การเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียและคุณภาพน้ำทะเลในบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน ที่มีระยะเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำต่างกัน 2 ระดับ

นางสาวสุธีรา ปรัชญาเกรียงไกร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MONITORING OF BACTERIA AND WATER QUALITY IN EARTHEN POND FOR CULTURE OF THE SPOTTED BABYLON, *Babylonia areolata*, WITH TWO LEVELS OF WATER EXCHANGE REGIMES

Miss Suteera Prachyakriangkrai

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Environmental Science
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียและคุณภาพน้ำทะเลในบ่อดิน เลี้ยงหอยหวานที่มีระยะเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำต่างกัน 2 ระดับ
โดย	นางสาวสุธีรา ปรัชญาเกรียงไกร
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ม.ร.ว.กัลยา ติงศภัทิย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็งปรีชา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์)

..... กรรมการ
(ดร.สรวิศ เผ่าทองศุข)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุธีรา ปรัชญาเกรียงไกร: การเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียและคุณภาพน้ำทะเลในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีระยะเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำต่างกัน 2 ระดับ (MONITORING OF BACTERIA AND WATER QUALITY IN EARTHEN POND FOR CULTURE OF THE SPOTTED BABYLON, *Babylonia areolata*, WITH TWO LEVELS OF WATER EXCHANGE REGIMES) อ.ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์, อ.ที่ปรึกษาร่วม: ดร.นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์, 123 หน้า

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียและคุณภาพน้ำทะเลในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีระยะเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำต่างกัน 2 ระดับ (15 และ 30 วัน) ระหว่างเดือนมีนาคม – ตุลาคม 2549 โดยเก็บตัวอย่างน้ำทะเลและตะกอนดินในบ่อดินทั้งสองบ่อและแหล่งน้ำธรรมชาติสองจุด (ปลายท่อและห่างปลายท่อ 500 เมตร) ผลการศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างของแบคทีเรียและคุณภาพน้ำในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานทั้งสองบ่อและไม่มีผลกระทบต่อแหล่งน้ำธรรมชาติภายนอก จำนวน total bacteria มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าบีโอดีและเอสโอดีในบ่อดิน สำหรับความสัมพันธ์ของจำนวนแบคทีเรียกับวิธีวิเคราะห์ที่ต่างกัน 3 วิธี (วิธีย้อมสี DAPI, วิธีย้อมสี CTC และ วิธี pour plate) พบว่า จำนวนแบคทีเรียที่วิเคราะห์ด้วยวิธีย้อมสี DAPI มีความสัมพันธ์กับ วิธีย้อมสี CTC มากกว่าวิธี pour plate โดยพบความสัมพันธ์ในน้ำมากกว่าดิน จำนวนแบคทีเรียที่วิเคราะห์ด้วยวิธีย้อมสี CTC ในน้ำและดินเป็น 8.30 และ 3.32 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนแบคทีเรียที่วิเคราะห์ด้วยวิธีย้อมสี DAPI ส่วนจำนวนแบคทีเรียที่วิเคราะห์ด้วยวิธี pour plate เป็น 7.09 และ 2.72 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนแบคทีเรียที่วิเคราะห์ด้วยวิธี DAPI ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต สุธีรา ปรัชญาเกรียงไกร

ปีการศึกษา 2550 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4889160320: MAJOR OF ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD: SPOTTED BABYLON

SUTEERA PRACHYAKRIANGKRAI: MONITORING OF BACTERIA AND WATER QUALITY IN EARTHEN POND FOR CULTURE OF THE SPOTTED BABYLON, *Babylonia areolata*, WITH TWO LEVELS OF WATER EXCHANGE REGIMES

THESIS ADVISOR: ASST. PROF. CHARNWIT KOSITANONT, Ph.D.,

THESIS COADVISOR: NILNAJ CHAITANAVISUTI, Ph.D., 123 pp.

Monitoring of bacteria and water quality in experimental earthen ponds for culture of the spotted babylon, *Babylonia areolata,* was compared with two water exchange regimes (15 and 30 day intervals) during march – october 2006. The seawater and sediment bottom samples were done at the ponds and two areas of surface water outside the pond (the end of drainage pipe and 500 m from the drainage pipe). Result showed that there were no significant differences in bacteria and water quality and the drainage water from the ponds has no affect on outside surface water. Total amount of bacteria significantly relates to the Biological Oxygen Demand (BOD) and Sediment Oxygen Demand (SOD) in earthen ponds. Comparison of bacteria by three techniques (DAPI- stained cells, CTC-stained cells and pour plate) was showed that there are significant relationships between the total bacteria count obtained from DAPI- stained cells and CTC-stained cells more than pour plate technique. However, the DAPI-stained cells and CTC-stained cells are practical used for water than sediment. The total bacteria of water and sediment using CTC-stained cells are 8.30% and 3.32% of DAPI-stained cells, respectively, and those of pour plate are 7.09% and 2.72% of DAPI-stained cells, respectively.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Field of study Environmental science Student's signature Suteera Prachyakriangkrai

Academic year 2007 Advisor's signature C. Kositanont

Co-advisor's signature N. Chaitanavisuti

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ดร. นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้แนวทาง และคำแนะนำอย่างดียิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา รวมทั้งการวิเคราะห์ผลการทดลองและการตรวจเล่มวิทยานิพนธ์ จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมใจ เพ็งปรีชา รองศาสตราจารย์ ดร. เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์ และ ดร. สรวิศ เผ่าทองศุข ที่ได้สละเวลามาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ ที่ได้แนะนำการใช้เครื่องมือ และดูแลตลอดเวลาที่ทำการวิจัย และอาจารย์อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์ ที่ได้สอนเทคนิคการวิเคราะห์หา total bacteria ด้วยวิธีย้อมสี DAPI โดยให้ร่วมเรียนกับนิสิตปริญญาตรีในรายวิชา Principle of Marine Plankton หัวข้อเรื่อง การศึกษานาโนแพลงก์ตอนและพิโคแพลงก์ตอน

ขอขอบพระคุณ คุณสมภพ รุ่งสุภา ที่ได้ดูแล แนะนำ และช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดเวลาที่เก็บตัวอย่าง และทำการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และเครื่องมือสำหรับทำการวิจัย และขอบคุณเจ้าหน้าที่ในภาควิชาทุกคนที่ช่วยเหลือในด้านเอกสารต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และเครื่องมือสำหรับทำการวิจัย และขอบคุณเพื่อนๆ ในภาควิชาทุกคนที่ช่วยเหลือตลอดการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์จากภาควิชาสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่ผู้ทำวิจัย ขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโททุกคนที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้อง เป็นอย่างสูง ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านคุณทรัพย์ และกำลังใจที่สำคัญ ให้ผู้วิจัยสามารถฝ่าฟันปัญหาต่างๆได้ตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ญ

สารบัญภาพ.....ฎ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....2

1.3 ขอบเขตการศึกษา.....2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 ชีววิทยาทั่วไปของหอยหวาน.....3

2.1.1 การจัดลำดับทางอนุกรมวิธานของหอยหวาน.....3

2.1.2 สรีระวิทยาของหอยหวาน.....3

2.1.3 แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจาย.....3

2.1.4. พฤติกรรมและการกินอาหาร.....4

2.1.5 วงจรชีวิตและการสืบพันธุ์.....4

2.1.6 การเลี้ยงหอยหวานในบ่อดิน.....5

2.2 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง.....6

2.2.1 อุณหภูมิ(temperature).....6

2.2.2 ความเค็ม(salinity).....7

2.2.3 ออกซิเจนละลายในน้ำ 8

2.2.4 บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand).....9

2.2.5 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH).....10

2.2.6 ความเป็นด่าง (alkalinity).....11

2.2.7 ฟอสเฟต(phosphate).....12

2.2.8 ไนไตรท์-ไนโตรเจน(nitrite-nitrogen).....13

หน้า

2.2.9 แอมโมเนีย – ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen)……14
2.2.10 ความนำไฟฟ้า(conductivity)……14
2.2.11 สารแขวนลอย……..……..15
2.3 คุณภาพดิน……15
2.3.1 สารอินทรียวัตถุในดิน (organic matter)……15
2.3.2 ความเป็นกรดด่างในดิน(pH)……...16
2.3.3 ไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S)……17
2.4 แบคทีเรีย……...17
2.4.1 แบคทีเรียสกุล Vibrio spp……..……17
2.4.2 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย(coliform bacteria) และ *E. coli* ……18
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……18
บทที่ 3 การวางแผนการวิจัย……23
3.1 อุปกรณ์……..23
3.2. วิธีการศึกษา……23
3.2.1 สถานที่ศึกษาและเก็บข้อมูล……..……23
3.2.2 การเตรียมบ่อดินทดลอง……...24
3.2.3 การเลี้ยงหอยหวาน……..……...24
3.2.4 แผนการทดลอง……24
3.2.5 การเก็บตัวอย่าง……25
3.2.6 การวิเคราะห์ตัวอย่าง……26
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์……34
4.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทะเลและตะกอนดินในบ่อเลี้ยงดินเลี้ยงหอยหวาน และแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติตลอดการเพาะเลี้ยงหอยหวานหนึ่งรอบ……..34
4.1.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทะเลในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานและแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ……....34
4.1.1.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางฟิสิกส์……..……34
4.1.1.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางเคมี……..……41
4.1.1.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางชีวภาพ……..56
4.1.2 คุณภาพดินในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานและแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ....68

หน้า

4.1.2.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางเคมี 68
4.1.2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางชีวภาพ.....76
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียกับคุณภาพน้ำและคุณภาพดิน.....82
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียกับวิธีวิเคราะห์ที่ต่างกัน.....85
4.4 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงหอยหวานในบ่อดิน.....90
4.5 การเจริญเติบโตของหอยหวาน.....90
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....92
5.1 สรุปผลการทดลอง.....92
5.2 ข้อเสนอแนะ.....96
รายการอ้างอิง.....97
ภาคผนวก.....103
ภาคผนวก ก ตารางผลการทดลอง.....104
ภาคผนวก ข สูตรและการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ.....116
ภาคผนวก ค ตาราง MPN.....118
ภาคผนวก ง ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา.....119
ภาคผนวก จ รูปพื้นที่และกิจกรรมในฟาร์มและภายนอกฟาร์ม.....120
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....123

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การแบ่งความเค็มของน้ำ.....7
ตารางที่ 2.2 ผลของปริมาณออกซิเจนที่ละลายต่อสัตว์น้ำ.....8
ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตของบ่อกับสภาพด่างรวม.....12
ตารางที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างแบคทีเรียกับคุณภาพน้ำและคุณภาพดิน.....82
ตารางที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างจำนวนแบคทีเรียในน้ำและดินที่วิเคราะห์ด้วยวิธีที่ต่างกัน (วิธีย้อมสี DAPI vs วิธีย้อมสี CTC, วิธีย้อมสี DAPI vs pour plate, วิธีย้อมสี CTC vs วิธี pour plate).....87
ตารางที่ 5.1 ค่าเฉลี่ยตลอดรอบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ(กรมควบคุมมลพิษ, 2545).....92
ตารางที่ 5.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำและดินตลอดการเลี้ยง.....95

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 แสดงผลของค่าpH ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ.....10
ภาพที่ 2.2 แสดงค่าพีเอช ในรอบวันของบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีค่าความเป็นด่างต่ำ เปรียบเทียบกับบ่อที่ค่าความเป็นด่างปานกลางหรือสูง.....11
ภาพที่ 3.1 แผนที่ตำแหน่งฟาร์มทดลองเพาะเลี้ยงหอยหวาน จังหวัดเพชรบุรี.....23
ภาพที่ 3.2 แสดงแผนผังบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติ.....25
ภาพที่ 3.3 แสดงบ่อดินที่ใช้เลี้ยงหอยหวานในการทดลอง.....26
ภาพที่ 3.4 แสดงtotal bacteria (DAPI) ที่ถ่ายได้จากกล้องจุลทรรศน์แบบ epifluorescence.....29
ภาพที่ 3.5 แสดงtotal respirating bacteria (CTC)ที่ถ่ายได้จากกล้องจุลทรรศน์แบบ epifluorescence.....30
ภาพที่ 3.6 แสดงโคลีนีของ total count bacteria ด้วยวิธี pour plate.....30
ภาพที่ 3.7 แสดงหลอดที่อาหารมีการเปลี่ยนสีเป็นสีฟ้า (ซ้าย) และหลอดที่อาหารสีฟ้ามีการเรืองแสง (ขวา) 31
ภาพที่ 3.8 แสดงโคโลนีของ total *Vibrio*.....32
ภาพที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง) 36
ภาพที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้าตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน)และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง).....38
ภาพที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง).....40
ภาพที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยพีเอชในน้ำตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน)และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง).....42
ภาพที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณความเค็มในน้ำตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง).....44
ภาพที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยออกซิเจนในน้ำตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง).....46

ภาพที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยบีโอดีตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……48
ภาพที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นด่างตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน(บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……50
ภาพที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยแอมโมเนียตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……52
ภาพที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยไนไตรท์ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน……53
ภาพที่ 4.11 แสดงค่าเฉลี่ยฟอสเฟตตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……55
ภาพที่ 4.12 แสดงจำนวน total bacteria (DAPI) ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……57
ภาพที่ 4.13 แสดงจำนวน total respirating bacteria (CTC) ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……59
ภาพที่ 4.14 แสดงจำนวน total count bacteria (pour plate)ตลอดหนึ่งรอบของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……61
ภาพที่ 4.15 แสดงจำนวน coliform bacteria ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……63
ภาพที่ 4.16 แสดงจำนวน *E. coli* ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……65
ภาพที่ 4.17 แสดงจำนวน *total vibrio* ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……67
ภาพที่ 4.18 แสดงค่าเฉลี่ยพีเอชในดินตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……69
ภาพที่ 4.19 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์ในดินหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน)และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……71
ภาพที่ 4.20 แสดงค่าเฉลี่ยเอสโอดีตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……73
ภาพที่ 4.21 แสดงค่าเฉลี่ยซัลไฟด์ในดินหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……75

หน้า

ภาพที่ 4.22 แสดงจำนวน total bacteria (DAPI)ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน(บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……..……..77
ภาพที่ 4.23 แสดงจำนวน total respirating bacteria (CTC) ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……79
ภาพที่ 4.24 แสดงจำนวน total count bacteria (plate count)ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)……..……81
ภาพที่ 4.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียกับบีโอดีในบ่อดินที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน(บน) และ 30 วัน(ล่าง)……..……..……83
ภาพที่ 4.26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียกับเอสโอดีในบ่อดินที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน(บน) และ 30 วัน(ล่าง)……..……84
ภาพที่ 4.27 แสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่มีชีวิตที่วิเคราะห์ด้วยวิธีย้อมสี CTC และ pour plate เทียบกับไม่มีชีวิตที่วิเคราะห์ด้วยวิธีย้อมสี DAPI……85
ภาพที่ 4.28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียในน้ำที่วิเคราะห์ด้วยวิธีที่ต่างกัน (วิธีย้อมสี DAPI vs วิธีย้อมสี CTC, วิธีย้อมสี DAPI vs pour plate)(บน) (วิธีย้อมสี CTC vs วิธี pour plate)(ล่าง)……..……88
ภาพที่ 4.29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียในดินที่วิเคราะห์ด้วยวิธีที่ต่างกัน (วิธีย้อมสี DAPI vs วิธีย้อมสี CTC, วิธีย้อมสี DAPI vs pour plate)(บน) (วิธีย้อมสี CTC vs วิธี pour plate)(ล่าง)……..……..89

