ความสามารถของโกงกางใบเล็ก *Rhizophora apiculata* เพื่อการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง

นางสาวเจนจิรา แก้วรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-639-670-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I15620012

EFFICIENCY OF *Rhizophora apiculata* FOR TREATMENT OF SHRIMP FARM EFFLUENT

Miss Jenjira Kaewrat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Environmental Science

Inter-Department of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-639-670-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความสามารถของโกงกางใบเล็ก *Rhizophora apiculata* เพื่อการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง
โดย	นางสาวเจนจิรา แก้วรัตน์
สหสาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล

บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กำธร ธีรคุปต์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล)

.....กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. สนิท อักษรแก้ว)

เจนจิรา แก้วรัตน์: ความสามารถของโกงกางใบเล็ก *Rhizophora apiculata* เพื่อการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง (EFFICIENCY OF *Rhizophora apiculata* FOR TREATMENT OF SHRIMP FARM EFFLUENT) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล, 98 หน้า. ISBN 974-639-670-6

การศึกษาความสามารถของโกงกางใบเล็กเพื่อบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง เน้นศึกษาการลดปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยแบ่งโกงกางใบเล็กเป็น 3 ขนาดตามมวลชีวภาพเริ่มต้นคือ 160.3, 122.4 และ 82.5 กรัมต่อต้น และแต่ละขนาดแบ่งเป็น 3 กลุ่มทดลอง คือกลุ่มทดลองที่ได้รับน้ำทะเล น้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง และ Hoagland solution พบว่าโกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution มีอัตราการดูดซับไนโตรเจน และฟอสฟอรัสสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 925.7 และ 143.4 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปีตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกขนาดมวลชีวภาพเริ่มต้นที่ศึกษา ($p>0.05$) ส่วนโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง มีอัตราการดูดซับไนโตรเจน และฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 148.1 และ 16.0 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปีตามลำดับ และจากการวิจัยยังพบว่าโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทะเลมีการปลดปล่อยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสออกมา

ส่วนมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นพบว่าโกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution น้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง และน้ำทะเลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) ซึ่งโกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution มีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นมากที่สุด โดยที่มวลชีวภาพเริ่มต้น 160.3, 122.4 และ 82.5 กรัมต่อต้น มีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นเท่ากับ 20.9, 41.4 และ 36.0 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปีตามลำดับ ส่วนโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งมีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 11.2 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยไม่แตกต่างกันในทุกขนาดที่ศึกษา และโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทะเลมีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด 6.2 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับกับมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสามารถใช้โกงกางใบเล็กในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งได้ดี และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันในทุกขนาดที่ศึกษา ซึ่งโกงกางใบเล็กมีประสิทธิภาพการลดปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งได้ประมาณ 80 % ส่วนในกรณีที่มีปริมาณธาตุอาหารมากใน Hoagland solution โกงกางใบเล็กมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสประมาณ 90%

ภาควิชา สหสาขา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

C826764 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD: :MANGROVE / *Rhizophora apiculata* / BIOMASS / NITROGEN / PHOSPHORUS / SHRIMP EFFLUENT
JENJIRA KAEWRAT : EFFICIENCY OF *Rhizophora apiculata* FOR TREATMENT OF SHRIMP FARM EFFLUENT. THESIS ADVISOR : ASSI. PROF. PIPAT PATANAPONPAIBOON, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR :ASSO. PROF. SOMKIAT PIYATIRATITIVORAKUL, Ph.D. 98 pp. ISBN 974-639-670-6.

The efficiency of *Rhizophora apiculata* on nitrogen and phosphorus reduction of shrimp culture effluent was designed using 3 mangrove initial biomass (160.3, 122.4 and 82.5 g/stem) and 3 effluent sources (seawater, water effluent from shrimp culture and Hoagland solution). The results indicated that *R. apiculata* cultured in different effluent sources had significant differences in nitrogen and phophorus uptake rates ($p \leq 0.05$). *R. apiculata* grown in Hoagland solution showed the highest uptake rate of nitrogen and phosphorus at 925.7 and 143.4 kg/ha/yr respectively, and had no significant difference among initial biomass ($p > 0.05$). For shrimp culture effluent, *R. apiculata* uptake rate of nitrogen and phosphorus was 148.1 and 16.0 kg/ha/yr, respectively. *R. apiculata* grown only in seawater showed no uptake of either nitrogen or phosphorus, but some nitrogen and phosphorus was released from the system to the water.

