

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

# การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและการเกิดโรคปูทะเล (*Scylla* sp.) ที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ

# Morphological changes and pathology of mud crab (*Scylla* sp.), individual culture in recirculating system

นายสมชาย หวังวิบูลย์กิจ
นางสาวอัจฉรี เรืองเดช

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2556
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและการเกิดโรคปูทะเล (*Scylla* sp.) ที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ
แหล่งเงิน งบรายได้คณะเทคโนโลยีการเกษตร
ประจำปีงบประมาณ 2556 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 428,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2555 ถึง กันยายน 2556
หัวหน้าโครงการ นายสมชาย หวังวิบูลย์กิจ
ผู้ร่วมโครงการวิจัย นางสาวอัจฉรี เรืองเดช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระลาดบัง

## บทคัดย่อ

การเลี้ยงปูทะเลแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ พบลักษณะทางกายภาพเป็นแผลสนิมเกิดขึ้นบนบริเวณ carapace จำนวน 17 ตัว โดยแผลจะมีลักษณะสึกกร่อนเป็นรูเล็ก ๆ จนถึงแผลขนาดใหญ่ และพบจำนวนปูที่เกิดแผลมากในช่วงที่มีปริมาณแอมโมเนียสูง อาการปูสามารถกินอาหารได้ปกติ แต่ปูที่พบลักษณะผิดปกติจะไม่สามารถทำการลอกคราบได้และส่งผลทำให้ปูตาย พบลักษณะโคโลนีเชื้อแบคทีเรียมีความแตกต่างกัน 6 รูปแบบ เป็นแกรมลบ 5 ตัวอย่าง และแกรมบวก 1 ตัวอย่าง เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแอมโมเนียกับไนไตรท์มีค่าสูงสุด 0.508 ความสัมพันธ์ระหว่างแอมโมเนียกับไนเตรทมีค่าสูงสุด 0.517 ความสัมพันธ์ระหว่างแอมโมเนียกับแบคทีเรียมีค่าสูงสุด 0.177 ความสัมพันธ์ระหว่างไนไตรท์กับไนเตรทมีค่าสูงสุด 0.302 ความสัมพันธ์ระหว่างไนไตรท์กับแบคทีเรียมีค่าสูงสุด 0.138 ความสัมพันธ์ระหว่างไนเตรทกับแบคทีเรียมีค่าสูงสุด 0.353 และความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่างกับแบคทีเรียมีค่า 0.375

**คำสำคัญ:** ปูทะเล, ลักษณะทางกายภาพ, ระบบหมุนเวียนน้ำ

12782063

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Morphological changes and pathology of mud crab (*Scylla* sp.), individual culture in recirculating system
Researcher: Somchai Wangwibulkit
Co-researcher: Uscharee Ruangdej
Faculty: Agricultural technology Department: Fisheries Science

## Abstract

Mud crabs (*Scylla* sp.) were cultured individual in the recirculation system. Morphological changes of mud crab were found rust on the carapace of 17 lesions will look worn by a small hole through a large incision. The number of mud crabs found in the lesions with high ammonia. Symptoms crabs can eat normally feed. Mud crab molting was abnormal and cause death. Characteristic colonies of bacteria are 6 different patterns are gram-negative and gram-positive samples 5 one example. When analyzing the relationship between ammonia and nitrite, maximum 0.508 correlation. Between ammonia and nitrate is maximum 0.517 correlation between ammonia and bacteria, with the highest value 0.177, the relationship between nitrite and nitrate is maximum 0.302. The relationship between nitrite bacteria had the highest correlation between nitrate 0.138 to 0.353 and the bacteria had the highest correlation between the acidity - alkalinity, bacteria with a 0.375.

**Keyword:** mud crab, *Scylla* sp., morphological changes, recirculating system

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


| | |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | II |
| สารบัญ | III |
| สารบัญตาราง | IV |
| สารบัญภาพ | V |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 2 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 3 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย | 12 |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย | 16 |
| บทที่ 5 สรุป | 26 |
| บรรณานุกรม | 27 |
| ประวัติคณะผู้วิจัย | 29 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ตารางแสดงค่า pH protease amylase cellulase และ xylanase ที่มาจาก mid gut ในปู | 9 |
| 2 | ลักษณะแกรม ขนาดและรูปร่างของเชื้อแบคทีเรียที่พบ | 18 |
| 3 | ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำและเชื้อแบคทีเรีย ในช่วงปริมาณแอมโมเนียต่ำ | 23 |
| 4 | ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำและเชื้อแบคทีเรีย ในช่วงปริมาณแอมโมเนียปานกลาง | 24 |
| 5 | ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำและเชื้อแบคทีเรีย ในช่วงปริมาณแอมโมเนียสูง | 25 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | แผนภาพของระบบหมุนเวียน ความเข้มข้นของตัวกรองและท่อระบายในอัตราที่ถูกควบคุมโดยหัวท้ายในท่ออากาศและในสายปล่อยตะกอน | 5 |
| 2 | การทำงานของฟองล้างลูกปัดที่อยู่ในกระบวนการกรอง (a) จะมีการ backwashed เป็นระยะ (b,c) ลบของแข็งและจับ biofloc ส่วนเกิน (c) การเติมใหม่ (d) พร้อมสำหรับการทำงาน | 6 |
| 3 | ระบบการเลี้ยงระดับพาณิชย์ (1) ปั๊มน้ำ (2) บ่อกรองชีวภาพ (3) การเลี้ยงถัง (4) ท่อน้ำเข้า (5) ท่อน้ำออก (6) หลอดนีออน (7) ท่อเข้าที่มีทางเข้าที่ด้านล่างของถังเลี้ยง (8) ตาข่าย (9) ท่อน้ำจากถังออก | 6 |
| 4 | แผนภาพของระบบการทดลอง RAS | 7 |
| 5 | ค่าเฉลี่ยของแอมโมเนีย ในตลอดการทดลอง | 8 |
| 6 | ค่าเฉลี่ยของไนไตรท์ ในตลอดการทดลอง | 8 |
| 7 | ค่าเฉลี่ยของไนเตรท ในตลอดการทดลอง | 9 |
| 8 | พื้นที่ของกระดองที่แผลจุดสนิมถูกจัดสรรใน 8 ตำแหน่ง | 10 |
| 9 | ความชุกของโรคจุดสนิมในแต่ละ 8 พื้นที่ของกระดองของปูเพศผู้ | 10 |
| 10 | ความชุกของโรคจุดสนิมในแต่ละ 8 พื้นที่ของกระดองของปูเพศเมีย | 11 |
| 11 | ลักษณะของปูที่เป็นโรค rust post | 11 |
| 12 | ลักษณะแผลที่เกิดจากโรค rust post | 11 |
| 13 | ระบบการเลี้ยงที่ใช้ในการทดลอง | 13 |
| 14 | ลักษณะของแผลที่เกิดบน carapace ในช่วงปริมาณแอมโมเนียต่ำ | 16 |
| 15 | ลักษณะของแผลที่เกิดบน carapace ในช่วงปริมาณแอมโมเนียต่ำ | 16 |
| 16 | ลักษณะของแผลที่เกิดบน carapace ในช่วงปริมาณแอมโมเนียสูง | 17 |
| 17 | ลักษณะของแผลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น | 17 |
| 18 | ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย A (A) ลักษณะโคโลนี (A1) ลักษณะรูปร่าง | 18 |
| 19 | ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย B (B) ลักษณะโคโลนี (B1) ลักษณะรูปร่าง | 18 |
| 20 | ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย C (C) ลักษณะโคโลนี (C1) ลักษณะรูปร่าง | 19 |
| 21 | ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย D (D) ลักษณะโคโลนี (D1) ลักษณะรูปร่าง | 19 |
| 22 | ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย E (E) ลักษณะโคโลนี (E1) ลักษณะรูปร่าง | 19 |
| 23 | ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย F (F) ลักษณะโคโลนี (F1) ลักษณะรูปร่าง | 20 |
| 24 | โคพีพอด order Harpacticoida ที่พบในระบบเลี้ยงปูทะเลแบบหมุนเวียนน้ำ | 21 |
| 25 | Cirripede neuplius ที่พบในระบบเลี้ยงปูทะเลแบบหมุนเวียนน้ำ | 21 |
| 26 | โรทาเรีย (*Rotaria* sp.) ที่พบในระบบเลี้ยงปูทะเลแบบหมุนเวียนน้ำ | 21 |
| 27 | กราฟความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำและเชื้อแบคทีเรีย ในช่วงปริมาณแอมโมเนียต่ำ | 22 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 28 | กราฟความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำและเชื้อแบคทีเรีย ในช่วงปริมาณแอมโมเนียปานกลาง | 23 |
| 29 | กราฟความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำและเชื้อแบคทีเรีย ในช่วงปริมาณแอมโมเนียปานกลาง | 24 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปูทะเล (*Scylla* sp.) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากมีรสชาติดีเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ปัจจุบันปริมาณปูทะเลมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคจึงทำให้ปูทะเลมีราคาแพง เช่น ปูไข่ราคาประมาณ 350-500 บาทต่อกิโลกรัม และปูเนื้อราคาประมาณ 300-400 บาท ส่วนราคาปูทะเลในสะพานปลากรุงเทพฯ จะอยู่ที่ 150-320 บาท (สะพานปลากรุงเทพฯ, 2553) การเลี้ยงปูทะเลมีการเลี้ยงในบ่อดิน ในกระชังและในตะกร้าแบบแยกเดี่ยว ซึ่งผลผลิตและคุณภาพปูทะเลขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น อัตราความหนาแน่น ปัจจัยสภาพแวดล้อมในบ่อเลี้ยงที่เกิดจากสิ่งขับถ่ายของปูทะเลและอาหารที่เหลือ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมภายในบ่อเลี้ยง ความเป็นกรด-ด่าง ความเป็นด่าง ความกระด้าง ปริมาณออกซิเจน แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท (Christensen et al., 2004) พาราไซต์ และแบคทีเรีย ปูทะเลมีลักษณะทางกายภาพผิดปกติและเกิดโรคทำให้ผลผลิตและคุณภาพปูทะเลต่ำกว่าปกติ การเลี้ยงปูทะเลแบบแยกเดี่ยวสามารถปล่อยปูเลี้ยงได้ในอัตราความหนาแน่น 36 ตัวต่อตารางเมตร (สมชาย และอนัญญา, 2549) ทำให้ได้ผลผลิตต่อพื้นที่การเลี้ยงสูงกว่าการเลี้ยงในบ่อดินและในกระชังแต่บางครั้งจะพบปูทะเลที่เลี้ยงมีลักษณะทางกายภาพที่ผิดปกติและเกิดโรคทำให้การเจริญเติบโต และอัตรารอดต่ำ ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพปูทะเล ดังนั้น การศึกษาปัญหาการเลี้ยงปูทะเลในอัตราความหนาแน่นมากกว่า 36 ตัวต่อตารางเมตร แบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่และคุณภาพของปูทะเลได้ตามที่ตลาดต้องการ โดยแก้ปัญหาลักษณะทางกายภาพของปูทะเล พาราไซต์ และแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในปูทะเลในระบบการเลี้ยง และหาความสัมพันธ์ของปัจจัยคุณภาพน้ำ ชนิดพาราไซต์ และแบคทีเรียที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ การเกิดโรค การเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อ การเจริญเติบโต และอัตรารอด ที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ จะเป็นวิธีการป้องกันและแก้ไขปัญหาลักษณะผิดปกติทางกายภาพและการเกิดโรคในปูทะเล เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพปูทะเลที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวที่มีระบบหมุนเวียนน้ำตลอดจนสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปใช้ประยุกต์ใช้กับการเลี้ยงปูชนิดอื่นๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงปูทะเล นักวิจัย นักวิชาการ สถาบันการศึกษาและหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของปูทะเลที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ

2.เพื่อศึกษาแบคทีเรียที่และพาราไซต์ที่ทำให้เกิดโรคปูทะเลที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ