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หอยหวาน หรือหอยตุ๊กแก เป็นหอยทะเลฝาเดียวมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Babylonia areolata* Link 1807 ปัจจุบันหอยหวานกำลังมีความสำคัญทางเศรษฐกิจสูงมากของประเทศไทยและหลายประเทศในภูมิภาคเอเชีย ได้แก่ ประเทศจีน ฮ่องกง ไต้หวัน ญี่ปุ่น ฯลฯ เนื่องจากปริมาณความต้องการทางตลาดของหอยหวานที่สูงขึ้น แต่ผลผลิตหอยหวานจากแหล่งการประมงสำคัญได้ลดลงอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันการเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาด หรือการขุนหอยเนื้อในบ่อผ้าใบหรือบ่อคอนกรีตด้วยระบบน้ำทะเลไหลผ่านตลอดหรือระบบน้ำนิ่งได้ประสบความสำเร็จในเชิงพาณิชย์ แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการเลี้ยงดังกล่าวมีข้อเสียหลายประการคือ มีการลงทุนครั้งแรกสูง ต้นทุนการเลี้ยงสูง ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ต่ำ จำเป็นต้องใช้พื้นที่มาก ใช้น้ำทะเลในปริมาณมาก ฯลฯ (นิลนาจและอนุรุต 2544) สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ดำเนินงานวิจัยเพื่อศึกษาศักยภาพและความเป็นไปได้ของการเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาดในบ่อดินตั้งแต่พ.ศ. 2546 ถึงปัจจุบัน โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อ การนำทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่แล้วของบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่เลิกกิจการแล้วหรืออยู่ระหว่างพักกิจการ รวมถึงทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่ ได้แก่ บ่อดิน บ่อคอนกรีต โรงเพาะฟัก ฯลฯ ที่มิได้ใช้ประโยชน์ในหลายปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน โดยการนำทรัพยากรเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาดในบ่อดินเชิงพาณิชย์ เพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนของการเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาดให้สูงยิ่งขึ้น (นิลนาจและคณะ, 2548) การเลี้ยงหอยหวานในบ่อดินจำเป็นต้องใช้น้ำทะเลในปริมาณมาก ซึ่งทำให้เกิดปัญหาการรักษาคุณภาพและสมดุลของคุณภาพน้ำทะเลในบ่อเลี้ยง การรักษาคุณภาพและสมดุลของคุณภาพดินในบ่อเลี้ยง โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของค่าความเป็นด่างรวม (total alkalinity) และปริมาณของสารอินทรีย์ที่เกิดจากการขับถ่ายของเสีย เศษอาหารที่เหลือ ซากสัตว์ที่ตายแล้ว ฯลฯ ในบ่อเลี้ยงที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งปริมาณของเสียดังกล่าวจะผันแปรตามระยะเวลาของการเลี้ยงหอยและอาจมีผลกระทบในทางลบแก่การเจริญเติบโตและการตายของหอยหวาน

การเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเล (water exchange) เป็นวิธีการพื้นฐานในการกำจัดสารอินทรีย์หรือ สารอนินทรีย์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในบ่อเลี้ยง รวมถึงการรักษาคุณภาพและสมดุลของคุณภาพน้ำทะเลในบ่อเลี้ยงให้อยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำทะเลปกติ แต่การเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลก็เป็นปัจจัยหลัก

ประการหนึ่งในการเพิ่มต้นทุนของการเลี้ยงหอยหวานในบ่อดินให้สูงขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษา การเปลี่ยนแปลงของของจุลินทรีย์และคุณภาพน้ำทะเลในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานต่างกัน 2 ระดับคือ ทุก 15 และ 30 วัน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงหอยหวานในบ่อดิน

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์และคุณภาพน้ำทะเลในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีระยะการเปลี่ยนถ่ายน้ำต่างกัน 2 ระดับ
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงหอยหวานในบ่อดิน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการศึกษาและเก็บข้อมูลที่หน่วยวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์แบบครบวงจร สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตำบลหาดเจ้าสำราญ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี เป็นเวลาหนึ่งรอบการเลี้ยง โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ชุดการทดลอง (treatment) ตามระยะเวลาเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเล ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1	การเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลทุก 15 วัน
ชุดการทดลองที่ 2	การเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลทุก 30 วัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบข้อมูลพื้นฐานของคุณภาพน้ำในฟาร์มหอยหวานซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการคุณภาพของน้ำทิ้ง
2. ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเพาะเลี้ยงหอยหวาน
3. ทราบความสัมพันธ์ของวิธีการนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดระหว่างวิธี DAPI,CTC และ total plate count

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชีววิทยาทั่วไปของหอยหวาน

2.1.1 การจัดลำดับทางอนุกรมวิธานของหอยหวาน

หอยหวานสามารถจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานได้ดังนี้

Phylum Mollusca

Class Gastropoda

Subclass Prosobranchia

Order Neogastropoda

Family Buccinidae

Genus Babylonia

Species *Babylonia aerolata*

2.1.2 สรีรวิทยาของหอยหวาน

หอยหวานจัดอยู่ในจำพวกฝาเดียว เปลือกค่อนข้างหนา รูปร่างเปลือกเป็นรูปไข่ ผิวเรียบ บนลำตัวมีวงเปลือก (body whorl) พองกลม มีแถบสีดำหรือสีน้ำตาลเข้มเป็นระยะๆ ตัวเต็มวัย (adult) ปกติหอยหวานจะฝังตัวอยู่ในทรายหรือโคลนปนทรายบริเวณพื้นทะเล โดยจะโผล่ขึ้นมาจากพื้นทะเลเพื่อออกหากินในเวลากลางคืน หอยหวานจะใช้เท้า (muscular foot) ในการเคลื่อนที่ มีหนวด 1 คู่ และมีตา 1 คู่ ตาของหอยหวานใช้สำหรับรับรู้เกี่ยวกับแสงสว่างเท่านั้น หอยหวานจะกินอาหารได้แก่ ซากสัตว์ (ปลา,หอย,กุ้ง ฯลฯ) ที่ตายแล้ว โดยการยื่นงวงปาก (proboscis) ออกมาจากช่องปาก (mouth) ซึ่งอยู่ระหว่างคู่หนวด งวงปากเจาะเข้าไปในอาหาร ปล่อยน้ำย่อยออกมาย่อยอาหารและดูดอาหารกลับเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารเพื่อดูดซึมไปใช้ต่อไป (จรัญ และคณะ, 2547)

2.1.3 แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจาย

หอยหวานจะอาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลที่มีพื้นทะเลเป็นทรายหรือทรายปนโคลนที่ระดับความลึก 5-15 เมตร หอยหวานแพร่กระจายอยู่ทั่วไปทั้งอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน นอกจากนั้น

บริเวณชายฝั่งทะเลเขมร, เวียดนาม และบริเวณทะเลจีนใต้ก็ยังพบว่ามีการแพร่กระจายของหอยหวาน จรัญ และคณะ (2547) กล่าวว่าหอยหวานที่พบมากในประเทศไทย มีอยู่ 2 ชนิด ดังต่อไปนี้

(1) *Babylonia areolata* Link 1807 มีชื่อสามัญว่า Spotted Babylon มีแหล่งแพร่กระจายตัวอยู่ทางฝั่งอ่าวไทย เช่น ตราด, ระยอง, จันทบุรี, ชลบุรี, เพชรบุรี, ประจวบคีรีขันธ์, สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช เป็นต้น มีลักษณะเด่นที่บ่งชี้คือรอยต่อของช่วงวงเปลือก (whorl) จะเป็นปกติไม่ตัดตรงและไม่เว้าเข้าด้านใน

(2) *Babylonia spirata* Linnaeus 1758 มีชื่อสามัญว่า Spiral Babylon มีแหล่งแพร่กระจายตัวอยู่ทางฝั่งทะเลอันดามัน ที่พบมากก็ที่จังหวัดระนอง ลักษณะภายนอกที่บ่งชี้ คือ รอยต่อช่วงวงเปลือก (whorl) จะต่างจากชนิดแรกคือ จะตัดตรงและเว้าเข้าด้านในเล็กน้อยบางคนเรียกหอยชนิดนี้ว่า"หอยหมาก"

หอยหวาน *Babylonia areolata* Link 1807 เป็นชนิดที่นิยมบริโภคและมีความต้องการของตลาดสูงมากกว่า หอยหวาน *Babylonia spirata* Linnaeus 1758 (นิลนาจ และศิรุษา, 2545)

2.1.4. พฤติกรรมและการกินอาหาร

พฤติกรรมการกินอาหารของหอยหวานสมารถแบ่งออกเป็น 2 แบบตามช่วงชีวิต คือลูกหอยหวานระยะอ่อนเป็นสัตว์ที่มีการดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน (planktonic larvae) กินอาหารด้วยการกรอง (filter feeder) โดยลูกหอยหวานจะมีอวัยวะคล้ายแปรงเป็นวงที่เรียกว่า velum สำหรับการโบกพัดน้ำทะเลเข้าสู่ช่องปากและกรองกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร

สำหรับลูกหอยหวานตั้งแต่ระยะลงพื้นจนถึงระยะตัวเต็มวัยดำรงชีพบนพื้นทะเล (Bentic) และกินเนื้อเป็นอาหาร (carnivorous feeder) โดยหอยหวานกินซากสัตว์ที่ตายแล้วเป็นอาหารทั้งในสภาพที่สดและไม่สด หอยหวานมีต่อมน้ำลายสำหรับย่อย และส่งออกมาทางงวงยาว (proboscis) เพื่อย่อยอาหารภายนอกร่างกายแล้วจึงดูดเข้าไปในร่างกาย เมื่อหอยหวานกินอาหารอิ่มแล้วจะเดินออกจากเหยื่อและฝังตัวอยู่ใต้ชั้นทรายทันที (นิลนาจและ ศิรุษา, 2545)

2.1.5 วงจรชีวิตและการสืบพันธุ์

หอยหวานจัดเป็นสัตว์ที่มีเพศแยก (dioecius) คือเพศผู้และเพศเมียไม่ได้อยู่ในตัวเดียวกัน (นิลนาจ และศิรุษา, 2545) หอยเพศผู้จะปรากฏอวัยวะเพศ (penis) เป็นติ่งแบน ยื่นออกมาจากบริเวณใต้โคนหนวดด้านขวา ส่วนหอยเพศเมียจะไม่ปรากฏติ่งแบนแต่จะพบรูเปิดด้านใต้ของเท้าเพื่อปล่อยฝักไข่ หอยหวานเพศผู้และเพศเมียก่อนจะผสมพันธุ์กันจะมีการจับคู่กัน(copulation) โดยเคลื่อนตัวไปด้วยกันในตอนกลางคืนหรือในที่มืด หลังจากนั้นตัวผู้จะสอดอวัยวะเพศ (penis) เข้าไปในตัวเมีย แล้วปล่อยน้ำเชื้อผสมกับไข่บริเวณท่อนำรังไข่ (oviduct) (จรัญ และคณะ, 2547)

เมื่อไข่ที่ปฏิสนธิแล้ว (fertilized eggs) พัฒนาเป็นลูกหอยระยะพัฒนาที่เรียกว่า trocophore larvae ภายในเวลา 24 ชั่วโมงหลังการวางไข่ และเจริญอยู่ภายในฝักไข่ หลังจากนั้นลูกหอยหวานระยะวัยอ่อน (newly-hatched veliger larvae) จึงฟักออกจากฝักไข่ทางช่องเปิดและล่องลอยอยู่ในมวลน้ำภายในเวลาประมาณ 4 - 5 วันหลังการวางไข่ โดยมีอัตราการฟักไข่เฉลี่ย 95.0 เปอร์เซ็นต์ (นิลนาจ และอนุตร, 2540) เมื่อไข่ฟักออกมาเป็นตัวอ่อนที่ว่ายน้ำได้มีลักษณะคล้ายผีเสื้อเรียกว่า "veliger larvae" ล่องลอยอยู่กลางน้ำโดยมีปีกเรียกว่า "velum" ซึ่งจะมีขน (cilia) คอยพัดโบกเพื่อช่วยในการลอยตัว และพัดอาหารเข้าปาก (จรัญ และคณะ, 2547) ลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนเจริญเข้าสู่ลูกหอยหวานระยะลงพื้น (newly-settled juveniles) ภายในเวลา 12 - 15 วัน หลังฟักออกจากฝักไข่ โดยลูกหอยระยะนี้มีเปลือกและรูปร่างอย่างสมบูรณ์เหมือนพ่อแม่ทุกประการ และเริ่มลงคืบคลานบนพื้นและผนังถังอนุบาล ลูกหอยระยะนี้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่สำคัญ 2 ประการคือ 1) เปลี่ยนจากการดำรงชีพแบบแพลงก์ตอน (planktonic larvae) เป็นสัตว์พื้นทะเล (benthic juvenile) และ 2) เปลี่ยนจากสัตว์กินพืชเป็นสัตว์กินเนื้อ โดยลูกหอยหวานระยะลงพื้นสามารถเจริญเป็นหอยหวานระยะวัยรุ่น (juvenile) ความยาวเปลือกประมาณ 0.5 เซนติเมตรภายในเวลา 15 - 30 วัน ภายหลังลูกหอยลงคืบคลานบนพื้น โดยมีอัตราการเจริญความยาวเปลือกเฉลี่ย 0.21 มิลลิเมตรต่อวัน หลังจากนั้นจึงเก็บรวบรวมและคัดขนาดหอยระยะวัยรุ่นที่มีความแข็งแรงและสมบูรณ์ เพื่อนำไปเลี้ยงในบ่อเลี้ยงจนถึงขนาดตลาด(นิลนาจ และอนุตร , 2540)