For mangrove production, *R. apiculata* cultured in different effluent sources had significant differences in biomass production ($p \leq 0.05$). *R. apiculata* grown in Hoagland solution showed that its production varied by initial biomass (160.3, 122.4 and 82.5 g/stem) at 20.9, 41.4 and 36.0 ton/ha/yr, respectively. Production of *R. apiculata* grown in shrimp culture effluent was 11.2 ton/ha/yr without any biomass effect. There was only a small gain in mangrove grown in seawater, at 6.2 ton/ha/yr. Reduction of nitrogen and phosphorus from the effluent water was significantly correlated to mangrove production.

The results indicate that shrimp farm effluent can be treated by *R. apiculata*. Comparison nitrogen and phosphorus uptake by plant, *R. apiculata* gave an efficiency of 90% when grown in Hoagland solution and 80% when grown in shrimp culture effluent without any biomass effect.

ภาควิชา INTER-DEPARTMENT ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ENVIRONMENTAL SCIENCE ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 1998 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากความกรุณาของผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำสั่งสอน ตลอดจนความคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ และขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กำธร ธีรคุปต์ และ ศาสตราจารย์ ดร.สนิท อักษรแก้ว ที่กรุณาเสียสละเวลาเพื่อเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำและช่วยแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ศิริชัย ธรรมวานิช ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำในเรื่องการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและดิน

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. กนกพร บุญส่ง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดจนความคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณโครงการเมธีวิจัยอาวุโส(สกว.)ของศาสตราจารย์ ดร.สนิท อักษรแก้ว หน่วยปฏิบัติการวิจัยพฤกษนิเวศวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บัณฑิตวิทยาลัย สหสาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม และ ทุนชิน โสภณพานิช ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย

ขอขอบพระคุณหน่วยปฏิบัติการวิจัยพฤกษนิเวศวิทยาที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือในการทำวิจัยและสถานที่ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบพระคุณภาควิชาพฤกษศาสตร์ และ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณวัชนะ บุญชัย ที่กรุณาสละเวลาและให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการเก็บข้อมูลภาคสนาม ขอขอบพระคุณ คุณศศิธร พ่วงปาน คุณวิมลมาศ นุ้ยภักดี และเพื่อนๆทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

และท้ายสุดขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่กรุณาให้เงินทุนอุดหนุนการวิจัย พร้อมทั้งให้กำลังใจมาโดยตลอด

คำย่อที่ใช้

COD	Chemical Oxygen Demand (มิลลิกรัมต่อลิตร)
cm	เซนติเมตร
D	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของต้นไม้ (เซนติเมตร)
g	กรัม
ha	เฮกแตร์
hg	Hoagland solution
L	ความสูงของต้นไม้ (เซนติเมตร)
mg/l	มิลลิกรัมต่อลิตร
mv	มิลลิโวลท์
pls	post larvae
ppt	part per thousand
pH	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
sw	น้ำทะเล
TN	ไนโตรเจนทั้งหมด
TP	ฟอสฟอรัสทั้งหมด
ww	น้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง
W_t	น้ำหนักแห้งของพืชทั้งหมด (oven dry weight) (กรัม)

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

คำย่อที่ใช้..... ช

สารบัญ..... ฌ

สารบัญตาราง..... ฎ

สารบัญภาพ..... ฏ

บทที่

1. บทนำ..... 1

2. การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสำคัญของป่าชายเลน..... 4

กลไกการบำบัดน้ำเสียของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำ..... 7

ปริมาณและการหมุนเวียนธาตุอาหารในป่าชายเลน..... 9

การสร้างมวลชีวภาพของโกงกางใบเล็ก..... 13

วิวัฒนาการของการเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย..... 15

ผลกระทบของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง..... 16

3. วิธีดำเนินการศึกษา

ขั้นตอนการเตรียมการทดลอง..... 21

ขั้นตอนการทดลอง..... 22

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 25

4. ผลการศึกษา

อัตราการเจริญเติบโตของโกงกางใบเล็ก..... 36

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารในระบบโกงกางใบเล็ก..... 38

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นกับการดูดซับไนโตรเจนของโกงกางใบเล็ก..... 39

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นกับการดูดซับฟอสฟอรัสของโกงกางใบเล็ก..... 39

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ประสิทธิภาพของโกงกางใบเล็กในการลดสารอาหาร..... 40

การประมาณหาปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่โกงกางใบเล็กนำไปใช้ต่อพื้นที่ 41

คุณสมบัติบางประการของน้ำเข้า และออกจากระบบ และคุณสมบัติบางประการ

ของดิน..... 41

5. อภิปรายผลการศึกษา

อัตราการเจริญเติบโตของโกงกางใบเล็ก..... 61

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารในระบบโกงกางใบเล็ก..... 62

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นกับการดูดซับไนโตรเจนของโกงกางใบ-

เล็ก..... 63

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นกับการดูดซับฟอสฟอรัสของโกงกางใบ-

เล็ก..... 64

ประสิทธิภาพของโกงกางใบเล็กในการลดสารอาหาร..... 66

การประมาณหาปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่โกงกางใบเล็กนำไปใช้ต่อพื้นที่ 67

คุณสมบัติบางประการของน้ำเข้า และออกจากระบบ และคุณสมบัติบางประการ 70

ของดิน.....

6. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 72

รายการอ้างอิง..... 74

ภาคผนวก- ก..... 83

ภาคผนวก- ข..... 87

ภาคผนวก- ค..... 97

ประวัติผู้เขียน..... 98

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การเปรียบเทียบลักษณะการเลี้ยงกุ้งแบบต่างๆ 16

2.2 คุณภาพน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนาในระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน 19

3.3 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 23

3.4 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์คุณภาพดิน 24

4.5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นของโกงกางใบเล็กในเวลา 224 วัน 47

4.6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย TN ที่ถูกดูดซับในระบบโกงกางใบเล็กในเวลา 224 วัน 47

4.7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย TP ที่ถูกดูดซับในระบบโกงกางใบเล็กในเวลา 224 วัน 48

4.8 ประสิทธิภาพของโกงกางใบเล็กในการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำทิ้ง-
จากการเลี้ยงกุ้ง และ Hoagland solution 59

4.9 การหาปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่โกงกางใบเล็กนำไปใช้ต่อพื้นที่ 59

5.10 การดูดซับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของโกงกางใบเล็กในป่าธรรมชาติ 69

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 บริเวณรากที่มีการแลกเปลี่ยนออกซิเจน	8
3.2 สมการแอลโลเมตรีที่ใช้ในการประมาณมวลชีวภาพทั้งหมดของไม้โกงกางใบเล็ก	26
3.3 ขั้นตอนการทดลองและการเก็บตัวอย่าง	27
3.4 พื้นที่ศึกษาบริเวณภาควิชาพฤกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	28
3.5 บริเวณที่เลี้ยงกุ้ง	29
3.6 การเก็บตัวอย่างน้ำ	30
3.7 การกรองตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหาร	31
3.8 เครื่องมือการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	32
3.9 การเตรียมตัวอย่างดิน	32
3.10 เครื่องมือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน	33
3.11 ตัวอย่างต้นโกงกางใบเล็กเพื่อหามวลชีวภาพ	34
3.12 การชั่งน้ำหนักหามวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของไม้โกงกางใบเล็ก	35
4.13 เปรียบเทียบความสูงที่เพิ่มขึ้นของโกงกางใบเล็กในชุดทดลองต่างๆ	43
4.14 เปรียบเทียบความสูงที่เพิ่มขึ้นของโกงกางใบเล็กขนาดมวลชีวภาพเริ่มต้นต่างกัน	44
4.15 เปรียบเทียบเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่เพิ่มขึ้นของโกงกางใบเล็กในชุดทดลองต่างๆ	45
4.16 เปรียบเทียบเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่เพิ่มขึ้นของโกงกางใบเล็กขนาดมวลชีวภาพเริ่มต้นต่างกัน	46
4.17 เปรียบเทียบมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นของโกงกางใบเล็กในชุดทดลองต่างๆ	49
4.18 เปรียบเทียบมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นของโกงกางใบเล็กขนาดมวลชีวภาพเริ่มต้นต่างกัน	50
4.19 เปรียบเทียบปริมาณ TN ที่ถูกดูดซับในชุดทดลองต่างๆ	51
4.20 เปรียบเทียบปริมาณTN ที่ถูกดูดซับของโกงกางใบเล็กขนาดมวลชีวภาพเริ่มต้นต่างกัน	52
4.21 เปรียบเทียบปริมาณ TP ที่ถูกดูดซับในชุดทดลองต่างๆ	53
4.22 เปรียบเทียบปริมาณTP ที่ถูกดูดซับของโกงกางใบเล็กขนาดมวลชีวภาพเริ่มต้นต่างกัน	54
4.23 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับการดูดซับไนโตรเจนของโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง	55
4.24 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับการดูดซับไนโตรเจนของโกงกาง-ใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution	56

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.25 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับการดูดซับฟอสฟอรัสของโกงกาง-ใบเล็กที่ได้รับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง 57

4.26 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับการดูดซับฟอสฟอรัสของโกงกาง-ใบเล็กที่ได้รับ Hoagland Soiution 58

4.27 ประสิทธิภาพของโกงกางใบเล็กในการลดปริมาณไนโตรเจนในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งและ Hoagland solution 60

4.28 ประสิทธิภาพของโกงกางใบเล็กในการลดปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งและ Hoagland solution 60