3.เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของแบคทีเรีย พาราไซต์ และคุณสมบัติน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและการเกิดโรคปูทะเลที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปูทะเลในประเทศไทยมีหลายชนิด เช่น ปูทะเล ปูดำ ปูแดง ปูขาว ปูทองหลาง ปูทองโหลง และปูเขียว พบปูทะเลอาศัยอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำกร่อยบริเวณป่าชายเลน และปากแม่น้ำที่มีน้ำทะเลท่วมถึง ตั้งแต่อ่าวไทยฝั่งตะวันออก จังหวัดจันทบุรี ระยอง ตราด ชลบุรี บริเวณอ่าวไทยตอนใน จังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และอ่าวไทยฝั่งตะวันตก จังหวัดชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา และฝั่งอันดามัน จังหวัดระนอง กระบี่ ตรัง พังงา และสตูล ประเทศไทยมีการเลี้ยงปูเนื้อ การเลี้ยงปูไข่ การเลี้ยงปูนิ่ม และการเลี้ยงปูเล็กเป็นปูใหญ่โดยรวบรวมพันธุ์ปูทะเลมาจากชาวบ้านที่รวบรวมมาขายหรือจากแพปลา ปูทะเลที่รับซื้อแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ปูรวมเป็นปูที่มีทั้งตัวผู้และตัวเมียขนาด 8-10 ตัว/กิโลกรัม ปูแม่หม้ายหรือปูกะเทย ขนาด 6-8 ตัว/กิโลกรัม ปูโพรกเป็นปูที่มีเนื้อน้อยนิยมนำมาขุนให้มีเนื้อเพิ่มขึ้นให้ได้ขนาด 1-5 ตัว/กิโลกรัม (สิริและทวีศักดิ์, 2529) การปล่อยปูทะเลลงเลี้ยงในบ่อดินนิยมปล่อยในอัตราความหนาแน่นประมาณ 2-3 ตัว/ตารางเมตร (รัชฎา และคณะ ,2532; สิริ และทวีศักดิ์, 2529; Baliao et al.,1981; Trino et al., 1999) การเลี้ยงปูทะเลนิยมเลี้ยงปูตัวผู้กับตัวเมียรวมกันเพื่อเลียนแบบธรรมชาติ ซึ่งช่วยกระตุ้นให้ปูตัวเมียสร้างไข่มากและปูตัวผู้จะมีเนื้อแน่น ระหว่างการเลี้ยงต้องมีการดูแลและเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน โดยระบายน้ำไว้ให้เหลือประมาณ 10-15 เซนติเมตร เพื่อให้ปูฝังตัวได้ หลังจากนั้นเติมน้ำให้มีความลึกประมาณ 1 เมตรตลอดระยะการเลี้ยง (รัชฎา และคณะ, 2532)

การให้อาหารปูทะเลจะให้อาหารสดวันละ 1-2 ครั้ง ในตอนเช้าและตอนเย็น (อนุวัฒน์และรัชฎา, 2536; Trino et al. 1999) โดยสาดให้ทั่วบ่อหรือใส่ในถาดอาหารที่วางไว้รอบบ่อ อาหารที่นิยมใช้เลี้ยงปูทะเลมี 2 ชนิด

1. ปลาข้างเหลือง ปลาเป็ด หรือปลาเบญจพรรณสด นำมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 1-2 นิ้ว ให้อาหารประมาณ 7-10% ของน้ำหนักปู โดยจำนวนชิ้นอาหารอย่างน้อยต้องเท่ากับจำนวนปูทะเลที่เลี้ยง

2. หอยกะพงหรือหอยแมลงภู่ ให้ประมาณ 40% ของน้ำหนักตัวปู

การเลี้ยงปูทะเลมีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อผลผลิตปูทะเลที่เลี้ยง เช่น สภาพแวดล้อมในบ่อเลี้ยง ระบบการจัดการคุณภาพน้ำและของเสียในระบบการเลี้ยง (Swingle, 1969; Lim and Sugahara, 1984; APHA, 1995) คุณภาพอาหารที่ใช้เลี้ยง ซึ่งพบว่าปัจจัยดังกล่าวถ้ามีการจัดการที่ไม่ดีก็จะเป็นสาเหตุของการเกิดลักษณะทางกายภาพผิดปกติ และเกิดโรคปูทะเลทำให้อัตรารอดต่ำ และคุณภาพปูทะเลไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค โดยเฉพาะลักษณะทางกายภาพของปูทะเล เช่น กระดองมีลักษณะคล้ายสนิม กัดกร่อนเจาะเป็นรู และเป็นแผล (Andersen et al., 2000) นอกจากนี้พาราไซต์ และแบคทีเรียยังเป็นสาเหตุทำให้การเจริญเติบโตและอัตรารอดต่ำ (Lavilla-Pitogo et al., 2001) สภาพดินที่มีธาตุเหล็กและคุณภาพน้ำในบ่อทำให้เกิดการตกตะกอนบนเปลือกปูทำให้เปลือกมีสีเหลือง หรือน้ำตาลแดง การเปลี่ยนสีของเหงือกมีลักษณะเป็นสีเทา น้ำตาลถึงดำ การลอกคราบไม่สมบูรณ์ทำให้รยางค์บางส่วนติดอยู่กับกระดองเก่า ซึ่งสมชายและอนัญญา (2549) ได้ทดลองปล่อยปูทะเลเลี้ยงในอัตราความหนาแน่น 36 ตัวต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเมตร แบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ พบว่า ปูทะเลสามารถเจริญเติบโตได้ แต่บางครั้งในช่วงการเลี้ยงยังพบปูทะเลมีลักษณะทางกายภาพที่ผิดปกติ และเกิดโรคซึ่งยังไม่ได้มีการศึกษาสาเหตุโดยละเอียด ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาปัจจัยที่เป็นสาเหตุการเกิดลักษณะผิดปกติทางกายภาพและโรคปูทะเลที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่นสูงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ และหาวิธีการป้องกันและแก้ไขปัญหา เพื่อพัฒนาระบบการเลี้ยงปูทะเลแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่และคุณภาพของปูทะเลที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่นและเป็นที่ต้องการของตลาดผู้บริโภค

**ระบบการเลี้ยงแบบหมุนเวียน**

ระบบแบบหมุนเวียนแบบกึ่งปิด (semi-closed recirculation land-dased system) จะมีการนำน้ำที่มีคุณภาพดีเข้าสู่ระบบเลี้ยงเพียงครั้งเดียว และมีการเติมน้ำเข้าระบบเพียงเล็กน้อย เพื่อปรับคุณภาพน้ำให้ดีขึ้นและช่วยควบคุมค่าคุณภาพน้ำในระบบเลี้ยง เนื่องจากการระเหยของน้ำ สำหรับน้ำที่ผ่านการเลี้ยงแล้วไหลตามท่อไปรวมกันในระบบกรองชีวภาพ และน้ำที่ผ่านการระบบกรองชีวภาพจะจ่ายกลับไปตามท่อสู่ระบบเลี้ยงเป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ

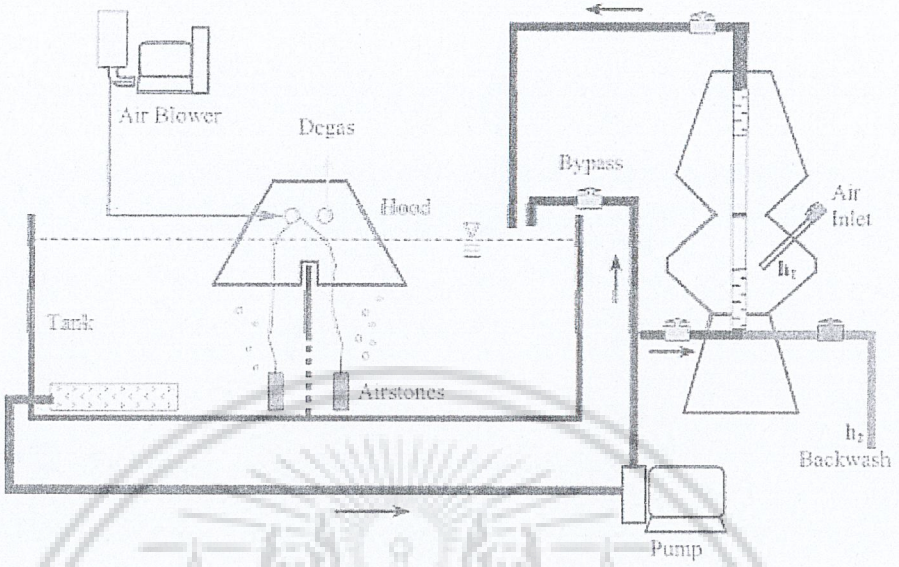
1. ระบบตัวกรองน้ำ

bubble-washed bead filter system กระบวนการลดปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ ที่มีอนุภาคขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอน ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายอาหารที่เหลือซึ่งอาจอยู่ในน้ำเป็นเวลานาน สารแขวนลอยที่ดีมีแนวโน้มที่จะลดความคมชัดของน้ำ ในขณะที่สารแขวนลอยอนุภาคขนาดใหญ่สร้างปัญญาร้ายแรง โดยส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของระบบการเลี้ยง ตัวกรองลูกปัดสามารถเอาสารแขวนลอย โดยการลบออกโดยการสกัดกั้นเป็นกระบวนการที่ละเอียดอ่อนที่เกิดจากการชนกันระหว่างอนุภาคและพื้นผิวสื่อลูกปัด ตัวกรองลูกปัดยังเอาอนุภาคปลีกย่อย ที่เล็กกว่า 20 ไมครอน แต่ในอัตราที่ช้าลง ตัวกรองลูกปัดเป็นหน่วยชี้แจงที่มีความสามารถในการรักษาคุณภาพน้ำ

ระบบประกอบไปด้วย ถังเลี้ยงสี่เหลี่ยม เครื่องปั๊มน้ำ เครื่องปั๊มอากาศและถังไฟเบอร์กลาส อากาศจะถูกส่งจากเครื่องปั๊มผ่านทางหัวทรายที่ห้อยลงมาจากด้านล่างเครื่องดูดอากาศ 23 เซนติเมตร ความรุนแรงของพลังงานในตัวกรองจะถูกกำหนดโดยความแตกต่างระหว่างหัวท้ายของท่อฉีดอากาศ ดังนั้นตำแหน่งของตัวกรองจะถูกแก้ไขให้มีความแตกต่างกัน 0.9 เมตร (Sastry et al., 1999) ดังภาพที่ 1

ตัวกรองจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ห้องกรอง คอซักและห้องขยายตัว น้ำจะหมุนเวียนจากถังเลี้ยงขึ้นผ่านลูกปัดที่บรรจุในห้องกรองและกลับไปยังถังเลี้ยง การล้างสามารถทำได้โดยการปิดวาล์วกับวาล์วลูกสูบและเปิดสายทิ้งตะกอน เกิดสุญญากาศขึ้นภายในห้องกรองและเปิดวาล์วอากาศ เพื่อดูดอากาศเข้าไปในตัวกรองด้านล่างคอซัก การระบายน้ำจะเปิดวาล์วปล่อยน้ำออกเพื่อให้น้ำไหลลงและผ่านคอซักที่จะขัดขึ้นมาโดยใช้ฟองทันทีวงจรจบลงลูกปัดจะลงมาอยู่ในห้อง (Sastry et al., 1999) ดังภาพที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 1** แผนภาพของระบบหมุนเวียน ความเข้มข้นของตัวกรองและท่อระบายในอัตราที่ถูกควบคุมโดยหัวท้ายในท่ออากาศและในสายปล่อยตะกอน

**ที่มา** : Sastry et al. (1999)

การศึกษาของ Calado et al. (2003) กรวยถังไฟเบอร์กลาสยังได้รับการออกแบบและผลิตที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เมตรมีความสูงทั้งหมด 1 เมตรและความลาดชันอยู่ที่ 0.7 เมตรถังมีปริมาณ 200 ลิตร และวาล์วท่อระบายน้ำ 15 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางด้านบน (ภาพที่ 3)

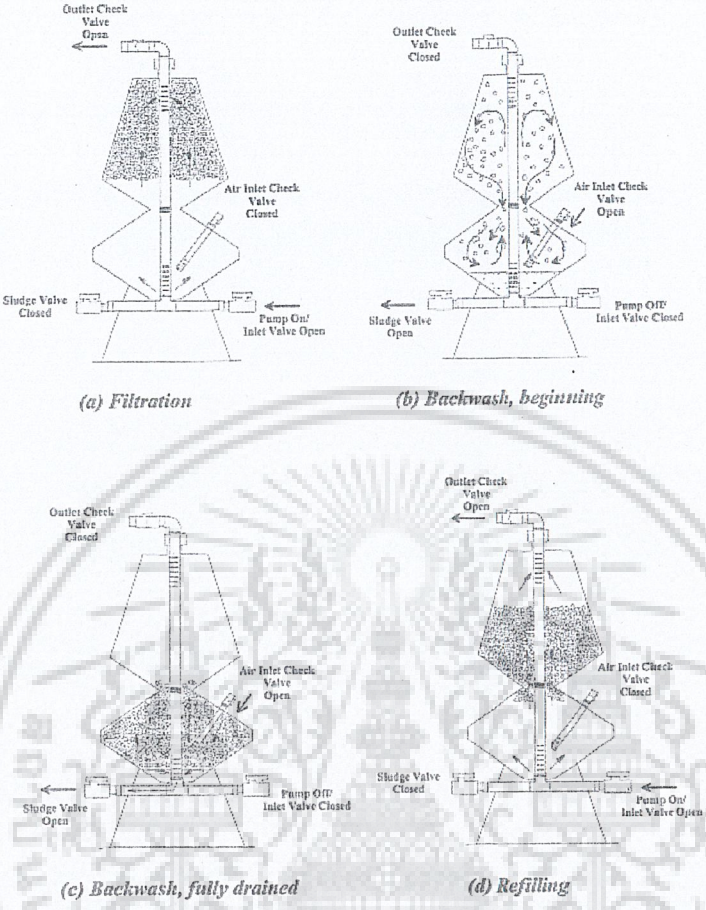
Liu et al. (2013) ทำการศึกษาระบบ RAS ประกอบด้วยถังเลี้ยง 1.3 ลูกบาศก์เมตร ท่อดักตะกอน pump sump reuse pump แสดงใน (ภาพที่ 4) น้ำสูบจากบ่อปริมาณ 0.2 ลูกบาศก์เมตร