2.1.6 การเลี้ยงหอยหวานในบ่อดิน

นิลนาจ และคณะ(2548) ได้ศึกษาศักยภาพและความเป็นไปได้เบื้องต้นของการเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาดในบ่อดินเป็นครั้งแรกในประเทศไทย โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อเพิ่มผลผลิตหอยหวานและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาดต่อหน่วยเลี้ยงให้สูงยิ่งขึ้น ลดต้นทุนการเลี้ยงหอยหวานให้ต่ำลง และนำทรัพยากรต่างๆ ของฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่เลิกกิจการแล้วหรืออยู่ระหว่างพักกิจการ เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงหอยหวาน โดยใช้พื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำและนาเกลือสมุทรเดิมบริเวณตำบลหาดเจ้าสำราญ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี พบว่ามีความเป็นไปได้ในการนำบ่อดินใช้เลี้ยงหอยหวานโดยคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยและเหมาะสมต่อการเลี้ยงหอยหวาน โดยสามารถเลี้ยงหอยหวานระยะรุ่นขนาดความยาวเปลือก 1 เซนติเมตร หรือ 1800 ตัวต่อกิโลกรัมเป็นเวลานาน 7 เดือน ก็สามารถได้หอยหวานขนาดตลาด โดยมีอัตราการรอดตาย 80-90 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ผลผลิตหอยหวานที่มีสีเปลือกเข้ม ไม่มีกลิ่นโคลน ลักษณะเนื้อหอย (texture) มีความนุ่มไม่แข็งกระด้าง สุขภาพอนามัยอยู่ในเกณฑ์ปกติ และรูปทรงของเปลือกหอยไม่แตกต่างจากหอยหวานจากธรรมชาติ

2.2 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ การเลือกคุณภาพน้ำที่เหมาะสมและมีปริมาณเพียงพอจึงเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยคุณภาพน้ำที่เหมาะสม หมายถึง ลักษณะทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำที่สามารถใช้เป็นที่อยู่อาศัย หาอาหารและสืบพันธุ์ได้ (โชคชัย, 2548) โดยคุณภาพน้ำที่ควรพิจารณาในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประกอบด้วย

2.2.1 อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของจุลินทรีย์ตามฤดูกาล โดยกิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ล้วนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมในฤดูร้อนปฏิกิริยาต่างๆ เช่นการกำจัดซัลเฟต การผลิตมีเทน การย่อยสลายสารอินทรีย์ การกำจัดไนเตรท เป็นต้น (มั่นสินและไพพรรณ, 2538) อุณหภูมิมีผลต่อความสามารถในการละลายได้ของออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำ คือ น้ำบริสุทธิ์ที่ความดัน 1 บรรยากาศ ออกซิเจนสามารถละลายลงสู่แหล่งน้ำได้มากที่สุดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และจะค่อยๆลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจะมีอัตราผกผันหรือตรงกันข้ามกับอุณหภูมิของน้ำ คือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะลดลง ขณะที่ขบวนการเมตาโบลิสซึมผันแปรตามอุณหภูมิ โดยกฎของแวนฮอฟฟ์ (vanhoff's Law) กล่าวว่า อัตราของบวนการเมตาโบลิสซึม (metabolic rate) ของสิ่งมีชีวิตจะเพิ่มขึ้นเป็น 1 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส ดังนั้นสัตว์น้ำจึงต้องการออกซิเจนเพิ่มมากขึ้นและอาจก่อให้เกิดปัญหาการขาดแคลนออกซิเจนได้ ขณะเดียวกันการทำงานของแบคทีเรียและจุลินทรีย์ต่างๆ ในการย่อยสลายสิ่งปฏิกูลในน้ำก็เพิ่มขึ้น และต้องการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ทำให้แหล่งน้ำขาดออกซิเจนอย่างรวดเร็ว และเป็นสาเหตุทำให้น้ำเกิดการเน่าเสีย(ไมตรี และจารุวรรณ, 2528) เนื่องจากสัตว์น้ำเป็นสัตว์เลือดเย็น (poikilotherms) อัตราเมแทบอลิซึมของสัตว์น้ำจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำเป็นหลัก โดยสัตว์น้ำต้องใช้พลังงานจำนวนหนึ่งเพื่อปรับระดับอุณหภูมิของร่างกายให้เท่ากับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง แต่อย่างไรก็ตาม การปรับตัวของสัตว์นำนั้นมีขีดจำกัด ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจะทำให้อุณหภูมิของน้ำกับสัตว์น้ำมีความแตกต่างกันมาก ซึ่งสัตว์น้ำจะไม่สามารถปรับตัวได้ทัน (วิรัช 2544) และทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำโดยตรง เช่น ระบบควบคุมการขับถ่ายน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย (osmoregulatory system) ผิดปกติ ซึ่งทำให้ร่างกายอ่อนแอและตายได้ (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528)

2.2.2 ความเค็ม(salinity)

โชคชัย (2548) ได้ให้ความหมายของความเค็มว่า ความเค็มหมายถึงปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำทั้งหมด (total dissolved solid) โดยปริมาณคาร์บอเนตจะถูกเปลี่ยนเป็นออกไซด์ ปริมาณโบรไมด์และไอโอไดด์จะถูกแทนที่โดยคลอไรด์และปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดที่ถูกออกซิไดส์แล้ว ความเค็มของน้ำทะเลส่วนใหญ่เป็นปริมาณเกลือของโซเดียมคลอไรด์ มีหน่วยเป็นกรัมต่อน้ำหนักน้ำ 1 กิโลกรัม หรือส่วนในพันส่วน (parts per thousand, ppt) ปกติน้ำทะเลมีความเค็มมากกว่า 30 ส่วนในพันส่วนขึ้นไป ส่วนน้ำกร่อยมีความเค็มระหว่าง 0.21 ถึง 30 ส่วนในพันส่วน สำหรับแหล่งน้ำที่มีความเค็มน้อยกว่า 0.21 ส่วนในพันส่วน ถือว่าเป็นน้ำจืด(ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 การแบ่งความเค็มของน้ำ

ชื่อ		ความเค็ม(ส่วนในพันส่วน)
hyperhaline	น้ำทะเล	> 40
euryhaline	(sea water)	30 – 40
polyhaline		18 – 30
mesohaline a	น้ำกร่อย	10 – 18
mesohaline b	(brackish water)	1.84 – 10
oligohaline		0.21 – 1.84
fresh water		< 0.21

ที่มา: Roberts (1989)

ความเค็มของน้ำมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะระบบควบคุมปริมาณน้ำภายในร่างกาย (water regulation system) ซึ่งมีผลจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างน้ำภายในตัวสัตว์น้ำและน้ำภายนอกร่างกาย สัตว์น้ำจืดมีแรงดันออสโมติกภายในตัวสูงกว่าน้ำที่อยู่ภายนอก น้ำจึงสามารถซึมเข้าสู่ร่างกายได้ง่าย สัตว์น้ำจืดจึงพยายามขจัดน้ำส่วนเกินนี้ออกไป ในทางตรงกันข้าม สัตว์น้ำเค็มที่อาศัยอยู่ในทะเลมีแรงดันออสโมติกต่ำกว่าน้ำทะเล ดังนั้นน้ำภายในตัวจะถูกขับออกสู่ภายนอกร่างกายได้ง่าย(ไมตรี และจารุวรรณ, 2528) ส่วนสัตว์น้ำกร่อยนั้นจัดได้ว่าเป็นสัตว์ที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้มาก แต่อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างกะทันหันจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ไม่ว่าสัตว์น้ำชนิดใดก็ตาม โดยความเค็มของน้ำย่อมมีผลต่อสัตว์น้ำเช่นเดียวกับอุณหภูมิ(โชคชัย, 2548)

2.2.3 ออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen, DO) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากในการเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำบริสุทธิ์จะสูงสุดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความสามารถในการละลายจะลดลง เมื่ออุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 3.1) นอกจากนี้ความสามารถในการละลายของก๊าซออกซิเจนยังขึ้นอยู่กับค่าความดันบรรยากาศ (atmospheric pressure) (วิรัช, 2544) ออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะถูกใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ประเภทต่างๆ เป็นสาเหตุสำคัญของการสูญเสียออกซิเจนในน้ำ ดังนั้นปัจจัยใดๆ ที่มีผลต่อการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำควรนำมาพิจารณาในการจัดการปริมาณออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสำหรับจุลินทรีย์แต่ละชนิดที่แตกต่างกันไป โดยอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์จะเกิดได้ดีในอุณหภูมิที่อบอุ่น โดยอัตราการย่อยสลายจะเพิ่มขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 5 – 35 องศาเซลเซียส โดยอัตราการย่อยสลายจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกๆ 10 องศาเซลเซียส ขณะที่การใช้ออกซิเจนก็เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าเช่นกัน นอกจากนี้ อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์จะเกิดได้ดีในสภาวะด่างหรือกลาง กล่าวคือ อัตราการย่อยสลายจะเพิ่มขึ้นจนค่า pH มีค่า 8.5 จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ สามารถพบในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วไป

วิรัช (2544) กล่าวว่า สัตว์น้ำส่วนใหญ่ต้องการปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอย่างน้อย 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อมีชีวิตรอด ซึ่งระดับออกซิเจนที่ละลายน้ำที่เหมาะสมหรือเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป โดยข้อควรปฏิบัติทั่วๆ ไปในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำคือ ควรระวังไม่ให้ออกซิเจนในน้ำต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อลดความเสี่ยงต่อการขาดออกซิเจนในน้ำ (ตาราง 2.2)

ตารางที่ 2.2 ผลของปริมาณออกซิเจนที่ละลายต่อสัตว์น้ำ

ปริมาณออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ผลต่อสัตว์น้ำ
< 1	เป็นอันตราย ถ้าปล่อยอาศัยอยู่เป็นเวลานานๆ
1 – 5	ทำให้การเจริญเติบโตลดลงและการสืบพันธุ์ผิดปกติ ถ้าอาศัยอยู่อย่างต่อเนื่อง
> 5	เป็นระดับปกติสำหรับสัตว์น้ำทั่วไป

ที่มา: Boyd (1979)

2.2.4 บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) คือหน่วยที่ใช้วัดปริมาณออกซิเจนที่จุลชีพใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์แขวนลอย หรือที่ละลายอยู่ในน้ำ (เปี่ยมศักดิ์, 2534) บีโอดีเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ บีโอดี คือปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยได้ภายใต้สภาวะมีออกซิเจน อย่างไรก็ตาม บีโอดีไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้โดยตรงถึงปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำนั้น แต่บีโอดีสามารถแสดงถึงปริมาณการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยวัดจากระดับความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรีย ถ้ามีสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำมากเกินไปจะเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่เพียงพอ เนื่องจากความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (กรรณิการ์, 2525)

กระบวนการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์แบ่งเป็น 2 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 $\text{carbohydrate} + O_2 \xrightarrow{\text{saprophytic bact.}} CO_2 + H_2O$

$\text{protein} + O_2 \xrightarrow{\text{saprophytic bact.}} CO_2 + NH_3$

ระยะที่ 2 $NH_3 \xrightarrow{\text{nitrifying bact.}} NO_2^- \xrightarrow{\text{nitrifying bact.}} NO_3$

ที่มา : กรรณิการ์ (2525)

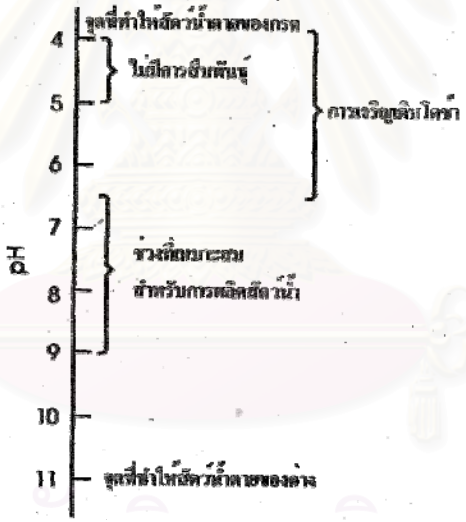
ระยะที่ 1 เป็นการออกซิไดซ์สารประกอบคาร์บอน ใช้เวลา 5 – 0 วันที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ค่าของออกซิเจนในตัวอย่างน้ำจะลดลง เนื่องจากแบคทีเรียใช้ไป คือ ค่า บีโอดี

ระยะที่ 2 เป็นการออกซิไดซ์สารประกอบไนโตรเจนโดยพวก autotrophic bacteria ซึ่งมีชื่อว่า nitrifying bacteria ใช้เวลา 20 วันที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใช้หาค่าบีโอดีนั้น และมีการแบ่งตัวของ nitrifying bacteria น้อยมาก หลังจากนั้น 10 วันแบคทีเรียเหล่านี้จะมีจำนวนมากพอที่จะใช้ออกซิเจนในการออกซิไดซ์สารประกอบไนโตรเจน

2.2.5 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ระดับ pH มีค่าระหว่าง 0 – 14 โดยที่ระดับพีเอช 7 เป็นจุดกึ่งกลางและไม่เป็นกรดและด่าง ค่าพีเอชต่ำกว่า 7 แสดงว่าน้ำมีสภาพเป็นกรด และพีเอชสูงกว่า 7 ขึ้นไป แสดงว่าน้ำมีสภาพเป็นด่าง (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528) โชคชัย (2548) รายงานว่า pH มีความสัมพันธ์กับระดับความเป็นพิษของสารพิษต่างๆ เช่น แอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ฯลฯ เมื่อพีเอชของน้ำสูงขึ้น พบว่าแอมโมเนียจะอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัวและมีพิษต่อสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น ในขณะที่พีเอชของน้ำต่ำลง ไฮโดรเจนซัลไฟด์จะอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัวและมีพิษต่อสัตว์น้ำเพิ่มขึ้นเช่นกัน

สำหรับแหล่งน้ำธรรมชาติร้อยละ 90 พบว่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.7 – 8.2 ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงสัตว์น้ำไม่ควรให้พีเอชอยู่นอกช่วง 6.5 – 9.0 (รูปที่ 2.1)

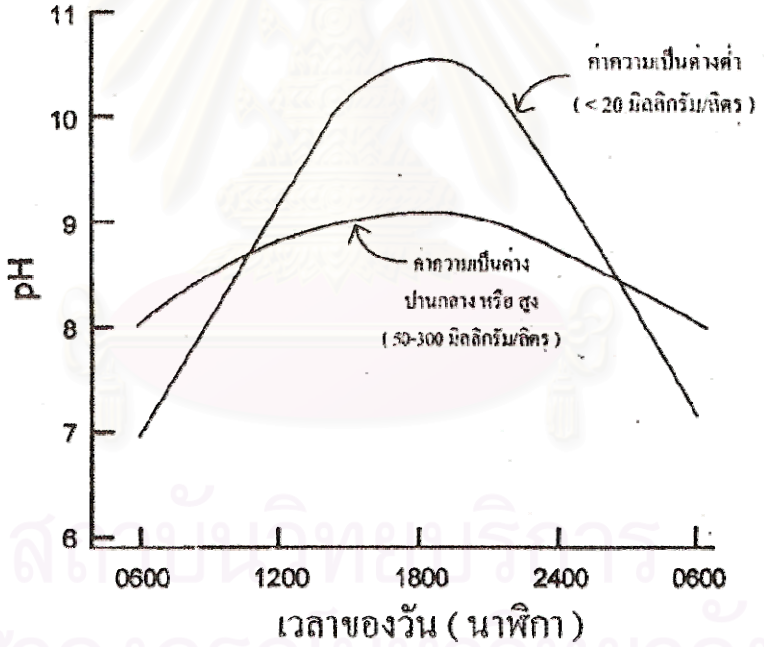


ภาพที่ 2.1 ผลของค่าpH ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

ที่มา: Boyd (1996)

