบบขึ้นก็มีจุดดึงดูดคือมีรูปแบบเรียบง่ายซึ่งเหมาะแก่เกษตรกรไทย

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2551

4971518421 : MAJOR CHEMICAL ENGINEER
KEYWORDS :NITROGEN / NITRIFICATION / BIOFILTER / BIOREACTOR / TILAPIA

THANATHON SESUK: NITROGEN TREATMENT IN CLOSED-SYSTEM TILAPIA CULTIVATION USING SUBMERGED NITRIFYING BIOFILTER. ADVISOR: KASIDIT NOOTONG, Ph.D. 113 pp.

This work focused on a development of simple yet effective aquaculture systems for an adoption among budget-limited Thai farmers. The first part of the work investigated the parameters that influenced an acclimation of nitrifying biofilters while the second part tested for the performance of the proposed aquaculture systems integrated with acclimated nitrifying biofilters at different initial aquaculture densities. Shrimp diet addition was able to establish nitrification on Biocord^{TM} biofilters within a period of 3 – 4 weeks. An initial nitrifying rate of Biocord^{TM} biofilters after acclimating period was determined at 24.1 mg N m^{-2} day^{-1}. The zero-water exchanged tilapia cultivation was carried out in the proposed aquaculture systems integrated with shrimp diet acclimated Biocord^{TM} biofilters. Design of the proposed system combined aquaculture production, water treatment, and solid-liquid separation within single tank, thereby offering a possibility of process simplification and reduction in operational costs. Series of experiments indicated that the proposed aquaculture systems were capable of maintaining ammonium and nitrite concentrations below 1.0 mg N L^{-1} despite increasing inorganic nitrogen loadings more than 3-folds from 5 – 18.3 mg N L^{-1} day^{-1}. Efficient performance of the systems was linked to a proper biofilter preparation to achieve fully nitrification before an initial deployment was taken placed as well as microbial immobilization that successfully retain slow-growth nitrifying bacteria in the systems. Besides nitrification, direct assimilation of inorganic nitrogen and heterotrophic denitrification were other mechanisms responsible for inorganic nitrogen control. The excellent capability of the chosen Biocord^{TM} biofilters in retaining suspended solids was crucial for the onset of heterotrophic denitrification. Frequent suspended solid removal from Biocord^{TM} biofilters was able to reduce the likelihood of heterotrophic denitrification and sulfate reduction, which produced toxic H_2S. Regular cleaning of Biocord^{TM} biofilters also enhanced nitrifying rates in comparison to unclean biofilters. With biofilter cleaning (i.e., once every 2 weeks), the proposed aquaculture systems were able to increase their harvesting density to as high as 25 – 30 kg m^{-3}, which is comparable to unenvironmental-friendly caged production. In this work, nitrification rates obtained (i.e., 27.6 – 41.2 mg N m^{-2} day^{-1}) were in the low-range compared to other works. In spite of that, the proposed aquaculture systems should remain attractive for Thai farmers due to their design simplicity.

Department : Chemical Engineering Student's Signature : .....

Field of Study : Chemical Engineering Advisor's Signature : .....

Academic Year : 2008

ACKNOWLEDGEMENTS

First of all, I would like to dedicate this thesis for my parents and family. Their unconditional love and care encourage me to continue fighting and being optimistic. This work would have been impossible without their presence. I would like to thanks my thesis advisor, Dr. Kasidit Nootong, for giving me the special opportunity to work in his research laboratory. I also would like to extend my appreciation towards Dr. Anongnat Somwangthanaroj, Dr. Prasert Pavasant, Muenduen Phisalaphong and specially Dr. Sorawit Powtongsook for their valuable suggestion and specific guidance to improve my thesis. For my colleagues, I would like to thank Miss Maliwan Kutako, Mr. Seri Donnuea, and other friends at the Department of Chemical Engineering of Chulalongkorn University and at the Center of Excellence for Marine Biotechnology of Chulalongkorn University for their sincere friendship and assistance during my research work. Finally, I would like to acknowledge the Thailand Research Fund, the National Innovation Agency, and Manit Farm for their financial supporting. Without their funding, this thesis is impossible.

CONTENTS

LIST OF TABLE

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**