2. ปัจจัยคุณภาพน้ำ

Lin. (1991) กล่าวว่าการผลิตแอมโมเนียและการสะสมในระดับที่เป็นอันตรายต่อความเป็นไปได้อย่างต่อเนื่องในระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำปิด ไนโตรเจนที่พบบ่อยในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเช่น แอมโมเนียไนไตรท์และไนเตรต ได้จากการเผาผลาญอาหารสัตว์และอุจจาระในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและยังเป็นพิษมากที่สุดในการเพาะเลี้ยงในหมู่ไนโตรเจน

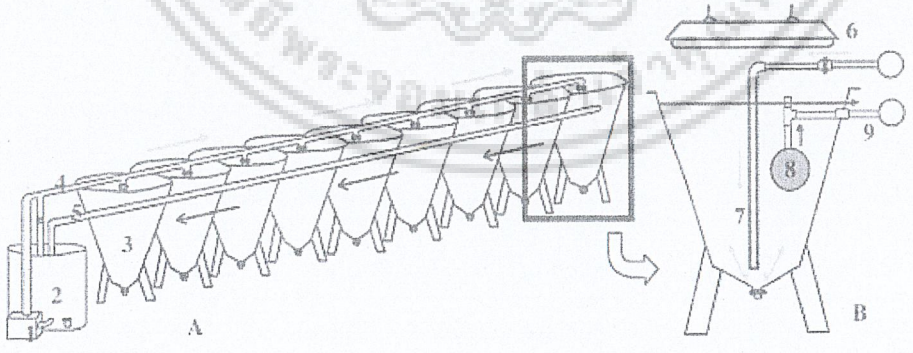
Timmons et al. (2002) กล่าวว่าแอมโมเนียที่มีอยู่ในสองรูปแบบ ไอออนไนซ์แอมโมเนีย ($NH_4^+$) ซึ่งไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำและอันไอออนไนซ์แอมโมเนีย ($NH_3$) อัตราส่วนความสัมพันธ์ของแอมโมเนียจะถูกกำหนดโดยความเค็ม อุณหภูมิและระดับ pH ในน้ำ ความเป็นพิษมากจะขึ้นอย่างมากจากการสามารถกระจายและการสะสม เพื่อบรรเทาการสะสมของแอมโมเนีย การแลกเปลี่ยนน้ำมักจะดำเนินการเป็นระยะ ๆ และการใช้ระบบการหมุนเวียนประเภทต่าง ๆ ในการเลี้ยง แม้ว่าขั้นตอนเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณแอมโมเนีย แต่การสะสมก็ยังคงเกิดขึ้นในการเพาะเลี้ยงสัตว์ปิด ระบบซึ่งสามารถส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญในการผลิตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 2** การทำงานของฟองล้างลูกปัดที่อยู่ในกระบวนการกรอง (a) จะมีการ backwashed เป็นระยะ (b,c) ลบของแข็งและจับ biofloc ส่วนเกิน (c) การเติมใหม่ (d) พร้อมสำหรับการทำงาน

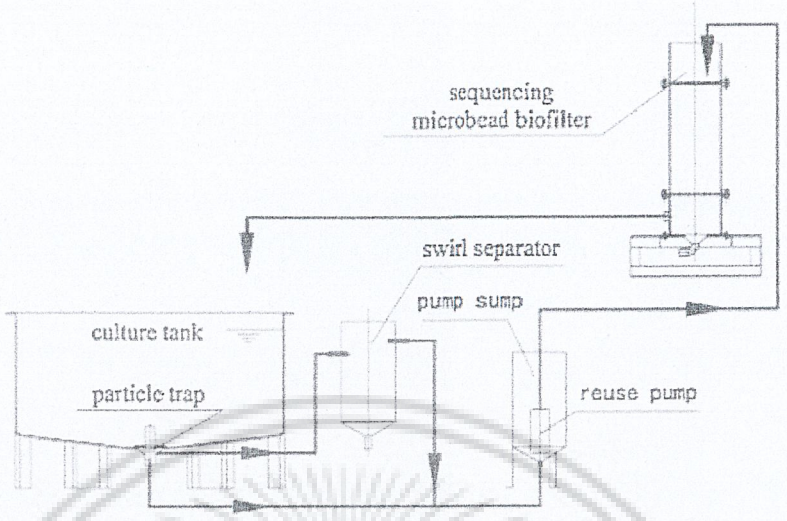
**ที่มา :** Sastry et al. (1999)




**ภาพที่ 3** ระบบการเลี้ยงระดับพาณิชย์ (1) ปั๊มน้ำ (2) บ่อกรองชีวภาพ (3) การเลี้ยงถัง (4) ท่อน้ำเข้า (5) ท่อน้ำออก (6) หลอดนีออน (7) ท่อเข้าที่มีทางเข้าที่ด้านล่างของถังเลี้ยง (8) ตาข่าย (9) ท่อน้ำจากถังออก

**ที่มา :** Calado et al. (2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่** 4 แผนภาพของระบบการทดลอง RAS
**ที่มา :** Liu et al. (2013)

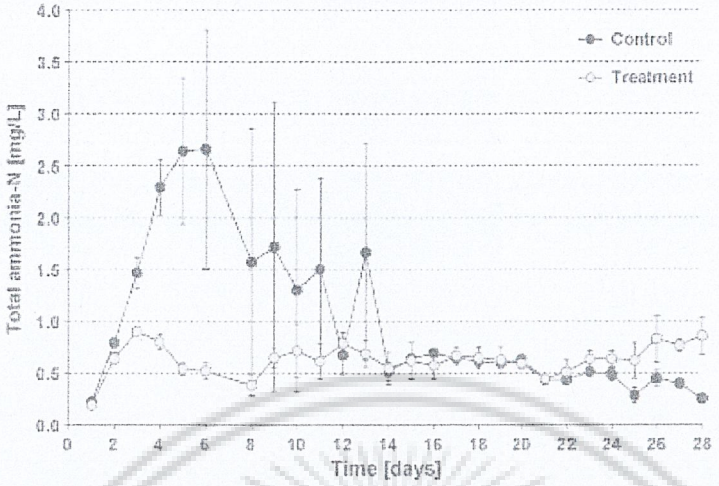
ไนไตรท์ จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาวะการทำงานของระบบกรองชีวภาพว่าทำงานได้สมบูรณ์หรือเพียงพอตามวัฏจักรไนโตรเจนหรือไม่ ไนไตรท์เกิดจากการย่อยสลายแอมโมเนียโดยแบคทีเรียที่ใช้ก๊าซออกซิเจน ในบางครั้งสาเหตุการเพิ่มระดับไนไตรท์ อาจเกิดจากการเพิ่มจำนวนสัตว์น้ำที่เข้ามาเลี้ยงในบ่อ

ไนเตรท เป็นสารเคมีตัวสุดท้ายในวัฏจักรไนโตรเจน เกิดจากการที่แบคทีเรียย่อยสลายไนไตรท์โดยใช้ออกซิเจน ในธรรมชาติส่วนหนึ่งของไนเตรทจะถูกพืชน้ำ สาหร่ายน้ำไปใช้สร้างความเจริญเติบโต และอีกส่วนจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียกลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจน ปริมาณที่จัดว่าปกติ ควรมีค่าเท่ากับ 0-50 มิลลิกรัม/ลิตร ไนเตรทก็ไม่ได้เป็นพิษกับสัตว์น้ำโดยตรง แต่หากเกิดการสะสมมาก ๆ จะทำให้เกิดกรดไนตริกขึ้น ซึ่งทำให้คุณสมบัติและสภาพค่าทางเคมีของน้ำในระบบมีการเปลี่ยนแปลง

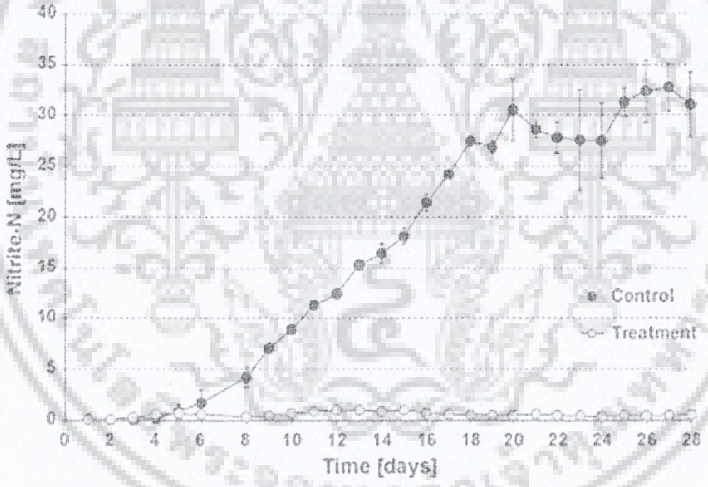
Kuhn et al. (2010) ได้ทำศึกษาพบว่าในระหว่างวันที่ 3-6 ระดับของแอมโมเนียมีค่ามากขึ้นในระบบควบคุมเมื่อเทียบกับระบบการบำบัด หลังจากระยะสั้น ๆ ค่าแอมโมเนียเริ่มเกิดการออกซิเดชั่นเป็นไนไตรท์ ในวันที่ 6 เป็นที่น่าแปลกใจเพราะเป็นระบบใหม่ที่สมบูรณ์ที่ไม่ได้ถูกเชื้อจาก nitrifiers ใด ๆ คำอธิบายที่น่าจะเป็นไปได้ คือ การออกซิเดชั่นแอมโมเนียของแบคทีเรียในน้ำ ภายหลังวันที่ 22 ระบบควบคุมมีปริมาณแอมโมเนียต่ำกว่าระบบบำบัด น่าจะเป็นความจริงที่ว่ามีกุ้งเพียงเล็กน้อยที่กินอาหาร แล้วไม่มีผลในการขับถ่ายแอมโมเนียจากกุ้ง (ภาพที่ 5)

Kuhn et al. (2010) ได้ศึกษาระบบการบำบัดไนไตรท์อยู่ต่ำกว่า 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร และในระบบการควบคุมไนไตรท์มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงระดับ30 มิลลิกรัม/ลิตร ในวันที่ 20 วัน (ภาพที่ 6) ในระหว่างวันที่ 20 ถึงวันที่ 28 ระดับไนไตรท์ในระบบการควบคุมมีการพลิกผันอยู่ระหว่าง 27 และ 33 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งใกล้เคียงกับอัตราการตายที่สูงของกุ้งและค่าไนโตรเจนน้อยลงจากการลดอัตราการให้อาหาร ระดับไนไตรท์มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในระบบการควบคุมเมื่อเทียบกับระบบการรักษาที่เริ่มในวันที่ 8 จนถึงสิ้นสุดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



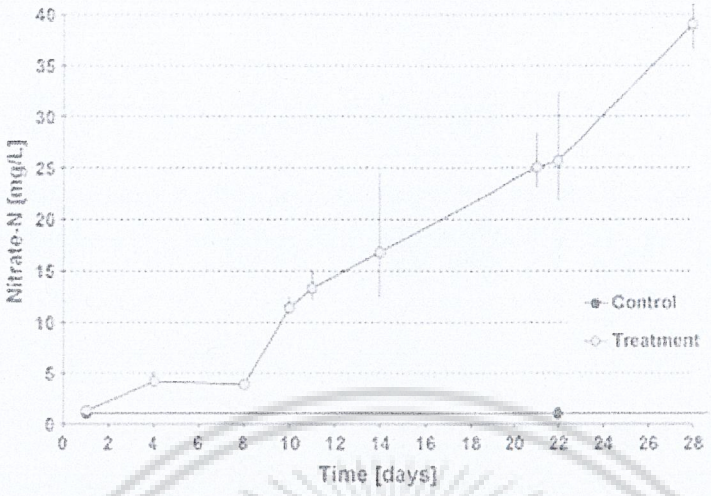

**ภาพที่** 5 ค่าเฉลี่ยของแอมโมเนีย ในตลอดการทดลอง
**ที่มา** : Kuhn et al. (2010)




**ภาพที่** 6 ค่าเฉลี่ยของไนไตรท์ ในตลอดการทดลอง
**ที่มา** : Kuhn et al. (2010)

Kuhn et al. (2010) พบว่าระดับไนเตรทเพิ่มขึ้นจาก 1-39 มิลลิกรัม/ลิตร ในระบบบำบัดและค่าไนเตรทในระบบควบคุมเท่ากับ 1 มิลลิกรัม/ลิตร (ภาพที่ 7) ในวันที่ 4 ระดับไนเตรทมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ในระบบบำบัด เมื่อเทียบกับระบบการควบคุมจนสิ้นสุดการทดลอง ไนเตรทในระบบการควบคุมไม่มีการเพิ่มขึ้นเลย นี้เป็นหลักฐานเพิ่มเติมที่แสดงความไม่สมบูรณ์ของกระบวนการ nitrification