2.2.6 ความเป็นด่าง (alkalinity)

โชคชัย (2548) รายงานว่า ความเป็นด่างของน้ำ หมายถึง ความสามารถของน้ำที่จะรับไฮโดรเจนไอออน (H^+) หรือโปรตรอนหรือความสามารถของน้ำที่จะสะเทินกรดให้ได้พีเอชเป็นกลาง โดยความเป็นด่างของน้ำในธรรมชาติส่วนใหญ่เกิดจากความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) คาร์บอเนตไอออน (CO_3^{2-}) และไบคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) ค่าความเป็นด่างของน้ำมีความสัมพันธุ์กับพีเอชของน้ำ และระบบควบคุมการเปลี่ยนแปลงพีเอชของน้ำ โดยแหล่งน้ำทั่วไปมีความเป็นด่างต่ำและคุณภาพน้ำจะเสียสภาพความเป็นบัฟเฟอร์ ซึ่งค่าพีเอชจะเปลี่ยนแปลงได้ง่ายและแตกต่างกันมากในรอบวัน (รูปที่ 2.2) สภาพด่างมีผลต่อสัตว์น้ำในทางอ้อม เนื่องจากมีศักยภาพในการจำกัดผลผลิตเบื้องต้น (ตารางที่ 2.3) (วิรัช, 2544)



ภาพที่ 2.2 ค่าพีเอช ในรอบวันของบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีค่าความเป็นด่างต่ำ เปรียบเทียบกับบ่อที่ค่าความเป็นด่างปานกลางหรือสูง

ที่มา: Boyd (1995)

ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตของบ่อกับสภาพด่างรวม

สภาพด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความสำคัญในการเลี้ยงสัตว์น้ำ
0	น้ำจะเป็นกรดแก่ ไม่สามารถใช้ในการเพาะฟัก
5 – 25	สภาพด่างต่ำมากและเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนแปลงง่ายมาก คาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ ผลผลิตต่ำ
25 – 100	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนแปลงง่าย คาร์บอนไดออกไซด์มีปานกลาง ผลผลิตปานกลาง
100 - 250	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และผลผลิตมีในปริมาณเหมาะสม
>250	พบได้ยาก ความเป็นด่างสูงมาก แต่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพสัตว์น้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างคงที่มากแต่ถ้าสูงมากเกินไปน่าจะทำให้ผลผลิตลดลง

ที่มา: Lannan, Smitherman และTchobanogolous (1986)

2.2.7 ฟอสเฟต(phosphate)

โชคชัย (2548) กล่าวว่า ฟอสฟอรัส เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ และมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต การใช้พลังงาน และการสร้างส่วนประกอบของเซลล์ โดยฟอสฟอรัสที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาติมี 2 ประเภท คือ

(1) อนินทรีย์ฟอสฟอรัส ได้แก่ ออร์โธฟอตเฟต(inorganic orthophosphate) และพอลิฟอสเฟต(inorganic polyphosphate) ออร์โธฟอตเฟตเป็นสารประกอบฟอสฟอรัสที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เพราะสามารถละลายน้ำได้ดี อนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีปฏิกริยาเคมีที่เกี่ยวข้องดังนี้

$$H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$$

$$H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{2-}$$

$$HPO_4^{2-} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{3-}$$

ที่มา : โชคชัย (2548)

ส่วนพอลิฟอสเฟตนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นออร์โธฟอตเฟตได้โดยกระบวนการไฮโดรไลซีส(hydrolysis)

การแตกตัวของออร์โธฟอสฟอรัสตามสมการข้างบนมีส่วนสัมพันธ์กับค่าพีเอชในน้ำ โดย Orthophosphoric acid ในน้ำทะเลส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ Inorganic Phosphate ซึ่ง 10 เปอร์เซ็นต์จะเป็น PO_4^{3-} และส่วนที่เหลือจะเป็น HPO_4^{2-} (คณิตและคณะ 2527)

(2) อินทรีย์ฟอสเฟต ได้แก่สิ่งขับถ่าย และซากสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว เมื่อพืชและสัตว์น้ำตายลง การเน่าสลายโดยแบคทีเรียสามารถเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟอสฟอรัสที่ซับซ้อนให้อยู่ในรูปที่ง่ายต่อการนำไปใช้ของพืช (โชคชัย, 2548)

แหล่งน้ำธรรมชาติมีฟอสเฟตในปริมาณไม่มากนัก เนื่องจากแบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืช และพืชน้ำขนาดเล็ก สามารถดูดซึมออร์โธฟอสเฟตที่ละลายอยู่ในน้ำหลังจากการเติมปุ๋ยฟอสเฟตลงไปใหม่ๆ โดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชจะดูดซับออร์โธฟอตเฟตได้อย่างรวดเร็วมากกว่ากลุ่มพืชน้ำขนาดเล็ก ขณะที่พืชน้ำสามารถดูดซับออร์โธฟอสเฟตได้ในปริมาณที่สูงกว่าออร์โธฟอสเฟตที่เหลือจากการดูดซับของแบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำ โดยออร์โธฟอสเฟตจะถูกดินตะกอนดูดซับไว้อย่างรวดเร็ว ทำให้ออร์โธฟอสเฟตในน้ำมีปริมาณต่ำอยู่เสมอ (มั่นสิน และไพพรรณ, 2538)

2.2.8 ไนไตรท์-ไนโตรเจน(nitrite-nitrogen)

ไนไตรท์เป็นสารประกอบไนโตรเจนอีกรูปแบบหนึ่งที่เกิดจากขบวนการไนตริฟิเคชั่น โชคชัย (2548) กล่าวว่า ไนไตรท์ส่วนใหญ่สามารถพบในปริมาณต่ำ เพราะในธรรมชาติไนไตรท์จะไม่อยู่ในสภาพคงที่ แต่จะถูกย่อยสลายต่อโดยแบคทีเรียเป็นไนเตรท Parker(1995) กล่าวว่า บ่อเลี้ยงสัตว์ทะเลที่น้ำมีค่าพีเอชค่อนข้างสูง ทำให้การเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ของแบคทีเรียที่จะเปลี่ยนไนไตรท์เป็นไนเตรทหยุดชะงักลง และทำให้เกิดการสะสมไนไตรท์ขึ้นในบ่อ

แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น ประกอบด้วย แบคทีเรียชนิด ออโตโทรป จะเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์ และไนเตรท โดยมีคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นแหล่งคาร์บอน แบคทีเรียที่เปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์ ได้แก่ nitrosomonas และ nitrococcus ส่วนแบคทีเรียที่เปลี่ยนไนไตรท์เป็นไนเตรท ได้แก่ nitrobacter ดังสมการ (มั่นสิน และไพพรรณ, 2538)

$$NH^{+}_{4} + 1.5\ H_2O \longrightarrow NO^{-}_{2} + 2H^{-} + H_2O$$

$$NO^{-}_{4} + 0.5\ NO^{-}_{2} \longrightarrow NO^{-}_{3}$$

ที่มา : มั่นสินและไพพรรณ (2538)

2.2.9 แอมโมเนีย – ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen)

โชคชัย (2548) รายงานว่า แอมโมเนียเป็นสารพิษซึ่งเกิดจากการเน่าสลายของสารอินทรีย์ไนโตรเจน ซึ่งได้แก่ เศษอาหารเหลือจำพวกโปรตีน ซากสิ่งมีชีวิต และสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ โดยแอมโมเนียอยู่ในน้ำได้ 2 รูปแบบ คือ ก๊าซแอมโมเนียซึ่งไม่แตกตัว (un-ionized ammonia) กับแอมโมเนียไอออน ซึ่งแตกตัวได้ง่าย (ionized ammonia) แอมโมเนียทั้งสองรูปรวมกันเรียกว่าปริมาณแอมโมเนียทั้งหมดในน้ำ(total ammonia) ดังสมการ

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4OH \rightleftharpoons NH_4 + OH^-$$

un-ionized (รูปเป็นพิษ) — ขึ้นอยู่กับ pH และอุณหภูมิ — ionized (รูปไม่เป็นพิษ)

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4 + OH^-$$

1.3 เปอร์เซ็นต์ pH 7.5 98.7 เปอร์เซ็นต์

Boyd (1989) รายงานว่า แอมโมเนียในรูปของ un-ionized เป็นพิษต่อสัตว์น้ำในแหล่งน้ำโดยการแตกตัวของ un-ionized ammonia ขึ้นกับความเป็นกรดด่างและอุณหภูมิ แต่ค่าพีเอชมีผลต่อการแตกตัวเป็น un-ionized ammonia มากกว่าอุณหภูมิ ตัวอย่างการแตกตัวของแอมโมเนียที่ไม่มีประจุ (NH_3) ที่พีเอชต่างๆ กันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส พีเอชเท่ากับ 7

2.2.10 ความนำไฟฟ้า(conductivity)

สิริ (2528) กล่าวว่า การนำไฟฟ้า หรือค่านำไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถในการนำไฟฟ้าของน้ำหรือของเหลวอื่นๆ ประสิทธิภาพการนำไฟฟ้าของน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณไอออน (total concentration) mobility valence และ relative concentration ของน้ำ หรือของเหลวนั้นๆ โดยของเหลวที่เป็นกรด – ด่าง และเกลือของอนินทรีย์สารจะเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี

ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มหรือลดการนำไฟฟ้าของน้ำ ได้แก่

(1) ถ้าปริมาณของแข็งที่ละลายมีจำนวนมากทำให้ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าสูง เพราะปริมาณของแข็งที่ละลายจะมีส่วนเพิ่มความสามารถเกี่ยวกับ ion mobility

(2) อุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้นทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้น เพราะอุณหภูมิของน้ำทำให้การแตกตัวของสาร(ionization) มากยิ่งขึ้น

(3) pH ของน้ำที่มากกว่า 9 หรือน้อยกว่า 5 ทำให้ค่านำไฟฟ้าสูงขึ้น เพราะน้ำหรือของเหลวที่มีสภาพเป็นกรดแก่หรือด่างแก่จะมีปริมาณ H^+ และ OH^- ซึ่งมีผลทำให้ค่า ionic mobility(Horne, 1996)

2.2.11 สารแข็งแขวนลอย

มั่นสิน (2538) ได้แบ่งของแข็งดังนี้

(1) ของแข็งทั้งหมด(total solids) คือ ของแข็งทั้งหมดที่เหลืออยู่หลังจากระเหยน้ำออกหมดแล้ว

(2) ของแข็งละลายน้ำ (dissolved solids) คือของแข็งส่วนที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ เกลืออนินทรีย์ต่างๆ หรืออินทรีย์สาร

(3) ของแข็งแขวนลอย (undissolved solidsหรือ total suspended solids) แบ่งเป็น 2 ชนิด

- suspended solids คือ ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ และสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ ตะกอนมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา

- settleable solids คือ ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ ตะกอนมีขนาดใหญ่และมีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำ เมื่อตั้งทิ้งไว้สามารถตกลงมานอนก้นภาชนะได้

น้ำที่เข้ามาในบ่อเลี้ยงส่วนมากจะมีสารแขวนลอยมาก ประกอบด้วยอนุภาคของดินและสารอินทรีย์ซึ่งถูกพัดมาจากแม่น้ำ ลำคลอง สิ่งขับถ่ายของสัตว์ โดยตะกอนส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารอินทรีย์เป็นส่วนมากและเมื่อสารเหล่านี้ถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียอาจเป็นสาเหตุให้ออกซิเจนต่ำลง นอกจากนี้การเน่าเสียของตะกอนสารอินทรีย์ทำให้เกิดแอมโมเนียและไฮโดรเจนซัลไฟด์บริเวณพื้นบ่อ(เปรมฤดี, 2547)

2.3 **คุณภาพดิน**

2.3.1 สารอินทรียวัตถุในดิน (organic matter)

สารอินทรีย์ส่วนใหญ่เกิดจากสิ่งมีชีวิตทั้งบนบกและในน้ำ โดยธาตุองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตคือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจนไนโตรเจน (C,H,O,N) และสารอื่นๆ เช่นกำมะถัน ส่วนสารอินทรีย์ในดินหมายถึง ส่วนประกอบของดินที่รวมทั้งบางส่วนของซากพืชซากสัตว์ที่ยังสดและเน่าเปื่อยผุพังกับส่วนที่เรียกว่า ฮิวมัส ซึ่งประกอบด้วยสารชนิดต่างๆ (ชนินทร์, 2540) สำหรับส่วนประกอบของสารอินทรีย์ในดิน แบ่งได้ดังนี้ (ชัยฤกษ์, 2536)

(1) ส่วนของซากพืช และซากสัตว์ที่บางส่วนยังสดอยู่ และบางส่วนที่กำลังผุพังสลายตัว ในขั้นตอนระยะแรกของการสลายตัว

(2) ส่วนที่เรียกว่าฮิวมัสแบ่งได้ 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรก คือ ส่วนประกอบของสารอินทรีย์ที่ผุพังสลายตัวต่อในขั้นที่สอง และบางส่วนของสารประกอบชนิดต่างๆ ที่ได้จากการสร้างขึ้นมาใหม่โดยจุลินทรีย์ในดิน ได้แก่สารประกอบ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ขี้ผึ้ง (waxes) ไขมัน (fats) แทนนิน และลิกนิน เป็นต้น และส่วนที่สอง คือ ส่วนที่เป็นสารประกอบฮิวมัสจริงๆ (strictly humus substance) ประกอบด้วยสารต่างๆ ทีสำคัญคือ humic acid, humius และ hymatomelanic acid เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ ประมาณ 85 – 90 เปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์วัตถุที่เรียกว่าฮิวมัส

แหล่งที่มาของอินทรียวัตถุในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้แก่ อาหารเหลือ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ การตายของแพลงก์ตอน และของเสียที่สัตว์น้ำปล่อยออกมา รวมถึงตะกอนที่มากับน้ำ (Boyd, 1995) เช่นเดียวกับพิภพและคณะ (2537) กล่าวว่า แหล่งที่มาของอินทรียวัตถุในนากุ้ง คือ อาหารที่เหลือจากการกินของกุ้ง ของเสียที่ขับถ่ายออกจากกุ้ง และเศษซากกุ้ง สิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดการสะสมของอินทรียวัตถุในบ่อเลี้ยงกุ้ง ถ้าหากมีของเสียเหล่านี้มากเกินไปจะมีผลต่อพื้นก้นบ่อ โดยจะทำให้พื้นบ่อเน่าเสีย เนื่องจาก สารประกอบอินทรีย์เหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวะ โดยการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ ซึ่งถ้าเกิดในสภาวะที่มีอากาศเพียงพอจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ถ้าหากการสลายตัวเกิดในสภาวะที่มีอากาศถ่ายเทไม่ดีจะย่อยสลายให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสารประกอบออร์แกนิค เอซิด (organic acid) ซึ่งปริมาณอินทรียวัตถุในดินในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของบ่อ (Boyd, 1979) โดยปริมาณอินทรียวัตถุในดินบริเวณของบ่ออยู่ระหว่างร้อยละ 1 – 2 และปริมาณอินทรียวัตถุในดินบริเวณพื้นบ่ออยู่ระหว่างร้อยละ 4 – 5 (Boyd, 1987)

2.3.2 ความเป็นกรดด่างในดิน(pH)

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้รับอิทธิพลจากพื้นดินซึ่งเป็นแหล่งรองรับน้ำ หากดินมีสภาพเป็นกรด น้ำก็จะมีสภาพเป็นกรดตามไปด้วย พีเอชของดินโดยทั่วไปจะมีค่าน้อยกว่า 2 ในดินที่เป็นกรด และมากกว่า 9 ในดินที่เป็นด่าง (Boyd, 1995)

ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำโดยทั่วไปจะมีค่าพีเอชอยู่ในช่วงกว้าง จากการศึกษาของ Boyd (1995) ซึ่งได้ทำการศึกษาค่าพีเอชของดินในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจืดจำนวน 358 บ่อ พบว่าค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.9 – 8.0 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.69 และจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยจำนวน 346 บ่อ พบว่ามีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 1.2 – 9.8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.50

2.3.3 ไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S)

วิรัช (2544) รายงานว่า ซัลเฟอร์ที่หมุนเวียนอยู่ในแหล่งน้ำอยู่ในรูปของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) ไฮโดรเจนซัลไฟด์จะเกิดขึ้นบริเวณก้นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์จะมากหรือน้อยขึ้นกับพีเอช ซึ่งปฏิกิริยาจะเกิดรวดเร็วมากในสภาพที่เป็นกรด โดยจุลินทรีย์ *Thiobacillus thiooxidans* และ *Thiobacillus ferooxidans* เปลี่ยนสารประกอบซัลเฟตให้เป็นสารประกอบซัลไฟด์

ระดับไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำอยู่ระหว่าง 0.01 – 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ไฮโดรเจนซัลไฟด์ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอาจสูงเกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จะไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีการให้ออกซิเจนอย่างทั่วถึง เนื่องจากไฮโดรเจนซัลไฟด์จะถูกออกซิไดส์และอยู่ในรูปไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ(Parker, 1995) โดยวิธีลดปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์อาจทำได้โดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำโดยเฉพาะบริเวณก้นบ่อและดูดเลนออกจากก้นบ่อ(เปรมฤดี, 2547)

2.4 แบคทีเรีย

ปกติน้ำทะเลธรรมชาติจะพบแบคทีเรียที่เป็นพวกที่ต้องการอินทรีย์สารเป็นแหล่งพลังงานอยู่ทั่วไป (Akagi, Taga และSimidu, 1977) โดยจุลินทรีย์จะอาศัยอยู่บริเวณผิวหน้าของผิวน้ำและเกาะอยู่ตามวัตถุเล็กๆที่สามารถยึดเกาะได้ในน้ำมากกว่าการแขวนลอยอยู่ทั่วไป ซึ่งกรณีนี้ทำให้จุลินทรีย์สามารถสัมผัสกับแร่ธาตุต่างๆที่ต้องการมากกว่าที่อยู่ในสภาพลอยตัวอย่างอิสระในกระแสน้ำ(Tortora, Funk และCase, 1986)

แบคทีเรียสามารถพบทั่วไปทั้งในน้ำ ตะกอนดิน และบริเวณผิวลำตัวของสัตว์น้ำ ซึ่งแบคทีเรียที่พบนี้ไม่สามารถทำอันตรายสัตว์น้ำได้ แต่เมื่อสภาพล้อมไม่เหมาะสมจะทำให้สัตว์น้ำเกิดอาการเครียดและร่างกายอ่อนแอลง ซึ่งแบคทีเรียสามารถเข้าไปทำอันตรายได้

2.4.1 แบคทีเรียสกุล *Vibrio* spp.

แบคทีเรียในสกุล *Vibrio* เป็นแบคทีเรียที่พบทั่วไปในน้ำทะเล ทั้งที่อยู่ตามผิวน้ำและอยู่ภายในลำไส้ของสัตว์ทะเล และยังพบว่าแบคทีเรียสกุล *Vibrio* หลายชนิดสามารถทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์ ทั้งที่มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลัง เซลล์มีลักษณะเป็นแท่งตรง(straight rod) หรือโค้ง (curved rod) เซลล์ที่มีลักษณะม้วนงอมักพบในเซลล์ที่มีอายุมากขึ้นหรือในสภาวะที่ไม่เหมาะสม ไม่สร้างเอ็นโดสปอร์หรือ microcysts ติดสี แกรมลบ เมื่ออยู่ในอาหารเหลวจะเคลื่อนที่ด้วยแฟลกเจลลาเส้นเดียว (monotrichous) หรือหลายเส้น (multitrichous polar flagella) ที่มีปลอกหุ้ม บนอาหารแข็งอาจมีการสร้างแฟลกเจลด้านข้าง (lateral flagella) จำนวน

มาก *Vibrio* เป็นแบคทีเรียที่สารถดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งสภาวะที่มีอากาศและไม่มีอากาศ (facultative anaerobes) จึงมีเมตาโบลิซึมได้ทั้งแบบที่ไม่ใช้ออกซิเจนและแบบที่ต้องใช้ออกซิเจน มีหลายชนิดที่เจริญได้ดีในอาหารที่มีน้ำทะเลอยู่ด้วย หลายชนิดสามารถสร้างเอนไซม์ออกซิเดส นอกจากนี้ *Vibrio* ทั้งหมดสามารถเจริญได้ดีที่ 20 องศาเซลเซียส และส่วนใหญ่เจริญได้ที่ 30 องศาเซลเซียส พบในแหล่งน้ำทั้งในน้ำกร่อยและน้ำทะเล (Baumann และคณะ, 1984) เป็นแบคทีเรียที่ฉวยโอกาส (opportunistic bacteria) คือ เมื่อร่างกายสัตว์เครียดจะเข้าทำอันตรายได้ ทำให้เกิดโรคแบบ secondary infection (Austin, 1987)

2.4.2 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย(coliform bacteria) และ *Escherichia coil*.(*E. coli*)

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย(coliform bacteria) และ *Escherichia coil*.(*E. coli*) คือ แบคทีเรียแกรมลบ ที่สามารถหมักน้ำตาลแลคโตส แล้วเกิดกรดกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่ง *E. coli* เป็นสมาชิกในกลุ่มนี้เช่นกัน แหล่งของโคลิฟอร์มแบคทีเรียมาจากหลายแหล่ง แต่ที่มาของ *E. coli* ค่อนข้างแน่นอนคืออุจจาระ เนื่องจาก *E. coli* เป็นแบคทีเรียที่พบมากในลำไส้ของคน ดังนั้นการตรวจพบ *E. coli* ในน้ำจึงเป็นดัชนีชี้ว่ามีการปนเปื้อนอุจจาระในแหล่งน้ำนั้น แม้แต่การตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ยังไม่ได้บ่งชี้ว่าเป็น *E. coli* ก็เป็นการแสดงว่ามีอัตราเสี่ยงของการปนเปื้อนของอุจจาระในแหล่งน้ำสูง ถึงแม้ว่าการปนเปื้อนของอุจจาระในแหล่งน้ำเป็นที่น่ารังเกียจ แต่การเสี่ยงต่อการติดโรคในระบบทางเดินอาหารจากแหล่งน้ำเป็นสิ่งที่อันตรายมากกว่า ดังนั้นการตรวจหาแบคทีเรียที่เป็นดัชนีอย่างโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E. coli* จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง (ปฐมาภรณ์, 2544)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Carroll, Cochrane, Fieler, Velvin และWhite (2003) ศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาแซลมอนในประเทศนอร์เวย์ระหว่างปี 1996 - 1998 จากการสำรวจจาก 168 ตัวอย่างจากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาแซลมอน พบว่า การเพิ่มขึ้นของสารอินทรีย์ของตะกอนดินที่พื้นทะเล โดยมีการติดตามตรวจสอบ 4 วิธี คือ visual diver surveys, faunal analysis, sediment chemistry, Sediment Profile Imagery (SPI) พบว่า ทั้ง 4 วิธีให้ผลการตรวจสอบเหมือนกันคือบริเวณที่เป็น" impact zone" คือบริเวณและรอบใต้กระชังเลี้ยงปลาแซลมอน แต่อย่างไรก็ตามแต่ละวิธีบอกถึงขอบเขตของผลกระทบได้ไม่เท่ากัน

Carr และGoulder (1990) พบว่า การเพิ่มขึ้นของจำนวนแบคทีเรีย ในน้ำและตะกอนที่เป็นผลมาจากน้ำทิ้งของฟาร์มเลี้ยงเพาะเลี้ยงทางด้านท้ายน้ำของแม่น้ำสองสายทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอังกฤษ และตรวจพบการเพิ่มขึ้นของปริมาณฟอสเฟต ทางด้านท้ายน้ำของฟาร์มเพาะเลี้ยงปลา การเพิ่มขึ้นของปริมาณฟอสเฟต ซึ่งเป็นผลมาจากสิ่งขับถ่ายของปลาจากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลา โดยการเพิ่มขึ้นของปริมาณฟอสเฟตมีความสัมพันธ์กับจำนวนของแบคทีเรียมากกว่าแพลงค์ตอนอย่างมีนัยสำคัญ

Costanzo, Donohue และDennison (2003) ศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้งของทางตะวันออกเฉียงเหนือในประเทศออสเตรเลียในลำธารที่รองรับน้ำทิ้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ พบว่าน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งทำให้ปริมาณสารอาหารในลำธารเพิ่มขึ้นและทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของแพลงค์ตอนและปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีได้ที่ด้านท้ายน้ำ

Nordvarg และJohansson (2001) ศึกษาผลกระทบจากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาใน aland archipelago, Baltic Sea ซึ่งเป็นฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาขนาดเล็กผลผลิต 70 ตันต่อปี และฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาขนาดใหญ่ผลผลิต 800 ตันต่อปี โดยทำการเก็บตัวอย่างจากฟาร์มและจากแหล่งน้ำภายนอกฟาร์มระหว่างปี 1997 – 1999 และทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประกอบด้วย phosphorusในรูปของ total phosphorus, chlorophyll และความโปร่งใส เพื่อหาขอบเขตของผลกระทบที่เกิดจากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลา พบว่า ฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาขนาดเล็กมีขอบเขตของผลกระทบที่พื้นที่ผิวหน้า 0.73 ตารางเมตร ความลึก 3.8 เมตร ส่วนฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาขนาดใหญ่มีขอบเขตผลกะทบที่พื้นที่ผิวหน้า 8.0 ตารางเมตร ความลึก 5.6 เมตร ซึ่งผลกระทบของน้ำทิ้งจากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลายังไม่ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม ผลจากน้ำทิ้งของฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาส่งผลให้ปริมาณสารอาหารในน้ำเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นควรหาแนวทางการจัดการเพื่อป้องกันการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี

Wijegoonawardena และ Siriwardena(1996) ได้ศึกษาการจัดการภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งของประเทศศรีลังกา พบว่า ความเสียหายของผลผลิตโดยรวมของฟาร์มกุ้งเป็นเงิน 4.44 ล้านดอลล่า ซึ่งมาจากโรคในกุ้ง ซึ่งโรคดังกล่าวส่วนมากมาจากแบคทีเรีย ดังนั้นการศึกษานี้ได้ปริมาณแบคทีเรียที่พบในฟาร์มเลี้ยงกุ้ง จากการศึกษาพบปริมาณแบคทีเรียรวม $2.4 \times 10^4 - 9.0 \times 10^5$ โดยพบ *Vibrio* spp. 19.4 เปอร์เซ็นต์ และพบ *Pseudomonas spp.* 5 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณแบคทีเรียรวม

กุลวรา (2534) ศึกษาปริมาณแบคทีเรียที่เปลี่ยนแปลงในบ่อเลี้ยงกุ้งกลาดำในจังหวัดจันทบุรี พบว่าปริมาณแบคทีเรียรวม $3.33x10^3$ – $3.29x10^5$ CFU/ml และปริมาณ *Vibrio* spp. เปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง $6.5x10^3$ – $1.22x10^4$ CFU/ml

เขิด (2549) จากหนังสือพิมพ์ข่าวสด (8 มีนาคม พ.ศ. 2549) รายงานว่า มีธุรกิจเลี้ยงกระชังปลาอยู่ในลำน้ำชีไม่ต่ำกว่า 5,000 กระชัง ในช่วงฤดูแล้งนี้ ปริมาณน้ำในลำน้ำชีลดลงอย่างรวดเร็วบางช่วงน้ำขุ่นข้นและได้สร้างความเสียหายให้กับเกษตรกรที่เลี้ยงปลากระชัง โดยปลาในกระชัง 970 กระชังได้ตายวันละเกือบ 3 ตัน ส่วนสาเหตุที่ปลาเริ่มตายมากขึ้นเนื่องจากปริมาณน้ำในลำชีที่ลดลงอย่างรวดเร็ว และน้ำในลำชีบางช่วงเริ่มแห้งขอด สันนิษฐานว่า เกิดการตกค้างของหัวอาหารปลาอยู่ใต้ลำน้ำ เพราะเมื่อสำรวจดูก้นกระชังปลาจะพบตะกอนฝุ่นเศษอาหารปลาตกผลึกอยู่หนาแน่นมาก และการเลี้ยงที่ไร้การควบคุมในอนาคตโอกาสที่จะสร้างความเสียหายให้กับระบบนิเวศในลำน้ำชีสูงขึ้น

จันทรา (2546) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอินทรีย์รวมและปริมาณซัลไฟด์รวมในตะกอนดินตลอดปีบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ พบว่ามีค่าระหว่าง 72.69 – 301.83 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักดินแห้ง และ 0.001 – 1.055 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักดินแห้ง ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณสูงมากเมื่อเทียบกับปริมาณสารอินทรีย์ในดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากบริเวณปากแม่น้ำเวฬุมีการพัดพาดินตะกอนมารวมกัน ทำให้มีการสะสมของปริมาณสารอินทรีย์ในดินมากกว่าในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งสามารถรับตะกอนจากน้ำที่ถ่ายเข้ามา รวมถึงอาหารและสิ่งขับถ่ายในบ่อเอง

ชนินทร์ (2540) ศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนในแหล่งน้ำและชายฝั่งที่รับน้ำทิ้งจากนากุ้ง พบว่าบริเวณคลองน้ำทิ้งได้รับผลกระทบมากที่สุด คือมีปริมาณสารอินทรีย์ 6.49 เปอร์เซ็นต์ และค่อยๆลดลงเมื่อห่างจากชายฝั่งออกไป ซึ่งการลดลงของปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนที่ห่างชายฝั่งออกไปแสดงว่าตะกอนนั้นมาจากน้ำทิ้งจากการทำนากุ้ง

บุญฑริกา (2547) ศึกษาคุณภาพน้ำ ตะกอนดิน และแพลงค์ตอนพืช ในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 8 ของการเลี้ยง โดยแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจนสิ้นสุดระยะเวลาการเลี้ยง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการให้อาหารในช่วงสัปดาห์แรกมีปริมาณน้อยสุดและมีปริมาณสูงสุดในเดือนสุดท้ายของการเลี้ยง ส่วนการลดลงของ