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่** 7 ค่าเฉลี่ยของไนเตรท ในตลอดการทดลอง
**ที่มา** : Kuhn et al. (2010)

Pavasovic et al. (2004) ศึกษาผลกระทบของค่าความเป็นกรดในกิจกรรมของ protease amylase cellulase และ xylanase ในโคลนได้สรุปไว้ใน (ตารางที่ 1) ในช่วงที่มี pH กว้าง (ประมาณ 5.5-10) น้ำย่อยที่มีปริมาณสูงและ amylase แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมในช่วงกว้าง เอนไซม์เกิดกิจกรรมสูงสุดที่ pH 7.0 ภายใต้เงื่อนไขเหล่านี้กิจกรรมของ amylase รวมมีเพียงประมาณครึ่งหนึ่งที่พบกับ protease cellulase และ xylanase ระดับกิจกรรมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อมีค่า pH 4.0 และที่ดีที่สุดที่ pH 5.5 หลังจากนั้นกิจกรรมของเอนไซม์ทั้งสองค่อย ๆ ลดลงด้วยการเพิ่มความเป็นด่าง โดยรวมแล้วระดับกิจกรรมสำหรับทั้งเซลลูเลสและไซลาเนสได้ (ประมาณ 100 เท่า) ต่ำกว่าอะไมเลส หรือโปรติเอส

**ตารางที่** 1 ตารางแสดงค่า pH protease amylase cellulase และ xylanase ที่มาจาก mid gut ในปู

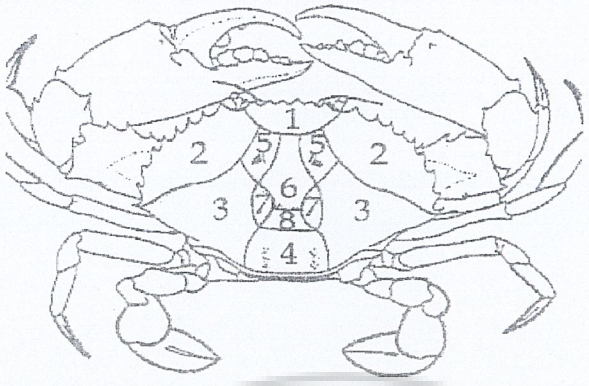
| Enzyme | Specific activity ($U\times10^{-1}$/mg protein) | Optimal pH |
|---|---|---|
| Total protease | 10.1±0.7 | 7 |
| Amylase | 5.5±0.39 | 7 |
| Cellulase | 0.09±0.006 | 5.5 |
| Xylanase | 0.14±0.007 | 5.5 |

**ที่มา** : Pavasovic et al. (2004)

3. ลักษณะแผลและเชื้อแบบทีเรีย

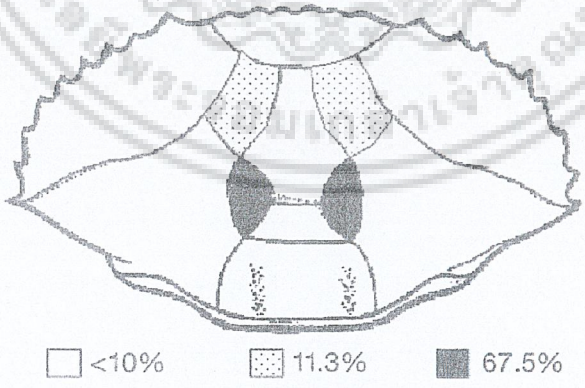
การศึกษาของ Andersen et al. (2000) รายงานว่าแผลที่ถูกจัดลำดับตามขนาดและสี การกระจายของรอยโรคที่ได้รับการจัดสรรกับพื้นที่ที่เฉพาะเจาะจงบนกระดอง (ภาพที่ 8) เพื่อตรวจสอบว่ามีการเชื่อมโยงระหว่างพื้นที่ที่เกิดแผลและเนื้อเยื่อพื้นฐานอ่อนนุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



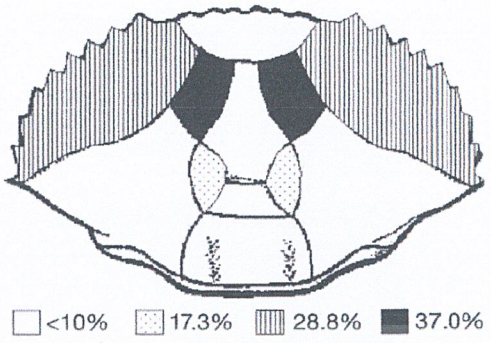

**ภาพที่** 8 พื้นที่ของกระดองที่แผลจุดสนิมถูกจัดสรรใน 8 ตำแหน่ง
**ที่มา** : Andersen et al. (2000)

Andersen et al. (2000) พบว่าจากการเก็บตัวอย่างปู 673 ตัว ขนาดความยาว carapace อยู่ระหว่าง 80-215 มิลลิเมตร พบว่า 146 ตัว (21.7%) เป็นแผลที่เปลือก ขนาดความยาวเฉลี่ย carapace ของตัวเมีย 174 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย carapace ของตัวผู้เฉลี่ย 153 มิลลิเมตร ซึ่งตัวผู้นั้นจะโตกว่า ลักษณะปูจะมีเปลือกค่อนข้างแข็งจนถึงเปลือกแข็ง สำหรับปูที่มีแผลพบ 121 ตัว (82.9%) มีแผลสนิมที่ carapace ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเพศเมีย (78.8%) และส่วนใหญ่แต่ละตัวจะมีมากกว่า 1 แผล และพวกที่มีแผลนี้ส่วนใหญ่จะมีแผลลักษณะสมมาตรบนพื้นที่ carapace พวกที่มีแผลเป็นรูจนทะลุเปลือกมีเพียง 10.6 % ได้แบ่งพื้นที่การเกิดแผลบน carapace เป็น 8 area (ภาพที่ 9) สำหรับการเกิดแผลของตัวผู้แสดงใน (ภาพที่ 10) ส่วนตัวเมียแสดงใน (ภาพที่ 11) พบว่าตัวผู้มีการเกิดแผลสูงสุดที่ area 7 (67.5 %) และต่ำสุดที่ area 8 (0 %) ส่วนตัวเมียเกิดแผลมากที่สุดที่ area 5 (37%) และต่ำสุดที่ area 6 (0.9 %) ซึ่งการเกิดแผลมีความแตกต่างระหว่างเพศผู้และเพศเมีย



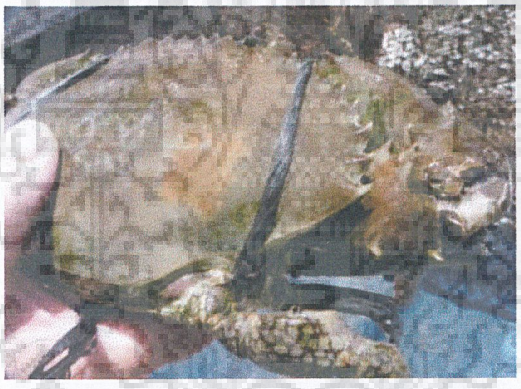

**ภาพที่** 9 ความชุกของโรคจุดสนิมในแต่ละ 8 พื้นที่ของกระดองของปูเพศผู้
**ที่มา** : Andersen et al. (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 10** ความชุกของโรคจุดสนิมในแต่ละ 8 พื้นที่ของกระดองของปูเพศเมีย
**ที่มา** : Andersen et al. (2000)

การศึกษาของ Matt (2013) พบว่าโรค rust spot (ภาพที่ 12) มีการระบาดในปี 1996 ทำให้ปูมีกระดองเป็นรู จากการสำรวจปูจากพื้นที่ใน Gladstone Harbour พบว่าปูเป็นโรคเปลือก 61% และบริเวณที่พบทำการเก็บตัวอย่างทดลองเก็บตัวอย่างปู มาทดสอบระดับเนื้อเยื่อพบว่า ในเนื้อเยื่อของปูที่เป็นโรคดังกล่าวพบ การสะสมของ copper และ zine



**ภาพที่ 11** ลักษณะของปูที่เป็นโรค rust post
**ที่มา** : Matt (2013)



**ภาพที่ 12** ลักษณะแผลที่เกิดจากโรค rust post
**ที่มา** : Matt (2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

## 3.1 อุปกรณ์

1. สไลด์
2. ดอปเปอร์ และลูกยาง
3. ดอปเปอร์ปลายแตก
4. สายยาง
5. หลอดทดลอง
6. ขวดโหลแก้ว
7. กระบอกตวง
8. บีกเกอร์ขนาด 50 มล. 100 มล. และ 1,000 มล.
9. ไมโครทิว
10. คิวเวต
11. สไลด์
12. ที่กดนับจำนวน
13. เครื่องมือวัดแสง
14. เทอร์โทมิเตอร์
15. เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง
16. เครื่องปั่นเหวี่ยง
17. กล้องจุลทรรศน์
18. กล้องจุลทรรศน์ถ่ายภาพ
19. ฟอร์มาลีน

## 3.2 แผนการทดลอง

การศึกษาระบบการเลี้ยงแบบหมุนเวียนและทำระบบการเลี้ยงแบบหมุนเวียน โดยทำการเลี้ยงปูทะเลจำนวน 60 ตัวแบบแยกเลี้ยงเดียว 1 ตัวต่อ 1 กล่องการเลี้ยง ศึกษาลักษณะภายนอกของปูทะเลและหาความสัมพันธ์คุณภาพน้ำ แบคทีเรียและลักษณะปูทะเลในระหว่างการเลี้ยง และตรวจหาโปรโตซัวจากน้ำและตะกอนจากระบบการเลี้ยง

### วิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองโดยใช้บ่อเลี้ยงในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเล และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์การประมง สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

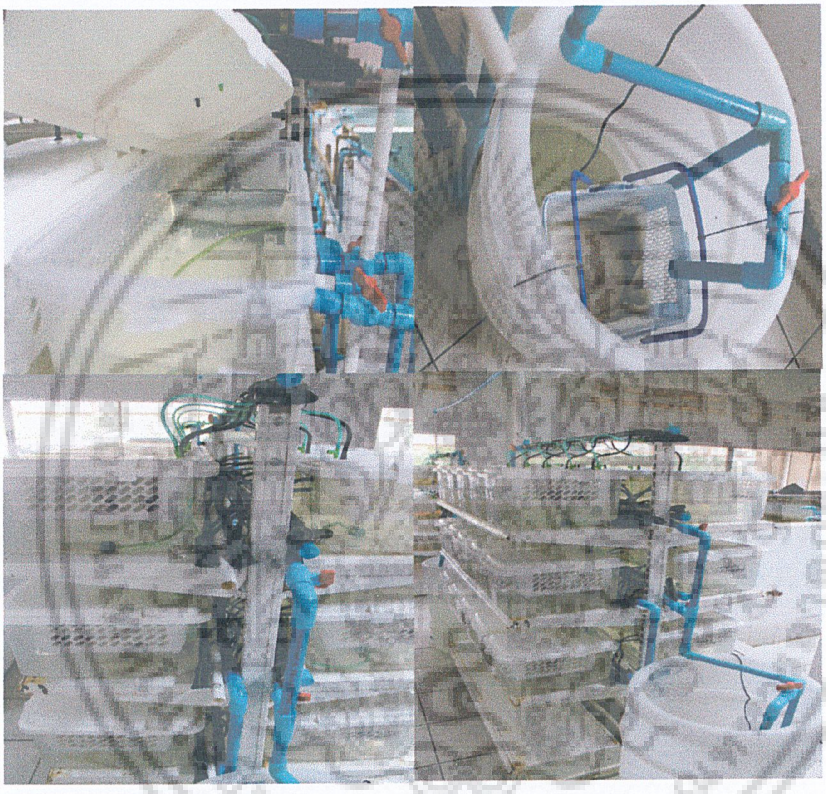
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 เตรียมบ่อคอนกรีตขนาด 1.5x2.5x1.0 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 3 บ่อ เติมน้ำความเค็ม 25 ส่วนในพัน สูงจากพื้นบ่อ 30 เซนติเมตร (สำหรับใช้ปรับสภาพปูทะเลที่รวบรวมได้ก่อนเริ่มต้นการทดลอง)

3.2.2 เตรียมกล่องขนาด 30x45x30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ภายในตะกร้า

3.2.3 เตรียมระบบน้ำหมุนเวียนโดยติดตั้งปั๊มน้ำที่พื้นบ่อ ปั๊มน้ำผ่านท่อพีวีซีเพื่อนำน้ำไปสเปรย์ในตะกร้าเลี้ยงปูทะเลแต่ละช่อง และส่งน้ำกลับไปยังที่ถังกรองตะกอน ถังตกตะกอน

3.2.4 เตรียมระบบให้อากาศภายในระบบกรองน้ำ (ภาพที่ 13)



**ภาพที่ 13** ระบบการเลี้ยงที่ใช้ในการทดลอง

3.2.5 เตรียมพันธุ์ปูทะเลโดยรวบรวมพันธุ์ปูทะเลจากธรรมชาติ 200 ตัว มาเลี้ยงในบ่อคอนกรีตขนาด 1.5x2.5x1.0 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 3 บ่อ เพื่อปรับสภาพปูทะเลให้อยู่ในน้ำความเค็ม 25 ส่วนในพัน 1 สัปดาห์ ก่อนเริ่มการทดลองโดยให้ปลาสดเป็นอาหารตอนเย็น วันละ 1 มื้อ

3.2.6 สุ่มตัวอย่างปูทะเลที่รวบรวมได้จากธรรมชาติก่อนเริ่มการทดลองจำนวน 10 ตัว นำมาศึกษาลักษณะทางกายภาพและเนื้อเยื่อของปูทะเลที่ปกติ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานเปรียบเทียบกับปูทะเลในช่วงการเลี้ยง

การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา เก็บตัวอย่างปูทะเลเพื่อศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา โดยตัดแยกชิ้นส่วนปูทะเลเก็บรักษาด้วยน้ำยา Davison's fixative ปริมาตร 10 เท่าของเนื้อเยื่อ หลังจาก 2 วัน จึงเปลี่ยนน้ำยามาเก็บรักษาในเอธิลแอลกอฮอล์ 50 % เตรียมชิ้นเนื้อปูทะเลโดยแยกตัดชิ้นเนื้อส่วนเหงือก กล้ามเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ hepatopancrease ใส่ใน cassette พลาสติก (embedding cassette) นำเนื้อเยื่อไปผ่านขบวนการ embedding ด้วยเครื่อง automatic tissue processor หลังจากนั้นนำชิ้นเนื้อเยื่อไป fix ด้วยพาราฟิน นำเนื้อเยื่อมาตัดด้วยเครื่องตัดเนื้อเยื่อ ให้มีความหนา 4-5 ไมครอน นำเนื้อเยื่อมาย้อมสี hematoxylin และ eosin นำสไลด์ไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่างๆ ของเนื้อเยื่อ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมบันทึกภาพ

3.2.7 ทำการทดลอง โดยเลี้ยงปูทะเลที่ความหนาแน่น 30 ตัวต่อตารางเมตร จำนวน 60 ตัว โดยสุ่มปูทะเลจากบ่อพักชั่งน้ำหนักปูทะเลปล่อยเลี้ยงในแต่ละระดับความหนาแน่น ให้ปลาสดเป็นอาหารวันละ 1 มื้อ ในช่วงเย็น เลี้ยงปูทะเลเป็นระยะเวลา 3 เดือน ระหว่างการเลี้ยงทำการเก็บตัวอย่างมาศึกษา

3.2.7.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของปูทะเลที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ โดยสังเกตและบันทึกลักษณะภายนอกของปูทะเล ได้แก่ ลักษณะสีเปลือก จุดดำ การลอกคราบ พฤติกรรมการเคลื่อนที่ และการกินอาหารทุกวันในช่วงของการให้อาหาร เมื่อพบปูทะเลผิดปกติจะนำปูทะเลไปตรวจวิเคราะห์และแยกชนิดพาราไซท์ แบคทีเรียในปูทะเล และเก็บตัวอย่างนำไปศึกษาลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยา

3.2.7.2 ศึกษาพาราไซต์ และแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคปูทะเลที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุน เวียนน้ำ โดยสุ่มปูทะเลมาตรวจวิเคราะห์ชนิดพาราไซต์บริเวณกระดอง รยางค์ และตรวจวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรียโดยใช้อวัยวะส่วน hepatopancreas นำมาแยกเชื้อแบคทีเรีย และทำให้บริสุทธิ์เพื่อนำไปแยกชนิดแบคทีเรียที่พบในระบบการเลี้ยง

13.7.3ศึกษาคุณสมบัติน้ำ การเจริญเติบโต อัตรารอดและผลผลิตปูทะเลที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ

3.2.7.3.1 ศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมในบ่อเลี้ยงปูทะเล สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อเลี้ยงถังกรองตะกอน ถังตก ตะกอน และถังกรองชีวภาพทุก 7 วัน

วิเคราะห์คุณสมบัติน้ำตามวิธีของ APHA (1995) Swingle (1969) และ Lim (1984) ดังปัจจัยต่อไปนี้ อุณหภูมิ (temperature) ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ (total suspended solid) ความเค็ม (salinity) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความเป็นด่าง (alkalinity) ปริมาณออกซิเจนที่ละลาย (dissolved oxygen) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen) ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (nitrite-nitrogen) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (nitrate-nitrogen) ปริมาณฟอสเฟสทั้งหมด (total phosphate) และปริมาณออร์โธฟอสเฟส (orthophosphate)

3.2.7.3.2 ศึกษาการเจริญเติบโต โดยชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวของกระดองปูทะเล เริ่มต้นการทดลอง และระหว่างการทดลองทุก 10 วัน

3.2.7.3.3 ศึกษาอัตรารอด โดยตรวจนับจำนวนปูทะเลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำไปคำนวณหาอัตรารอดของปูทะเล

3.2.8 นำข้อมูลปูทะเลที่ลักษณะกายภาพผิดปกติ ปัจจัยคุณสมบัติน้ำ พาราไซต์ แบคทีเรีย การเจริญเติบโต และอัตรารอดที่พบในแต่ละชุดการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range tests ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.9 ศึกษาความสัมพันธ์ของแบคทีเรีย พาราไซด์ และคุณสมบัติน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและการเกิดโรคปูทะเลที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ โดยนำข้อมูลมาหาความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย

**3.3 สถานที่ทำการทดลอง**

ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเลและคุณภาพน้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง บ่อเกษตรกรเลี้ยงปูทะเลในเขตจังหวัดจันทบุรี ตราด สมุทรสาคร และเพชรบุรี

**3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล**

นำข้อมูลค่าดูดกลืนแสงมาเทียบเป็นจำนวนเซลล์ในแต่ละชุดการทดลองวิเคราะห์ความแปรปรวน และหาค่าเฉลี่ยแบบ One-way ANOVA โดยใช้โปรแกรม SPSS

**3.5 สถานที่ทำการทดลอง**

ห้องปฏิบัติการคุณภาพน้ำ และห้องเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเล
หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**3.6 ระยะเวลาในการทดลอง**

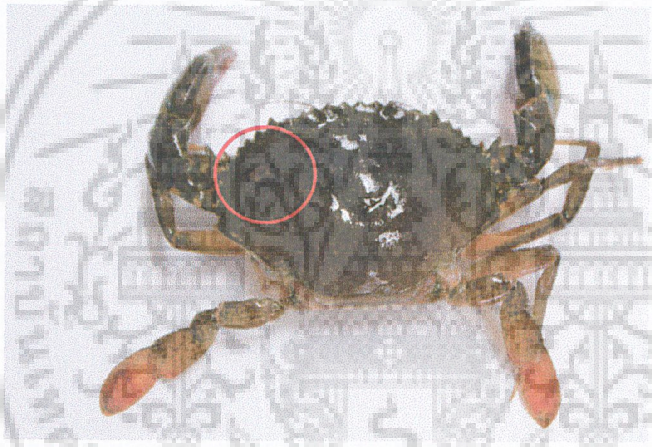
เดือนตุลาคม 2555 – เดือนกันยายน 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการวิจัย

**1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของปูทะเลที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ**

ผลการทดลองสังเกตลักษณะปูทะเลในระหว่างการเลี้ยงพบว่า เมื่อมีปริมาตรแอมโมเนียสะสมอยู่ในน้ำเลี้ยง ในส่วนของ carapace จะมีแผลคล้ายสนิมเกิดขึ้น (ภาพที่ 14, 15 และ 16) และแผลจะมีขนาดใหญ่ขึ้น จนถึงทำให้ส่วน carapace เกิดการแตก ส่วนมากขนาดแผลจะใหญ่ขึ้นในช่วงที่มีการสะสมปริมาณแอมโมเนียสูง (ภาพที่ 17) จากการสังเกตปูทะเลที่เลี้ยงจำนวน 60 ตัว พบปูทะเลมีเกิดแผลสนิมจำนวน 17 ตัว โดยพบปูเป็นแผลในช่วงปริมาณแอมโมเนียต่ำจำนวน 6 ตัว ในช่วงปริมาณแอมโมเนียสูงจำนวน 11 ตัว

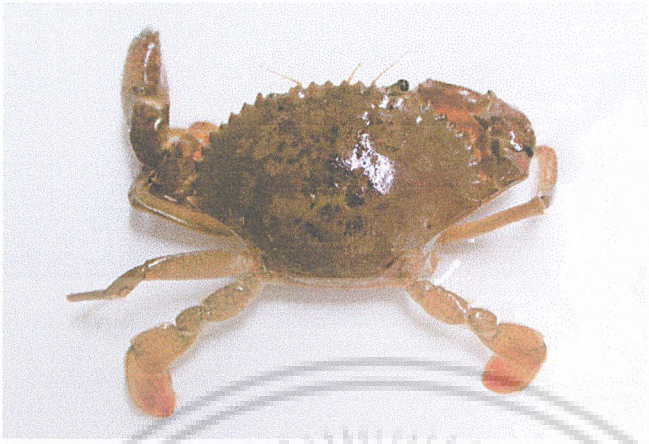


**ภาพที่ 14** ลักษณะของแผลที่เกิดบน carapace ในช่วงปริมาณแอมโมเนียต่ำ

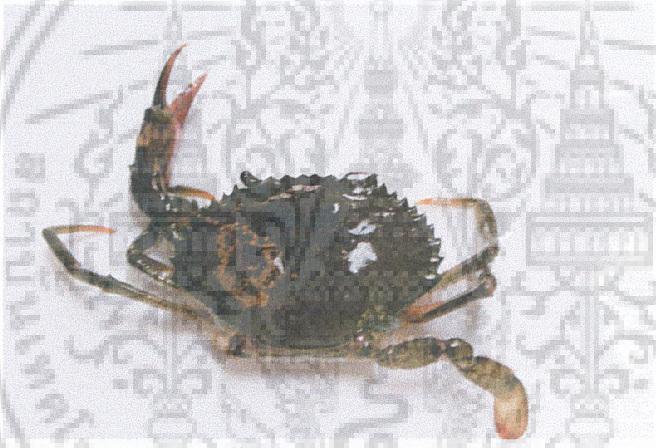


**ภาพที่ 15** ลักษณะของแผลที่เกิดบน carapace ในช่วงปริมาณแอมโมเนียต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 16** ลักษณะของแผลที่เกิดบน carapace ในช่วงปริมาณแอมโมเนียสูง



**ภาพที่ 17** ลักษณะของแผลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

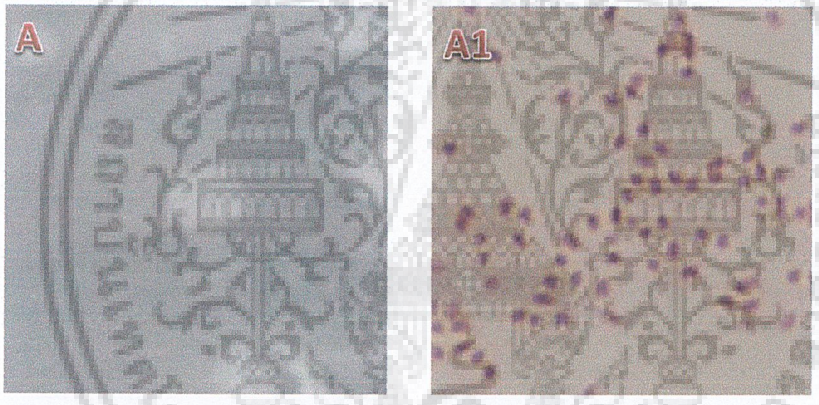
**2. ศึกษาแบคทีเรียที่และพาราไซต์ที่ทำให้เกิดโรคปูทะเลที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ**

ลักษณะโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่พบในปูทะเลที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ ผลการศึกษาพบว่าปูทะเลในระบบที่นำมาแยกเชื้อแบคทีเรีย โดยสังเกตลักษณะโคโลนี ร่างรูป และลักษณะแกรม พบว่าลักษณะโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่ต่างกันจำนวน 6 ลักษณะโคโลนี และทำการการย้อมแกรม พบลักษณะ Gram-negative 5 ตัวอย่าง พบ gram-positive 1 ตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 2 และภาพที่ 18, 19, 20, 21, 22, 23 ตามลำดับ