ปริมาณสารอินทรีย์อาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนถ่ายน้ำ โดยปริมาณสารอินทรีย์มีความสัมพันธ์ผกผันกับการเปลี่ยนถ่ายน้ำ

พุทธ และวลีรัตน์ (2547) ศึกษาคุณภาพน้ำและการเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียในระบบการจัดการกุ้งกุลาดำวิธีการต่างๆ พบว่า ระบบเปิดไม่มีการเติมจุลินทรีย์โปรไบโอติก, ระเปิดพร้อมการเติมจุลินทรีย์โปรไบโอติก และระบบปิดหมุนเวียนพร้อมการเติมจุลินทรีย์โปรไบโอติก มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียรวม(DAPI staining) เพิ่มขึ้นตามอายุการเลี้ยงและปริมาณอาหารสะสมในบ่อ โดยมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 4.0-6.5x10^6, 5.0-9.1 x10^6 และ 5.0-12.2 x10^6 cell/ml ตามลำดับ ส่วนผลคุณภาพน้ำอื่นๆ พบว่า ทั้ง 3 ระบบไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ยงยุทธ และ คณิต (2547) ศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งบริเวณแหล่งน้ำธรรมชาติในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช, สงขลา และปัตตานี พบว่า คลองรามจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีการปนเปื้อนของของเสียจากการเลี้ยงกุ้ง โดยค่าเฉลี่ยแอมโมเนียถึง 0.424 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าเฉลี่ยบีโอดี 6.29 มิลลิกรัมต่อลิตร คลองปากพนัง มีค่าเฉลี่ยแอมโมเนีย 0.554 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยบีโอดี 3.20 มิลลิกรัมต่อลิตร คลองท่าซัก จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่าเฉลี่ยแอมโมเนีย 0.380 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยบีโอดี 3.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนคลองอื่นๆ คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คุณภาพน้ำที่สำรวจจากแหล่งน้ำต่าง ๆ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ย 55.0เปอร์เซ็นต์ โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดได้แก่ ความเค็ม แอมโมเนียรวม ฟอสฟอรัสรวม

ลิลา และกุลวรา (2538) ได้ศึกษาปริมาณแบคทีเรียในบ่อเลี้ยงกุลาดำ ในจังหวัดจันทบุรี ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2532 – เมษายน 2533 พบว่าปริมาณแบคทีเรียรวม 3.33x10^3 – 2.96x10^4 CFU/ml และปริมาณ *Vibrio* spp. เปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 6.51x10^2 – 3.71x10^3 CFU/ml โดยพบ*V. damsela, V. alginolyticus, V. parahaemolyticus, V. harveyi, V. fluvialis,* และ *V cholerae* แบคทีเรียอื่นๆ ที่ตรวจพบ ได้แก่ *Aeromonas, Moraxella, Pseudomonas, Flavobacterium, Plesiomonas, and Acinetobacter.*

ศุภชัย และลิลา (2540) ได้ศึกษาปริมาณแบคทีเรียในดินก้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตจังหวัดจันทบุรี โดยเก็บตัวอย่างดินในช่วงการเลี้ยงเดือนที่1,2,3,4 ปรากฏว่าแบคทีเรียที่ตรวจพบในตัวอย่างดินมีปริมาณ 1.3x10^8, 2.3x10^8, 1.6x10^9 และ1.2x10^9 CFU/g ตามลำดับ โดยพบว่ามี

Vibrio spp. ในปริมาณ 3 $4.1x10^3$, $2.9x10^4$, $3.6x10^4$และ $6.0x10^4$ CFU/g ตามลำดับ แบคทีเรียอื่นๆ ที่ตรวจพบในดินได้แก่ *Escherichia coli, Bacillus spp., Pseudomonas spp.* และ *Salmonella spp*.

สมฤดี (2545) ศึกษาปริมาณแบคทีเรียรวมในนาเกลือที่ระดับความเค็ม 35, 45, 80 และ 120 ส่วนในพันส่วน พบว่า แบคทีเรียรวมมีปริมาณไม่สูงมาก โดยค่าเฉลี่ยระหว่าง $1.63x10^3$ – $3.79x10^5$ CFU/ml ปริมาณแบคทีเรียรวมมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากความเค็ม 35 ส่วนในพันส่วนส่วนระดับความเค็ม 80 ส่วนในพันส่วนพบปริมาณแบคทีเรียรวมมากที่สุด คือ $3.79x10^5$ CFU/ml หลังจากนั้นปริมาณแบคทีเรียรวมมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ โดยที่ความเค็ม 120 ส่วนในพันส่วน พบปริมาณแบคทีเรียรวมน้อยที่สุด คือ $1.63x10^3$ CFU/ml และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียรวมทางสถิติ พบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมมีความแตกต่างกันทุกระดับความเค็ม นั่นคือ ความเค็มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียรวม

สิริ และคณะ(2548) ศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จำนวน 3 บ่อ พบว่าสามารถปล่อยกุ้งในอัตรา 40000 ตัวต่อไร่ ใช้ระยะเวลาเลี้ยง 148 – 150 วัน และอัตราการรอดตาย 80.44 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาคุณภาพดินและน้ำ พบว่า คุณภาพดินก้นบ่อมีพีเอช 7.4 – 7.7 สารอินทรีย์ในดิน 1.6 – 2.5 เปอร์เซ็นต์ SOD 0.3 – 0.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนคุณภาพน้ำมีอุณหภูมิ 28 – 32 องศาเซลเซียส ความเค็ม 15 – 32 ส่วนในพันส่วน pH 7.8 – 8.0 ออกซิเจนในน้ำ 5.3 – 5.8 มิลลิกรัมต่อลิตร BOD 1 – 6.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และแบคทีเรียรวม $5.5 x10^4$– $1.8 x10^5$ CFU/ml

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
การวางแผนการวิจัย

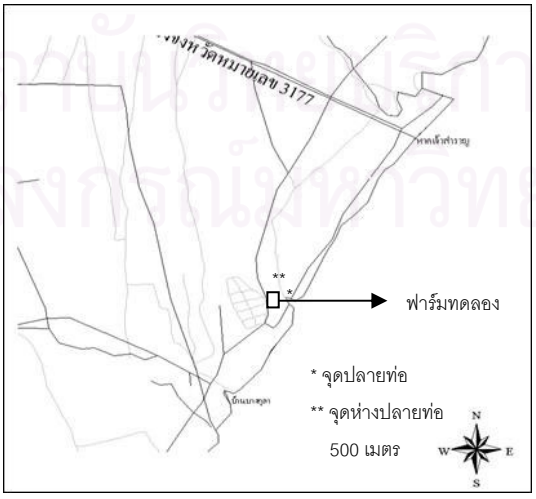
3.1 อุปกรณ์

1. ขวดสำหรับใส่ตัวอย่างน้ำ
2. ขวดสำหรับใส่ตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์แบคทีเรีย
3. ถุงพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่างดิน
4. เครื่องตักดินมีด้ามจับ
5. กระบอกเก็บน้ำตัวอย่าง
6. เครื่องมือวัดความเค็มแบบหักเหแสง
7. เครื่องมือวัดอุณหภูมิ(thermometer)
8. เครื่องมือวัดความเป็นกรดด่าง(pH meter)
9. เครื่องมือวัดความนำไฟฟ้า

3.2. วิธีการศึกษา

3.2.1 สถานที่ศึกษาและเก็บข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการศึกษาและเก็บข้อมูลที่หน่วยวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์แบบครบวงจร สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตำบลหาดเจ้าสำราญ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี
(Lat 12°59'22.78" Lat 100°03'11.60")



ภาพที่ 3.1 แผนที่ตำแหน่งฟาร์มทดลองเพาะเลี้ยงหอยหวาน จังหวัดเพชรบุรี

3.2.2 การเตรียมบ่อดินทดลอง

ใช้บ่อดินทรงสี่เหลี่ยมขนาด 20 x 20 x 1 เมตร (กว้าง x ยาว x สูง) หรือพื้นที่ก้นบ่อประมาณ 400 ตารางเมตร โดยใช้ทรายน้ำจืดปูพื้นบ่อมีความหนาประมาณ 20 เซนติเมตร ทางเข้าของน้ำทะเล (inlet) ใช้ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 นิ้ว นำน้ำทะเลเข้าบ่อที่บริเวณกลางบ่อจำนวน 1 ท่อ การให้อากาศในบ่อเลี้ยง (aeration) ด้วยการใช้เครื่องเติมอากาศแบบฟองอากาศ เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำในบ่อในลักษณะ raceway และเป็นการเติมอากาศแก่น้ำทะเลในบ่อเลี้ยง ใช้น้ำทะเลธรรมชาติ (ambient natural seawater) โดยไม่ผ่านการกรอง โดยบ่อเลี้ยงหอยในครั้งนี้ใช้ระดับความลึกของน้ำทะเลประมาณ 40 - 50 เซนติเมตร สำหรับการจัดการบ่อเลี้ยงกระทำโดยการตักขี้แดดที่ลอยอยู่บริเวณผิวน้ำออกเป็นประจำทุกวันเพื่อไม่ให้เกิดการสะสมของขี้แดดจำนวนมาก และเพื่อมิให้เกิดการเน่าเสียของพื้นบ่อเมื่อขี้แดดเหล่านี้จมลงสู่ก้นบ่อ ซึ่งอาจมีผลต่อคุณภาพพื้นบ่อ น้ำทะเลและหอยโดยทางตรงหรือทางอ้อม

3.2.3 การเลี้ยงหอยหวาน

การศึกษาในครั้งนี้ใช้ลูกพันธุ์หอยหวานจากฟาร์มเพาะฟักของเอกชน โดยลูกพันธุ์หอยหวานมีความยาวเปลือกประมาณ 1 เซนติเมตร น้ำหนักตัว 0.4 กรัม หรือขนาด 2,000 ตัวต่อกิโลกรัม โดยใช้อัตราการปล่อยประมาณ 250 ตัวต่อตารางเมตร หรือบ่อละ 100,000 ตัว โดยลูกพันธุ์หอยหวานที่ปล่อยลงเลี้ยงในบ่อเดียวกันจะคัดเลือกให้มีขนาดเท่ากันและต้องเป็นลูกพันธุ์หอยหวานที่ผลิตจากรุ่น (crop) เดียวกัน ใช้เนื้อปลาเป็ด (trash fish) เป็นอาหารแก่หอยหวาน การให้อาหารแก่หอยหวานประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว (apparent satiation feeding) เป็นประจำทุกวันๆ ละ 1 ครั้ง (เย็น) โดยให้อาหารอย่างกระจายโดยทั่วบ่อเลี้ยงเพื่อให้หอยหวานสามารถได้รับอาหารอย่างทั่วถึงมากที่สุด โดยการศึกษาในครั้งนี้ไม่ใช้ยาหรือสารเคมีทุกชนิดและไม่ทำการคัดขนาด (size grading) ตลอดระยะเวลาเลี้ยง

3.2.4 แผนการทดลอง

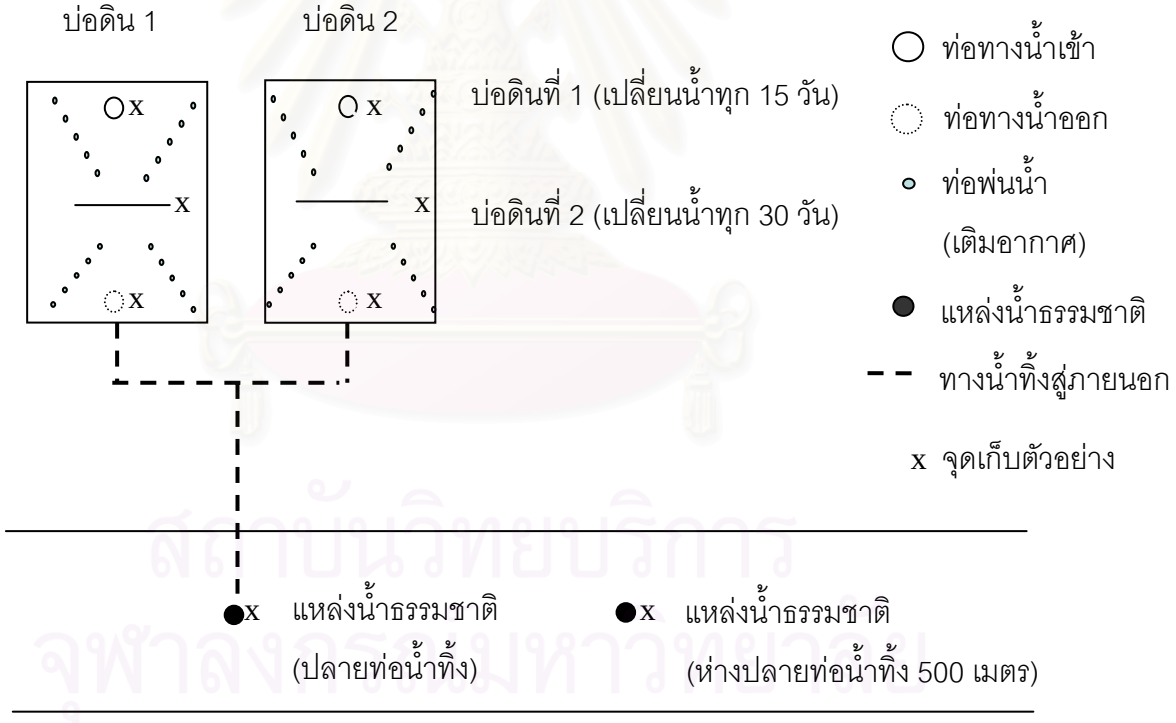
แบ่งการทดลองเป็น 2 ชุดการทดลอง (treatment) ตามระยะเวลาเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 การเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลทุก 15 วัน

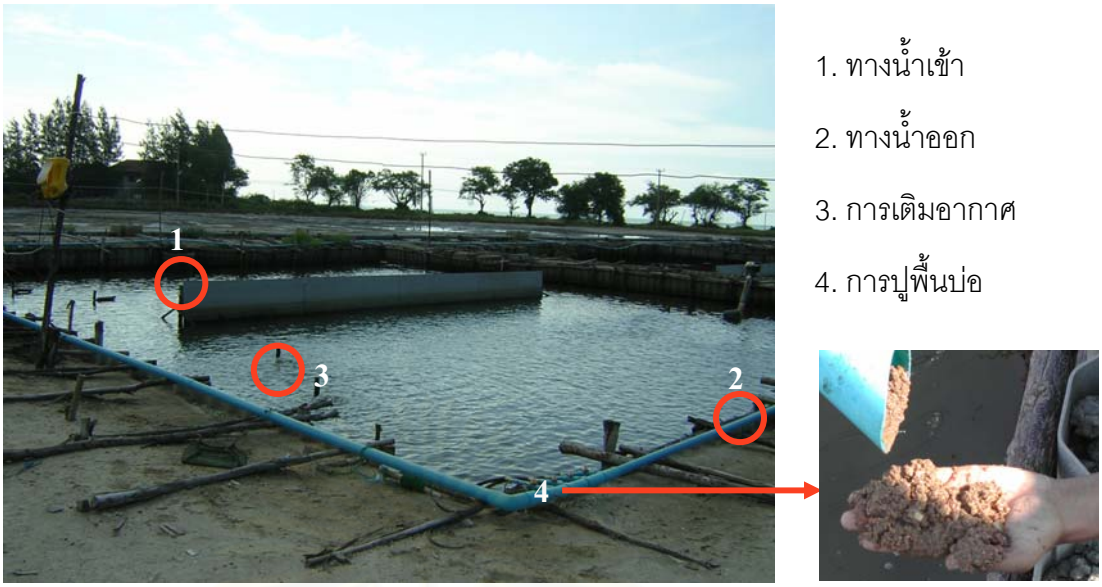
ชุดการทดลองที่ 2 การเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลทุก 30 วัน

3.2.5 การเก็บตัวอย่าง

(1) การสุ่มเก็บน้ำตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลและตะกอนดินในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานก่อนการปล่อยหอย หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำทะเลและตะกอนดินในบ่อเลี้ยงก่อนการเปลี่ยนถ่ายน้ำเดือนละครั้งจนสิ้นสุดรอบการเลี้ยง โดยการเก็บตัวอย่างน้ำใช้วิธีเก็บแบบจ้วงที่ระดับกึ่งกลางความลึกของน้ำ ซึ่งตัวอย่างน้ำในการวิเคราะห์ total bacteria ใช้วิธีย้อมสี DAPI โดยดองตัวอย่างด้วย glutraldehyde 25 เปอร์เซ็นต์ สำหรับตัวอย่างตะกอนดินทำการสุ่มเก็บที่ระดับผิวของพื้นบ่อ และเก็บตัวอย่างที่แหล่งน้ำธรรมชาติใกล้เคียงจำนวน 2 จุด คือ บริเวณปลายท่อน้ำทิ้งลงสู่คลองสาธารณะ(เป็นจุดที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดของน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงหอยหวานในบ่อดิน) และบริเวณที่อยู่ห่างจากปลายท่อปล่อยน้ำทิ้งประมาณ 500 เมตร (เป็นจุดต้นน้ำ (จุด control) ที่ไม่มีกิจกรรมจากการเพาะเลี้ยง สภาพพื้นที่โดยรอบเป็นนาเกลือ) โดยมีตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างน้ำทะเลและตะกอนดินดังนี้



ภาพที่ 3.2 แผนผังบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติ



ภาพที่ 3.3 บ่อดินที่ใช้เลี้ยงหอยหวานในการทดลอง

3.2.6 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.2.6.1 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำตาม standard methods (American Public Health Association, 1992)

(1) ตรวจวัดอุณหภูมิ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ จุ่มลงในน้ำ อ่านค่า

(2) ตรวจวัดความเค็ม โดยใช้เครื่องมือวัดความเค็มแบบหักเหแสง

(3) ตรวจวัดพีเอชของน้ำ โดยใช้ pH meter โดยการจุ่ม probe ลงในน้ำตัวอย่าง รอจนกระทั่งค่าพีเอชคงที่ อ่านค่า และบันทึกข้อมูล

(4) ตรวจวัดความนำไฟฟ้า โดยวัดค่าความนำไฟฟ้าด้วยเครื่องมือวัดความนำไฟฟ้า วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อ่านค่า และบันทึกข้อมูล

(5) วิเคราะห์ BODโดยใช้วิธี azide modification methodโดยการนำน้ำที่เก็บในขวดพลาสติกมาเจือจางในอัตราส่วน 1:1 เติมอากาศโดยการใช้หัวเป่าอากาศจนกระทั่งอิ่มตัวด้วยออกซิเจนจากนั้นถ่ายน้ำที่อิ่มตัวด้วยออกซิเจนใส่ขวด BOD จำนวน 2 ชุด เพื่อนำไปบ่มที่อุณหภ

20 อาศาเซลเซียส หลังจากนั้น 5 วัน นำมาหาค่า DO_5 เพื่อวิเคราะห์หาค่า BOD โดยใช้สูตร (American Public Health Association, 1992)

$$BOD = \{(DO_0 - DO_5) - (B_0 - B_5)2/P\}$$

หมายเหตุ DO_0 = DO ของน้ำตัวอย่างที่เริ่มต้น

DO_5 = DO ของน้ำตัวอย่างที่บ่มนาน 5 วัน

B_0 = DO ของ blank ที่เริ่มต้น

B_5 = DO ของ blank ที่บ่มนาน 5 วัน

P = อัตราการเจือจางของน้ำตัวอย่างที่ใช้

(6) วิเคราะห์ออกซิเจนในน้ำ (DO) โดยใช้วิธี azide modification method โดยน้ำที่เก็บไว้ในขวด BOD ที่เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต, อัลคาไลน์ไอโอไดน์ และกรดซัลฟูริกเข้มข้น จะได้ตะกอนสีเหลือง ตวงใส่ erlenmeryer flask ขนาด 250 – 300 มิลลิลิตร จำนวน 203 มิลลิลิตร เติมน้ำแป้ง 5 – 8 หยด สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน จากนั้นไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) เข้มข้น 0.025 N ไตรเตรทจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีใส จดบันทึกปริมาตร เพื่อไปคำนวณหาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำโดยใช้สูตร

$$DO = (\text{ml. } Na_2S_2O_3 \times \text{N. } Na_2S_2O_3 \times 8 \times 1000)/200$$

(7) วิเคราะห์แอมโมเนีย ตวงน้ำตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ขวดที่มีฝาปิด เติมสารละลาย phenol reagent 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้ผสมกัน เติม sodium nitropusside reagent 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้ผสมกัน เติม oxidizind reagent (alkaline citrate : hypochloride อัตราส่วน 4:1) 1 มิลลิลิตร เขย่าให้ผสมกัน ทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสง 543 นาโนเมตร อ่านค่า และนำไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน

(8) วิเคราะห์สารแขวนลอย (total suspened solids) โดยใช้วิธี filtration นำกระดาษกรองใยแก้ว (whatman GF/C) แล้วนำกระดาษกรองไปใส่ภาชนะทนไฟที่เตรียมไว้และอบให้แห้งในตู้อบที่ 103 – 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เก็บให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนัก(B) กระดาษกรองหลังอบ หลังจากนั้นนำกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักหลังอบไปกรองน้ำตัวอย่างปริมาตร 50 – 100 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่องปั๊มสุญญากาศ ล้างด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วนำกระดาษกรองที่ผ่านการกรองแล้วใส่ในภาชนะทนไฟ แล้วนำอบให้แห้งในตู้อบที่

103 – 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนัก(A) และนำไปคำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด , มิลลิกรัม/ลิตร} = \frac{(A-B)\times 10^6}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่าง, มิลลิกรัม}}$$

A = น้ำหนักของกระดาษกรองและของแข็งแขวนลอย (กรัม)

B = น้ำหนักของกระดาษกรอง (กรัม)

(9) วิเคราะห์ความเป็นด่าง โดยใช้วิธี titration method ตวงน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ลงใน erlenmeryer flask หยด ฟีนอล์ฟทาลีน 2 หยด ถ้าน้ำตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีชมพูแสดงว่ามี phenolphthalein alkaliniy ไตเตรตด้วย ซัลฟูริก 0.02 N. จนสีชมพูหาย บันทึกปริมาตรซัลฟูริกที่ใช้หลังจากนั้นหยดเมทีลออเรนจ์ลงในน้ำ 4 – 8 หยด เพื่อหาสภาพด่างรวม แล้วไทเทรตด้วยซัลฟูจนสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีส้ม บันทึกปริมาตรซัลฟูริกที่ใช้คำนวณหาสภาพด่างรวม โดยใช้สูตร

$$\text{สภาพด่างรวมมิลลิกรัม/ลิตร} = \frac{V_1(N)(50)(1000)}{V}$$

V_1 = ปริมาตรซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร)

V_2 = ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

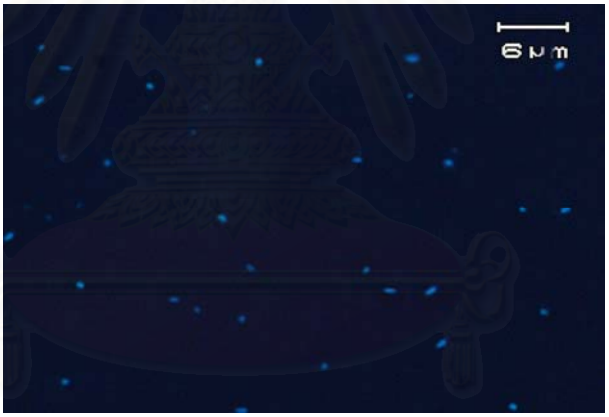
N = ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ในการไตเตรต(N)

(10) วิเคราะห์ไนไตรท์โดยใช้วิธี colorimetric กรองน้ำตัวอย่างด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมครอน ตวงน้ำ 50 มิลลิลิตร ใส่ใน erlenmeryer flask เติมสารละลาย sulfanilamide 1 มิลลิลิตร เขย่า ทิ้งไว้นาน 2 นาที แต่ไม่เกิน 8 นาที จากนั้นเติม dihydrochloride 1 มิลลิลิตร ผสมทิ้งไว้นาน 10นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร อ่านค่า และนำไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน

(11) วิเคราะห์ฟอสเฟต ตวงน้ำตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร ใส่ใน erlenmeryer flask เติมฟีนอล์ทาลีนอินดิเคเตอร์ ถ้ามีสีชมพูให้หยด 5N H_2SO_4 จนสารละลายไม่มีสี แล้วเติมmixed

reagent 8 มิลลิลิตร (ammonium molybdate : H_2SO_4 : ascorbic acid : potassium antimonyl tratrateในอัตราส่วน 3 : 10 : 6 : 1) เขย่า ทิ้งไว้ 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร อ่านค่า และนำไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน

(12) วิเคราะห์ total bacteria ด้วยวิธี ย้อมสี DAPI นำน้ำตัวอย่างที่ดองด้วย 25 เปอร์เซ็นต์ glutraldehyde กรองผ่านกระดาษกรองชนิด PC ขนาด 0.8 ไมโครเมตร เพื่อแยกสารแขวนลอยและแพลงก์ตอนพืชออกให้เหลือแต่แบคทีเรีย (ขนาดเซลล์ประมาณ 0.2 ไมโครเมตร) นำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างน้ำปริมาตร 10 มิลลิลิตรกรองผ่านกระดาษกรอง polycarbonate membrane (PC) สีดำ ขนาด 0.2 ไมโครเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ย้อมสีด้วย 4'6-diamidino-2-phenylindole (DAPI) 2 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (7 - 8 หยด) ทิ้งไว้ 5 - 7 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นกรอง (ปราศจากจุลินทรีย์) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร 3 ครั้ง นำสไลด์ไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ epifluorescence DAPI จะย้อมติด DNA ให้เซลล์สีฟ้าสว่าง (bright blue)



ภาพที่ 3.4 total bacteria (DAPI) ที่ถ่ายได้จากกล้องจุลทรรศน์แบบ epifluorescence

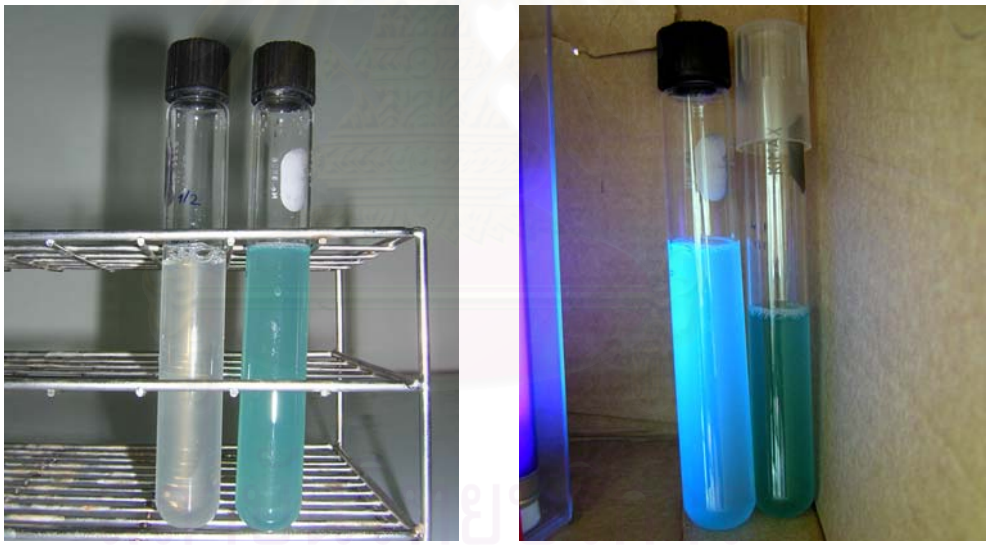
(13) วิเคราะห์หา total respirating bacteria ด้วยวิธี ย้อมสี CTC กรองผ่านกระดาษกรองชนิด PC ขนาด 0.8 ไมโครเมตร เพื่อแยกสารแขวนลอยและแพลงก์ตอนพืชออกให้เหลือแต่แบคทีเรีย (ขนาดเซลล์ประมาณ 0.2-ไมโครเมตร) นำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างน้ำปริมาตร 10 มิลลิลิตรกรองผ่านกระดาษกรอง PC สีดำ ขนาด 0.2 ไมโครเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ย้อมสีด้วย CTC (5-cyano-2,3-di-(polyl) tetrazolium chloride) แล้ววางกระดาษกรองลงบน nutrient agar แล้วนำไป incubate 40 นาที ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ epifluorescence จะให้เซลล์สีแดง

ภาพที่ 3.5 total respirating bacteria (CTC) ที่ถ่ายได้จากกล้องจุลทรรศน์แบบ epifluorescence

(14) วิเคราะห์หา total count bacteria ด้วยวิธี pour plate เจือจางตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรองชนิด PC ขนาด 0.8 ไมโครเมตร ดูดตัวอย่างที่เจือจางแล้ว ลงในจานเลี้ยงเชื้อ เทอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar ที่ละลายและทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ประมาณ 15 ถึง 20 มิลลิลิตร ลงในจานเลี้ยงเชื้อที่มีตัวอย่าง แล้วขยับจานเลี้ยงเชื้อให้ตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อเข้ากัน ปล่อยทิ้งไว้ให้แข็ง กลับจานเลี้ยงเชื้อ นำเข้าตู้อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นเฉพาะจานที่มี 30 ถึง 300 โคโลนี