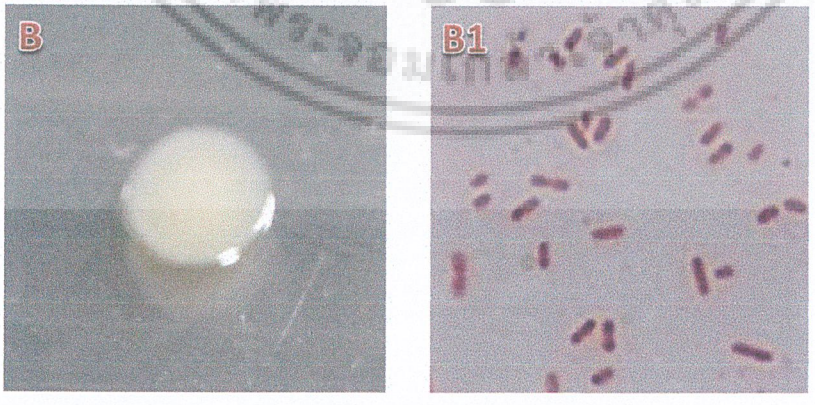
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2** ลักษณะแกรม ขนาดและรูปร่างของเชื้อแบคทีเรียที่พบ

| เชื้อแบคทีเรีย | แกรม | ขนาด(100X) µm | ลักษณะรูปร่าง |
|---|---|---|---|
| A | บวก | 0.5 x 0.5 | Coccus |
| B | ลบ | 0.5 x 1.0 | Short rod |
| C | ลบ | 0.5 x 1.4 | Short rod |
| D | ลบ | 0.7 x 1.0 | Short rod |
| E | ลบ | 0.8 x 2.0 | Long rod |
| F | ลบ | 0.8 x 2.4 | Long rod |

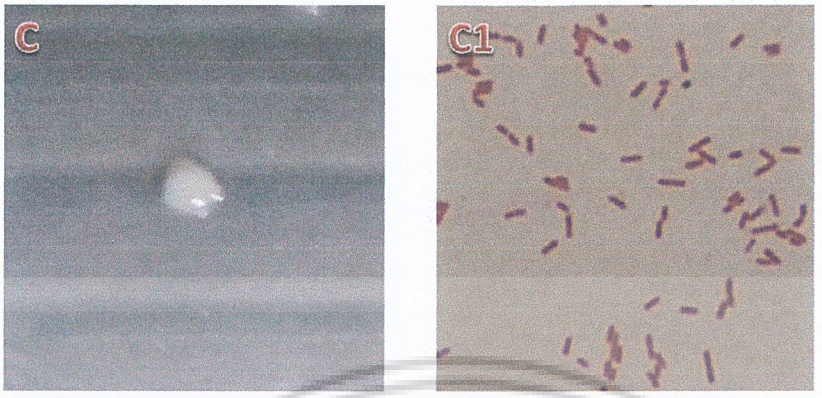



**ภาพที่ 18** ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย A (A) ลักษณะโคโลนี (A1) ลักษณะรูปร่าง

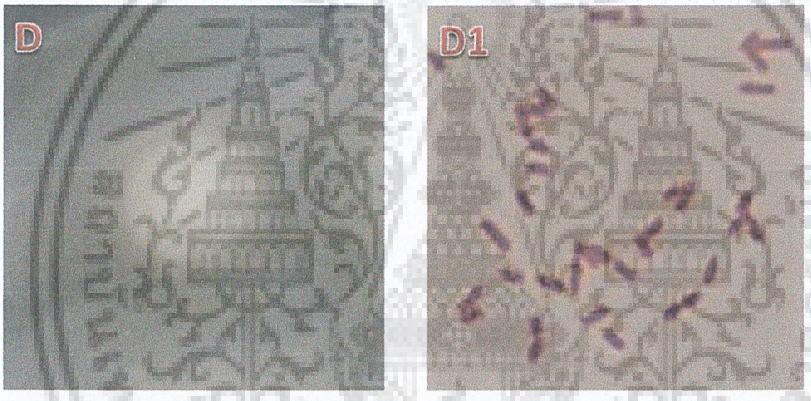



**ภาพที่ 19** ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย B (B) ลักษณะโคโลนี (B1) ลักษณะรูปร่าง

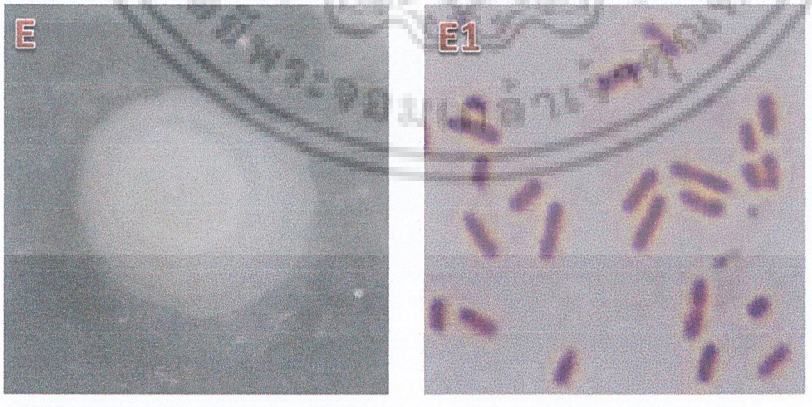
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่** 20 ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย C (C) ลักษณะโคโลนี (C1) ลักษณะรูปร่าง

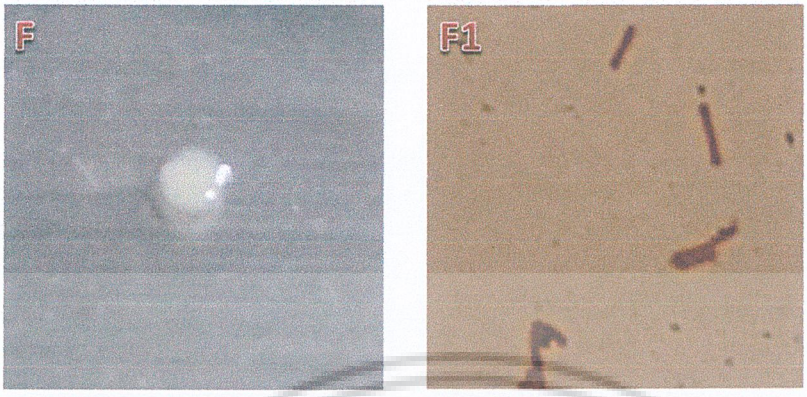



**ภาพที่** 21 ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย D (D) ลักษณะโคโลนี (D1) ลักษณะรูปร่าง




**ภาพที่** 22 ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย E (E) ลักษณะโคโลนี (E1) ลักษณะรูปร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 23** ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย F (F) ลักษณะโคโลนี (F1) ลักษณะรูปร่าง

**โปรโตซัวที่พบในปูทะเลที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ**

ผลการศึกษาโปรโตซัวในระบบเลี้ยงปูทะเลแบบหมุนเวียนน้ำ ผลพบโปรโตซัวจำนวน 3 ชนิด คือ พบโคพีพอดกลุ่ม *Harpacticoida* และกลุ่ม *Cirripede neuplius* จำนวนมากโดยพบบริเวณตะกอนในกล่องเลี้ยงและบนตัวปู และ พบโรทาเรีย (*Rotaria* sp.) บริเวณตะกอนในกล่องเลี้ยงเช่นเดียวกัน

โคพีพอด (Copepod)

ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนทั้งชีวิต ล่องลอยอยู่ในน้ำ ตั้งแต่ระยะเวลาที่เป็นไข่จนถึงตัวเต็มวัย ส่วนใหญ่มีขนาดตั้งแต่ 0.5 จนถึง 3.5 มิลลิเมตร รูปร่างและสีสันของโคพีพอดแตกต่างกันและสามารถอาศัยอยู่ได้ตั้งแต่ระดับผิวน้ำจนถึงระดับลึกมากกว่า 1,000 เมตร โคพีพอดที่อยู่ผิวน้ำที่มีแสงจ้า ลำตัวจะใสเพื่อพรางลำตัวไม่ให้ศัตรูเห็น ชนิดที่อยู่ในทะเลลึกมีไม่มากนักสีของลำตัวจะมีหลากหลายตั้งแต่สีน้ำตาลอ่อนจนเกือบดำหรือสีเขียว โคพีพอดกินอาหารได้หลายประเภท ตั้งแต่พืช สัตว์อื่น (ทั้งที่มีขนาดเล็กกว่าหรือขนาดใหญ่กว่า) สิ่งเน่าเปื่อยจนถึงปรสิต เหตุนี้โคพีพอดจึงเป็นสัตว์ที่มีความหลากหลายของชนิดสูงมาก ในทางกลับกันโคพีพอดก็เป็นอาหารของสัตว์ชนิดอื่น ๆ

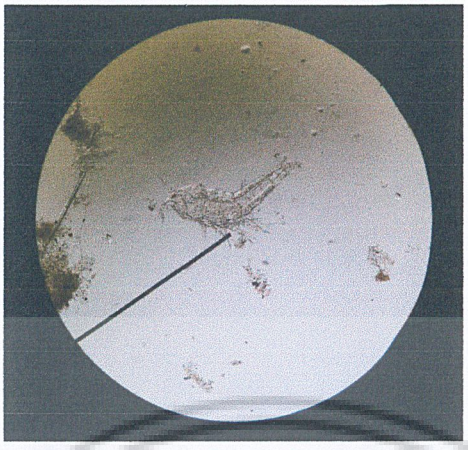
*Harpacticoida* มีจำนวนชนิดน้อยที่เป็นแพลงก์ตอน ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตคล้ายเบนโธส คือ คืบคลานอยู่ตามพื้นท้องน้ำ หรืออยู่บนสาหร่ายทะเล หญ้าทะเล ฯลฯ โคพีพอดกลุ่มนี้รูปร่างเรียว ส่วนหัวและอกมีความกว้างใกล้เคียงกับส่วนท้องมากจนแยกไม่ออก หนวดสั้น (ภาพที่ 24)

*Cirripede neuplius* ตัวอ่อนเพรียงระยะนอเพลียส มีขนาดประมาณ 500 ไมครอน ลักษณะพิเศษคือมี Carapace รูปสามเหลี่ยมมีฐานอยู่ด้านบน บางชนิดมุมทั้ง 2 ข้างยาวคล้ายเขา ส่วนท้ายมีลักษณะแหลมคล้ายขนแข็ง มีรยางค์ด้านท้อง 3 คู่ มีตาที่หัว 1 อัน (ภาพที่ 25)

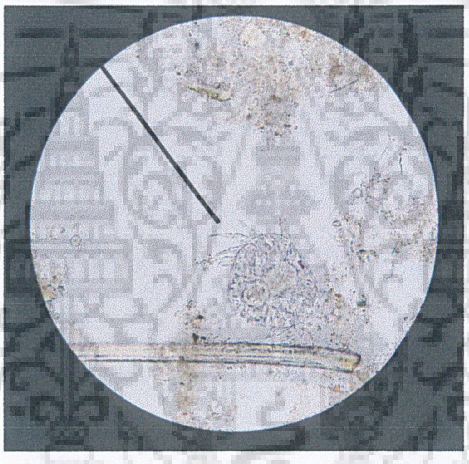
โรทาเรีย (*Rotaria* sp.)

ส่วนมากพบในน้ำจืดรวมอยู่กันเป็นกลุ่ม มีขนาดตั้งแต่ 0.1-1.0 มิลลิเมตร รูปร่างเป็นถุงยาว ประกอบด้วยส่วนหัว ลำตัวและส่วนท้าย ส่วนหัวมีขนสั้นเรียงต่อกันเป็นวงเรียกว่า โคโรนา (Corona) ทำหน้ากินอาหารและว่ายน้ำ ด้านท้ายของลำตัวจะแคบ สร้างสารเหนียวในการยึดเกาะ มีระบบสืบพันธุ์แบบแยกเพศ เพศผู้มีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย มีสมมาตรแบบครึ่งซีกและโพรงลำตัวเทียม (ภาพที่ 26)

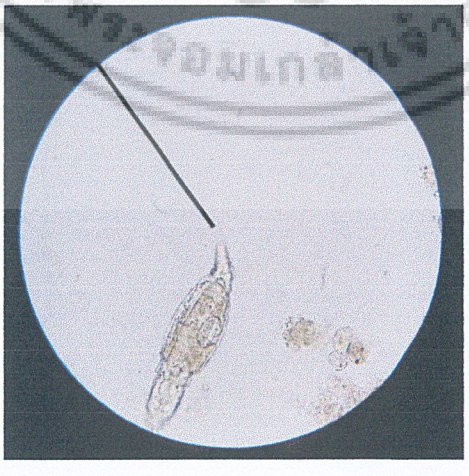
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 24** โคพีพอด order Harpacticoida ที่พบในระบบเลี้ยงปูทะเลแบบหมุนเวียนน้ำ



**ภาพที่ 25** Cirripede neuplius ที่พบในระบบเลี้ยงปูทะเลแบบหมุนเวียนน้ำ

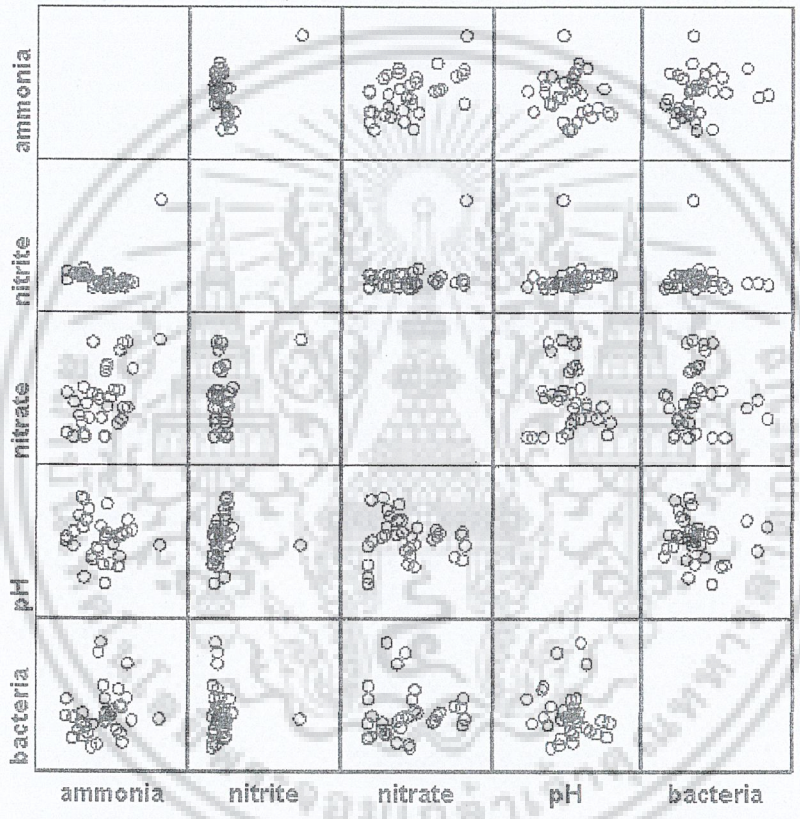


**ภาพที่ 26** โรทาเรีย (*Rotaria* sp.) ที่พบในระบบเลี้ยงปูทะเลแบบหมุนเวียนน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3. ศึกษาความสัมพันธ์ของพาราไซต์ แบคทีเรีย และคุณสมบัติน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและการเกิดโรคปูทะเลที่เลี้ยงแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ**

ผลการทดลองเลี้ยงปูทะเลจำนวน 60 ตัวแบบแยกเดียวในระบบการเลี้ยงแบบหมุนเวียน ในระยะเวลา 3 เดือน โดยทำการเลี้ยงปูทะเลในระบบการเลี้ยงแบบปิด มีการเติมน้ำใหม่เข้าระบบเมื่อปริมาณน้ำในระบบลดลง ให้อาหารโดยใช้ปลาทรายแดงแช่แข็งหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม ให้ทุกวันวันละ 1 ครั้ง และมีการนำอาหารที่เหลือออกจากระบบ ผลการทดลองพบว่า เมื่อน้ำเลี้ยงในระบบมีการสะสมปริมาณแอมโมเนีย จะพบเชื้อแบคทีเรียในน้ำเกิดขึ้น และพบปูที่เกิดแผลตามตัวจำนวน 17 ตัว




**ภาพที่** 27 กราฟความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำและเชื้อแบคทีเรีย ในช่วงปริมาณแอมโมเนียต่ำ

ผลจากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ดังนี้ แอมโมเนีย มีความสัมพันธ์แปรผันตรงกับปริมาณไนเตรท ถ้ามีค่าแอมโมเนียในน้ำสูง ค่าไนเตรทก็จะสูงตาม เมื่อเกิดกระบวนการย่อยสลาย และไม่มีความสัมพันธ์กับไนไตรท์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และเชื้อแบคทีเรีย ไนไตรท์ มีความสัมพันธ์แปรผันตรงกับไนเตรท ถ้ามีค่าไนไตรท์ในน้ำสูง ค่าไนเตรทก็จะสูงตาม เมื่อเกิดกระบวนการย่อยสลาย และไม่มีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่างและเชื้อแบคทีเรีย ไนเตรท ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่าง และเชื้อแบคทีเรีย ค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่มีความสัมพันธ์กับเชื้อแบคทีเรีย (ภาพที่ 27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

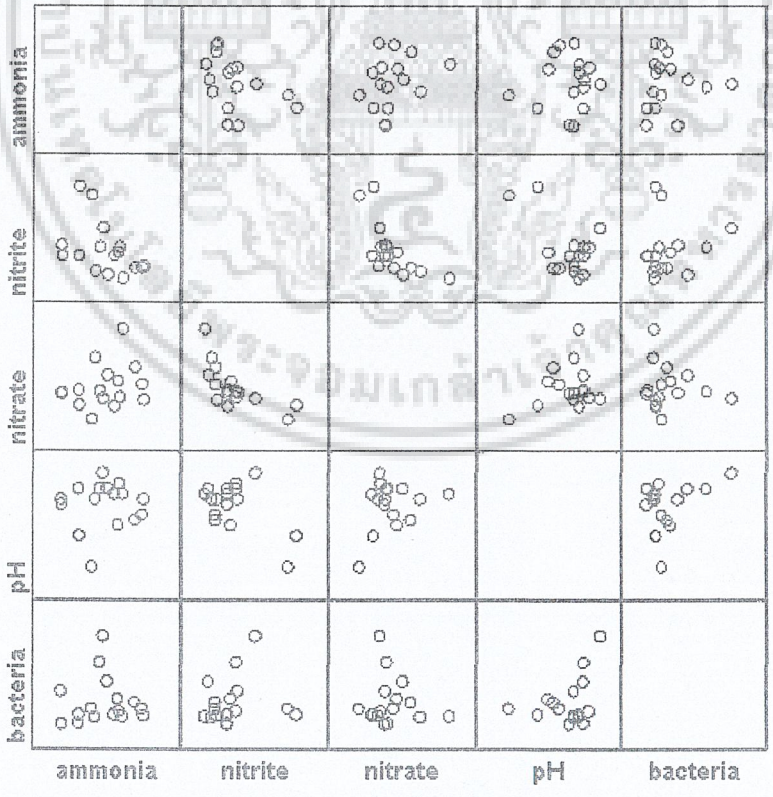
**ตารางที่ 3** ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำและเชื้อแบคทีเรีย ในช่วงปริมาณแอมโมเนียต่ำ

| | ammonia | nitrite | nitrate | pH | bacteria |
|---|---|---|---|---|---|
| ammonia | | 0.273 | 0.517** | -0.144 | 0.177 |
| nitrite | | | 0.302* | 0.131 | -0.090 |
| nitrate | | | | -0.064 | 0.044 |
| pH | | | | | -0.136 |
| bacteria | | | | | |

** Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed).

ผลจากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ดังนี้ แอมโมเนีย มีความสัมพันธ์แปรผกผันกับไนไตรท์ ถ้าแอมโมเนียลดลงค่าไนไตรท์ก็จะเพิ่มขึ้น เมื่อกระบวนการย่อยสลายแอมโมเนีย และไม่มีความสัมพันธ์กับไนไตรท์ ค่าความเป็นกรด-ด่างและเชื้อแบคทีเรีย ไนไตรท์ มีความสัมพันธ์แปรผกผันกับไนเตรทและค่าความเป็นกรด-ด่าง คือ ถ้าไนไตรท์ลดลงค่าไนเตรทก็จะเพิ่มขึ้น เมื่อเกิดการย่อยสลายไนไตรท์และไม่มีความสัมพันธ์กับเชื้อแบคทีเรีย ไนเตรท ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่าง และเชื้อแบคทีเรีย ค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่มีความสัมพันธ์กับเชื้อแบคทีเรีย (ภาพที่ 28)




ภาพที่ 28 กราฟความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำและเชื้อแบคทีเรีย ในช่วงปริมาณแอมโมเนียปานกลาง

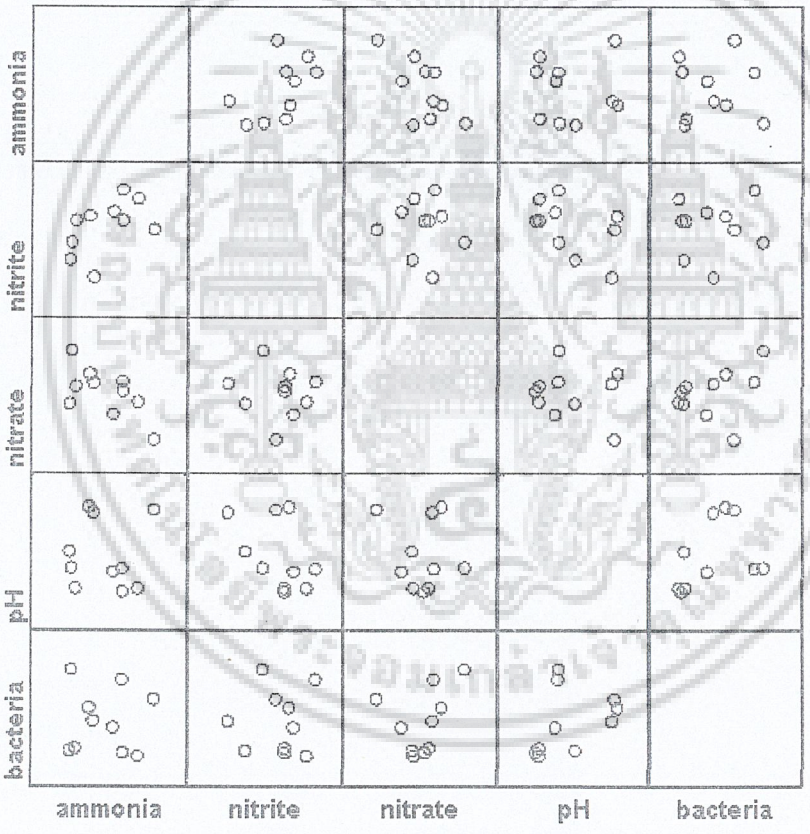
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4** ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำและเชื้อแบคทีเรีย ในช่วงปริมาณแอมโมเนียปานกลาง

| | ammonia | nitrite | nitrate | pH | bacteria |
|---|---|---|---|---|---|
| ammonia | | -0.435* | 0.270 | 0.053 | 0.006 |
| nitrite | | | -0.682** | -0.555* | 0.138 |
| nitrate | | | | 0.275 | -0.115 |
| pH | | | | | 0.351 |
| bacteria | | | | | |

* Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed)

** Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed)




*ภาพที่ 29* กราฟความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำและเชื้อแบคทีเรีย ในช่วงปริมาณแอมโมเนียปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5** ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำและเชื้อแบคทีเรีย ในช่วงปริมาณแอมโมเนียสูง

| | ammonia | nitrite | nitrate | pH | bacteria |
|---|---|---|---|---|---|
| ammonia | | 0.508 | -0.654* | 0.016 | -0.008 |
| nitrite | | | -0.102 | -0.463 | 0.045 |
| nitrate | | | | -0.156 | 0.353 |
| pH | | | | | 0.375 |
| bacteria | . | | | | |

* Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed)

ผลจากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ดังนี้ แอมโมเนีย มีความสัมพันธ์แปรผันตรงกับไนเตรท ถ้าไม่มีการย่อยสลายแอมโมเนียสูง ค่าไนเตรทก็จะไม่เพิ่มขึ้น และไม่มีความสัมพันธ์กับไนไตรท์ ค่าความเป็นกรด-ด่างและเชื้อแบคทีเรีย ไนไตรท์ ไม่มีความสัมพันธ์กับไนเตรท ค่าความเป็นกรด-ด่างและเชื้อแบคทีเรีย ไนเตรท ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่างและเชื้อแบคทีเรีย ค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่มีความสัมพันธ์เชื้อแบคทีเรีย (ภาพที่ 29)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุป

การเลี้ยงปูทะเลแบบแยกเดี่ยวในระบบหมุนเวียนน้ำ พบลักษณะแผลสนิมเกิดขึ้นบนบริเวณ carapace จำนวน 17 ตัว โดยแผลจะมีลักษณะสึกกร่อนเป็นรูเล็ก ๆ จนถึงแผลขนาดใหญ่ และพบจำนวนปูที่เกิดแผลมากในช่วงที่มีปริมาณแอมโมเนียสูง อาการปูสามารถกินอาหารได้ปกติ แต่ปูที่พบลักษณะผิดปกติจะไม่สามารถทำการลอกคราบได้และส่งผลทำให้ปูตาย พบลักษณะโคโลนีเชื้อแบคทีเรียมีความแตกต่างกัน 6 รูปแบบ เป็นแกรมลบ 5 ตัวอย่าง และแกรมบวก 1 ตัวอย่าง เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแอมโมเนียกับไนไตรท์มีค่าสูงสุด 0.508 ความสัมพันธ์ระหว่างแอมโมเนียกับไนเตรทมีค่าสูงสุด 0.517 ความสัมพันธ์ระหว่างแอมโมเนียกับแบคทีเรียมีค่าสูงสุด 0.177 ความสัมพันธ์ระหว่างไนไตรท์กับไนเตรทมีค่าสูงสุด 0.302 ความสัมพันธ์ระหว่างไนไตรท์กับแบคทีเรียมีค่าสูงสุด 0.138 ความสัมพันธ์ระหว่างไนเตรทกับแบคทีเรียมีค่าสูงสุด 0.353 และความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่างกับแบคทีเรียมีค่า 0.375

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


รัชฎา แดงวัฒนกุลม, สำรวย ชุมวรฐายี และประภาส ขาวหนูนา. 2532. การเลี้ยงปูทะเล. วารสารการประมง. 42(3):197-201.

สิริ ทุกข์วินาศ และทวีศักดิ์ ยังวนิชเศรษฐ. 2529. การเลี้ยงปูทะเลที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารการประมง. 39 (4):77-382.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และอนัญญา เจริญพรพิภัทธ. 2549. การเลี้ยงปูทะเลด้วยระบบน้ำต่างกันในพื้นที่จำกัด. ใน การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7. ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

อนุวัฒน์ รัตนโชติ และรัชฎา แดงวัฒนกุล. 2536. การขุนปูในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. หน้า 410-418. ใน รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2536 วันที่ 15-17 กันยายน 2536. กรมประมง.

Andersen, E.L., J.H. Norton, and N.H. Levy. 2000. A new shell disease in the mud crab *Scylla serrata* from Port Curtis, Queensland (Australia). Disease of aquatic organisms 43: 233-239.

Baliao, D.D.,E.M.Rodriguez and D.D.Gerochi. 1981. Culture of the mud crab (*Scylla serrata*, Forskal) at different stocking densities in brackishwater ponds. Q. Res.Rep. SEAFDEC Aqua. Dept. 5(1):10-14.

Calado R., L. Narciso, S. Morais , A.L. Rhyne and J. Lin. 2003. A rearing system for the culture of ornamental decapod crustacean larvae. Aquaculture 218:329 – 339.

Emparanza E. J.M. 2009. Problems affecting nitrification in commercial RAS with fixed-bed biofilters for salmonids in Chile. Aquacultural Engineering 41:91-96.

Kuhna D.D., D.D. Drahos, L. Marsh and J.G.Flick Jr. 2010. Evaluation of nitrifying bacteria product to improve nitrification efficacy in recirculating aquaculture systems. Aquacultural Engineering 43: 78-82.

Lavilla-Pitogo, C.R., H.S. Marcial, S.A.G. Pedrajas, E.T. Quinitio, and O.M. Millamena. 2001. Problems associated with tank-held mud crab (*Scylla* spp.) broodstock. Asian Fisheries Science 14: 217-224.

Lim, L.C. and I. Sugahara. 1984. A Manual on Chemical Analysis of Coastal Water and Bottom Sediment. Marine Fisheries Research Department. Southeast Asian Fisheries Development Center, Singapore.

Liu H., X. Che and Y. Zhang. 2013. Performance of sequencing microbead biofilters in a recirculating aquaculture system. Aquacultural Engineering 52:80-86.

Pavasovica M., N.A. Richardson, A.J. Anderson, D. Mann and P.B. Mather. 2004. Effect of pH, temperature and diet on digestive enzyme profiles in the mud crab,Scylla serrata. Aquaculture 242:641-654.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Romano N. and C. Zeng. 2012. Osmoregulation in decapod crustaceans: implications to aquaculture productivity,methods for potential improvement and interactions with elevated ammonia exposure. Aquaculture 334-337:12-23.

Sastry B.N., A.A. Delosreyes Jr., K.A. Rusch, R.F. Malone. 1999.Nitrification performance of a bubble-washed bead filter for combined solids removal and biological filtration in a recirculating aquaculture system. Aquacultural Engineering 19:105-117.

Swingle, H.S. 1969. Methods of Analysis for Waters, Organic Matter, and Pond Bottom Soils Used in Fisheries Research. Auburn University. USA.

Trino, A.T., O.M. Millamena and C. Keenan. 1999. Commercial evaluation of monosex pond culture of the mud crab *Scylla* species at three stocking densities in the Philippines. Aquaculture 174:109-118.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ประวัติคณะผู้วิจัย**

**ประวัติหัวหน้าโครงการ**

1. ชื่อ-นามสกุล นายสมชาย หวังวิบูลย์กิจ
Mr. Somchai Wangwibulkit

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 1104 00691 49 7

3. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 0 2329 8157, โทรสาร 0 2329 8157 E-mail address kwsomcha@kmitl.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

| ปีที่จบการศึกษา | คุณวุฒิ | สถาบันการศึกษา | ประเทศ |
|---|---|---|---|
| 2529 | วิทยาศาสตรบัณฑิต (ประมง) เกียรตินิยม | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | ไทย |
| 2531 | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | ไทย |
| 2551 | วิทยาศาสตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | ไทย |

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ
การจัดการคุณภาพน้ำเพื่อการประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการจัดการข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย
การใช้วัสดุกรองน้ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*)
การศึกษาคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ
เปรียบเทียบอาหาร 3 ชนิด ที่ใช้อนุบาลลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ในบ่อคอนกรีต
ผลของระบบหมุนเวียนน้ำที่มีตัวกรองชีวภาพต่อการอนุบาลลูกปลาโรซีบาร์บ
ผลของวิตามิน $B_1$ และ $B_{12}$ ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า
คุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิด
การเลี้ยงปูทะเลด้วยระบบน้ำต่างกันในพื้นที่จำกัด
การเจริญเติบโตและอัตรารอดของกุ้งขาวแปซิฟิก (*Litopenaeus vannamei*) ในน้ำที่มีความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลออสซิลาทอเรียระดับต่าง ๆ

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2542. การใช้วัสดุกรองน้ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*). หน้า 97-106. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการในงานนิทรรศการ "30 ปี เกษตรเจ้าคุณทหารลาดกระบัง". คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และอัจฉรี เรืองเดช. 2542. การศึกษาคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า.17(2):10-21.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ นที ฮวดจีง และประเทือง ศุภลัษณ์วัจนะ. 2545. เปรียบเทียบอาหาร 3 ชนิด ที่ใช้อนุบาลลูกปลากระพงขาว (*Lates calcarifer*) ในบ่อคอนกรีต. หน้า 161-170. ใน การประชุมทางวิชาการด้านเกษตร ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม งานเกษตรภาคใต้ ครั้งที่ 10. คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลา นครินทร์. สงขลา.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2545. ผลของระบบหมุนเวียนน้ำที่มีตัวกรองชีวภาพต่อการอนุบาลลูกปลาโรซีบาร์บ. (*Barbus conchonius*). หน้า 171-180. ใน การประชุมทางวิชาการด้านเกษตร ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม งานเกษตรภาคใต้ ครั้งที่ 10. คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ อัจฉรี เรืองเดช และบุปผา จงพัฒน์. 2548. ผลของวิตามิน $B_1$ และ $B_{12}$ ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า. หน้า 260-266. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40 สาขาประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2549. คุณภาพน้ำ การเจริญเติบโต และอัตรารอดของปลานิล *(Oreochromis niloticus)* ที่เลี้ยงในระบบปิด. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 17(2):10-21.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2549. ผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และฟอร์มาลินต่ออัตราการฟักและการพัฒนาตัวอ่อนของไข่กุ้งก้ามกรามที่แยกจากแม่กุ้ง. ใน การประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2549. ณ ห้องประชุมกรมประมง, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2551. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Oscillatoria* sp. และ *Microcystis* sp. และความสัมพันธ์ของปริมาณสาหร่ายต่อกลิ่นโคลนในกุ้งขาวแวนนาไม *(Litopenaeus vannamei)* ในบ่อเลี้ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 110 หน้า.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และบุปผา จงพัฒน์. 2549. การประเมินคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลออสซิลาทอเรีย (*Oscillatoria* sp.) ในน้ำที่มีอาหารกุ้งตกค้าง. หน้า 651-662. ใน การประชุมวิชาการ "สิ่งแวดล้อมนเรศวร" ครั้งที่ 2. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และอนัญญา เจริญพรพิภัทธ. 2549. การเลี้ยงปูทะเลด้วยระบบน้ำต่างกันในพื้นที่จำกัด. ใน การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7. ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และศรัณย์ มาประจง. 2550. ผลของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลออสซิลาทอเรีย (*Oscillatoria* sp.) ต่อการตายของกุ้งขาวแวนนาไม *(Litopenaeus vannamei)* ที่เลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำ. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ครั้งที่ 3. โรงแรมตักสิลา, จังหวัดมหาสารคาม.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และกฤตพร รำจวนเกียรติ. 2551. ผลของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไมโครซีสทีส (*Microcystis* sp.) ต่อการตายของกุ้งขาวแวนนาไม *(Litopenaeus vannamei)* ที่เลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำ. ใน การประชุมวิชาการ "สิ่งแวดล้อมนเรศวร" ครั้งที่ 4. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พะเยา.

Wangwibulkit, S., C. Limsuwan and N. Chuchird. 2008. Effects of salinity and pH on the blue-green algae, *Oscillatoria* sp. and *Microcystis* sp., isolated from pacific white shrimp *(Litopenaeus vannamei)* ponds. KU. Fish. Res. Bull. 32(1):1-9.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิสุนทร นันทกิจ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และปิยพงศ์ โชติพันธุ์. 2541. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมสภาพแวดล้อมในบ่ออนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ. ซีดีรอม. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36 สาขาประมง. มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ภาวรรณตรี สมบุญโต และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2548. การเลี้ยงปลาทับทิมร่วมกับการผลิตผักสลัดแบบไร้ดินในระบบปิด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 36(5-6) ฉบับพิเศษ:1044-1047.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และมณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ. 2550. ผลของอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ออัตราส่วนเพศของลูกปลาหางนกยูง. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ครั้งที่ 3. โรงแรมตักสิลา, จังหวัดมหาสารคาม.

**ประวัติผู้วิจัยร่วม**

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวอัจฉรี เรืองเดช
   Ms. Uscharee Ruangdej
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 102201288 90 2
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานที่สังกัดและสถานที่ติดต่อ
   ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
   เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
   โทรศัพท์ 0 2329 8157โทรสาร 0 2329 8157 E-mail kruschar@kmitl.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

| ปีที่จบการศึกษา | ระดับปริญญา | อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม | สาขาวิชา | ชื่อสถาบันการศึกษา | ประเทศ |
|---|---|---|---|---|---|
| 2530 | ปริญญาตรี | วท.บ. (ประมง) วิทยาศาสตร์บัณฑิต | การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | ไทย |
| 2535 | ปริญญาโท | วท.ม. (วิทยาศาสตร์การประมง) | วิทยาศาสตร์การประมง Aquatic | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | ไทย |
| 2544 | ปริญญาโท | วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต M.Sc. | Environmental Science | Kochi University | Japan |
| 2547 | ปริญญาเอก | Ph.D. | Aquatic Environmental Science | Ehime University | Japan |

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ
   สิ่งแวดล้อมทางทะเล การใช้ประโยชน์จากสารทุติยภูมิของสาหร่าย และพืชน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยสถานภาพในการวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.1.1 การเพิ่มมูลค่าสาหร่ายสีน้ำตาลจากการผลิตสารสกัดเพื่อใช้เป็นตัวเร่งความสมบูรณ์ของพืช

7.1.2 การเพิ่มภูมิคุ้มกันปลาเศรษฐกิจด้วยสารสกัดจากพรรณไม้น้ำสกุลพรมมิ

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

อัจฉรี เรืองเดช ลำพึง พุ่มจันทร์ และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การเพิ่มสีของปลาหมอสีโดยใช้อาหารเสริมแอสตาแซทิน. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างวันที่ 25–26 พฤษภาคม 2549 มหาวิทยาแม่โจ้ เชียงใหม่.

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การจำกัดการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายขนาดเล็กด้วยสารสกัดจากสาหร่ายเม็ดพริกไทย. การประชุมทางวิชาการ "สิ่งแวดล้อมนเรศวร" ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 28–29 มิถุนายน 2549 มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก. หน้า 717-724.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และอัจฉรี เรืองเดช. 2542. การศึกษาคุณภาพน้ำและแพลงค์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 17(2) : 10-21.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ อัจฉรี เรืองเดช และบุปผา จงพัฒน์. 2548. ผลของวิตามินบี 1 และบี 12 ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์-เอและการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า. การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 43 มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ สาขาประมง ระหว่างวันที่ 1–4 กุมภาพันธ์ 2548 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ ลำพึง พุ่มจันทร์ และอัจฉรี เรืองเดช. 2549. การเร่งสีปลาทองโดยใช้สารสีจากธรรมชาติ. การประชุมทางวิชาการ "สิ่งแวดล้อมนเรศวร" ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 28–29 มิถุนายน 2549 มหา วิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก. หน้า 725-732.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อเรื่อง และสถานภาพในการทำวิจัย

7.4.1 การเพิ่มภูมิคุ้มกันปลาเศรษฐกิจด้วยสารสกัดจากพรรณไม้น้ำสกุลพรมมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้