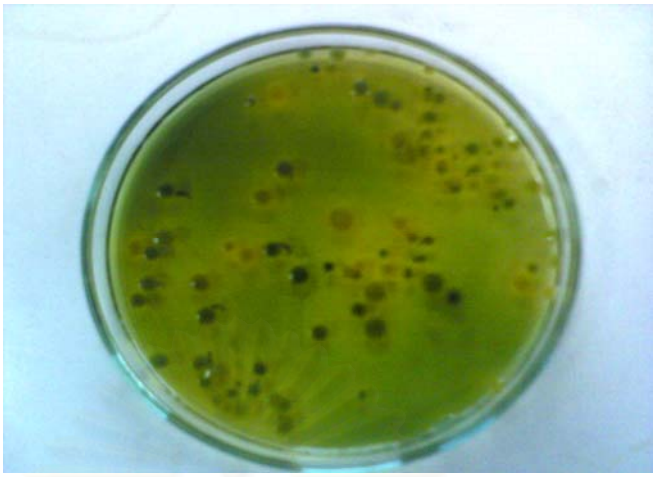
ภาพที่ 3.6 โคลีนีของ total count bacteria ด้วยวิธี pour plate

(15) วิเคราะห์หา total coliform bacteria และ *E. coli* ใช้วิธี MPN ในอาหาร fluorocult LMX-broth นำหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ fluorocult LMX-broth จำนวน 9 หลอด โดยความเข้มข้นของอาหารเลี้ยงเชื้อเพิ่มเป็น 2 เท่าของสูตรปกติจำนวน 3 หลอด หลอดละ 10 มิลลิลิตร และความเข้มข้นของสูตรอาหารปกติจำนวน 6 หลอด หลอดละ 10 มิลลิลิตร ปิดจุกให้สนิท นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ (121องศาเซลเซียส , 15 นาที) ดูดตัวอย่าง 10 มิลลิลิตรใส่ในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความเข้มข้นเป็น 2 เท่าของสูตรปกติทั้ง 6 หลอด ควรทำใกล้ไฟซึ่งเป็นการป้องการปนเปื้นของแบคทีเรียภายนอก(เทคนิคการปลอดเชื้อ) ปิดจุกสำลีให้สนิท เขย่าให้เข้ากัน ปิเปตตัวอย่างน้ำ 1.0 มิลลิลิตร 0.1 มิลลิลิตร และ 0.01 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหารความเข้มข้นปกติทั้ง 9 หลอด ทำเช่นเดียวกัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง นำหลอดที่เป็นสีฟ้า ส่องดูการเรืองแสงด้วยหลอดรังสีอุลตราไวโอเลตความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร นับจำนวนหลอดที่เป็นสีฟ้า บันทึกผลเป็น total coliform bacteria และนับจำนวนหลอดที่เรืองแสง บันทึกผลเป็น *E.coli* คำนวณค่าจากตาราง MPN



ภาพที่ 3.7 หลอดที่อาหารมีการเปลี่ยนสีเป็นสีฟ้า (ซ้าย) และหลอดที่อาหารสีฟ้ามีการเรืองแสง (ขวา)

(16) วิเคราะห์หา *Vibrio* spp.ใช้วิธี spread plate ในอาหาร thiosulfate citrate bile salt sucrose agar ดูดตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงในจานเลี้ยงเชื้อ ใช้แท่งแก้วงอจุ่มแอลกอฮอล์แล้วเผาไฟทิ้งให้เย็น เกลี่ยน้ำตัวอย่างบนผิวอาหารให้กระจายอย่างสม่ำเสมอ นำจานเพาะเชื้อที่ได้บรรจุใส่ในถุงพลาสติก มัดปากถุงให้แน่น นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียสนาน 24-48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นเฉพาะจานที่มี 30 ถึง 300 โคโลนี



ภาพที่ 3.8 โคโลนีของ total *Vibrio*

3.2.6.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

(1) วิเคราะห์หาค่า SOD (Soil Oxygen Demand) โดยใช้วิธีของ azide modification method ใช้ตัวอย่างดินเปียก 10 กรัม ต่อน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร เติมอากาศโดยการใช้หัวเป่าอากาศจนกระทั่งอิ่มตัวด้วยออกซิเจนจากนั้นถ่ายน้ำที่อิ่มตัวด้วยออกซิเจนใส่ขวด BOD แล้ววิเคราะห์แบบวิธีวิเคราะห์ BOD ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

(2) วิเคราะห์หา สารอินทรีย์ในดิน ชั่งดิน 2 กรัม ใส่ใน erlenmeryer flask เติมน้ำยา dichromate 1 N 5 มิลลิลิตร จากนั้นเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นอย่างรวดเร็ว 10 มิลลิลิตร แกว่งใน flask เพื่อให้ดินกับสารเข้ากันดี ทิ้งไว้ 30 นาที แล้วเติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร หยด o – phenanthroline ferrous sulfate indicator ลงไป 8 หยด ไตเตรตด้วย ferrous ammonium sulfate จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลปนแดง จดบันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรต แล้วคำนวณ โดยใช้สูตร

% organic carbon = {($K_2Cr_2O_7$ – me.$FeSO_4$) x 0.003 x 100 x 1.33}/g.soli

% organic matter = % organic carbon x 1.72

(3) วิเคราะห์หา ซัลไฟด์ในดิน ชั่งดิน 1-2 กรัม ลงบนแผ่น aluminum foil ใส่ในหลอด sulfide reactor column ปิดฝาแล้วต่อสายยางไปยังหลอด hedrotek column และเชื่อกับ

เครื่องดูดอากาศ ใส่กรดซัลฟูริก 18N 2 มิลลิลิตร แล้วเปิดเครื่องดูดอากาศ เพื่อดูดไอระเหยของซัลไฟด์เข้าหลอด hedrotek column แล้วอ่านค่าจากสเกลข้างหลอด

(4) วิเคราะห์หา total bacteria ด้วยวิธี ย้อมสี DAPI เตรียมตัวอย่างดิน 2.5 กรัม เติม NaCl 22.5 มิลลิลิตร ปั่นให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ แล้วดูดส่วนใสกรองผ่านกระดาษกรองชนิด PC ขนาด 0.8 ไมโครเมตร เพื่อแยกสารแขวนลอยและแพลงก์ตอนพืชออกให้เหลือแต่แบคทีเรีย (ขนาดเซลล์ประมาณ 0.2-ไมโครเมตร) นำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างน้ำปริมาตร 10 มิลลิลิตรกรองผ่านกระดาษกรอง Polycarbonate membrane (PC) สีดำ ขนาด 0.2 ไมโครเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ย้อมสีด้วย 4'6-diamidino-2-phenylindole (DAPI) 2 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร (7-8 หยด) ทิ้งไว้ 5-7 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นกรอง (ปราศจากจุลินทรีย์) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร 3 ครั้งนำสไลด์ไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ epifluorescence DAPI จะย้อมติด DNA ให้เซลล์สีฟ้าสว่าง (Bright blue)

(5) วิเคราะห์หา total respirating bacteria ด้วยวิธี ย้อมสี CTC เตรียมตัวอย่างดิน 2.5 กรัม เติม NaCl 22.5 มิลลิลิตร ปั่นให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ แล้วดูดส่วนใสกรองผ่านกระดาษกรองชนิด PC ขนาด 0.8 ไมโครเมตร เพื่อแยกสารแขวนลอยและแพลงก์ตอนพืชออกให้เหลือแต่แบคทีเรีย (ขนาดเซลล์ประมาณ 0.2-ไมโครเมตร) นำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างน้ำปริมาตร 10 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรอง PC สีดำ ขนาด 0.2 ไมโครเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร เติมย้อมสีด้วย CTC (5-cyano-2,3-di-(polyl) tetrazolium chloride) แล้ววางกระดาษกรองลงบน nutrient agar แล้วนำไป incubate 40 นาที ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ epifluorescence จะให้เซลล์สีแดง

(6) วิเคราะห์หา total count bacteria ด้วยวิธี pour plate เตรียมตัวอย่างดิน 2.5 กรัมเติม NaCl 22.5 มิลลิลิตร ปั่นให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ แล้วดูดส่วนใส กรองด้วยกระดาษกรองชนิด PC ขนาด 0.8 ไมโครเมตร เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลาย 0.85 เปอร์เซ็นต์ NaCl ดูดตัวอย่างที่เจือจางแล้ว 1 มิลลิลิตร ลงในจานเลี้ยงเชื้อ เทอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar ที่ละลายและทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ประมาณ 15 ถึง 20 มิลลิลิตร ลงในจานเลี้ยงเชื้อที่มีตัวอย่าง แล้วขยับจานเลี้ยงเชื้อให้ตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อเข้ากัน ปล่อยทิ้งไว้ให้แข็ง กลับจานเลี้ยงเชื้อ นำเข้าตู้อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นเฉพาะจานที่มี 30 ถึง 300 โคโลนี

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลและตะกอนดินในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีระยะเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำต่างกัน 2 ระดับ คือ ทุก 15 และ 30 วัน รวมถึงตัวอย่างน้ำทะเลและตะกอนดินในในแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติเป็นเวลา 7 เดือน โดยพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาประกอบด้วยอุณหภูมิ, พีเอช, บีโอดี, แอมโมเนีย, สารแขวนลอย, ความเป็นด่าง, ไนไตรท์, ฟอสเฟต, ความนำไฟฟ้า, ความเค็ม, ดีโอ, total bacteria วิธีย้อมสี DAPI, total respiration bacteria วิธีย้อมสี CTC และ total bacteria count วิธี pour plate, coliform bacteria, *E. coli* และ *Vibrio* spp. สำหรับคุณสมบัติดินทำการศึกษา ได้แก่ พีเอช, อัตราการหายใจในตะกอนดิน(SOD), ไฮโดรเจนซัลไฟด์, ปริมาณสารอินทรีย์,จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดด้วยวิธีย้อมสี DAPI,จุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธีย้อมสี CTC และวิธี total plate count

4.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทะเลและตะกอนดินในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานและแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติตลอดการเพาะเลี้ยงหอยหวานหนึ่งรอบ

4.1.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทะเลในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานและแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ

4.1.1.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางฟิสิกส์

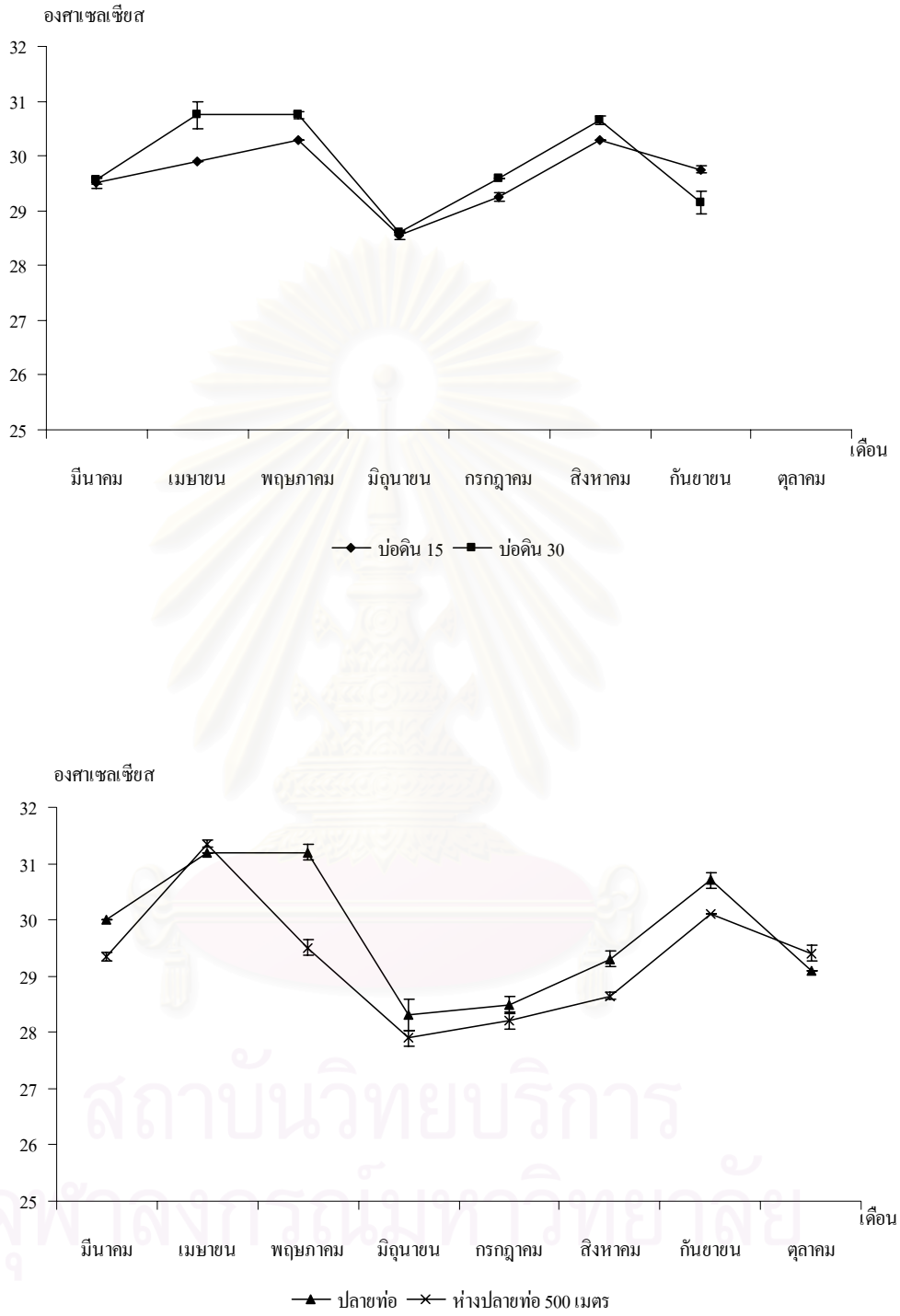
ก. อุณหภูมิน้ำทะเล

อุณหภูมิน้ำทะเลในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน (บ่อดิน(15))และ 30 วัน (บ่อดิน(30)) ที่เวลา 10.00 น. มีค่าเฉลี่ย 29.65±0.62 (28.55-30.30) และ 29.86±0.86 (28.60-30.75) องศาเซลเซียส ตามลำดับ อุณหภูมิในบ่อดิน(30) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(15) ตลอดการเลี้ยง ในเดือนมิถุนายนอุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าต่ำสุด เนื่องจากขณะเก็บตัวอย่างในเดือนดังกล่าวฝนกำลังตก สำหรับอุณหภูมิของน้ำทะเลบริเวณปลายท่อน้ำทิ้งและบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 29.78±1.16(28.30-31.20) และ 29.31± 1.10(28.20-31.35) องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในเดือนพฤษภาคมพบความแตกต่างของอุณหภูมิ โดยบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง มีค่าสูงกว่าบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับ

น้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.1 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (Analysis of variance, ANOVA) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และอุณหภูมิฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน

การศึกษาในครั้งนี้พบว่า อุณหภูมิในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร มีค่าอยู่ในมาตรฐานของคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ($\leq$33.00 องศาเซลเซียส) (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิส่วนใหญ่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอากาศ ฤดูกาล ความเข้มของแสงในรอบวัน ซึ่งมักมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ และไม่ก่อให้เกิดปัญหาการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่า ในเดือนเมษายน-พฤษภาคม เป็นฤดูร้อน อุณหภูมิอากาศสูง ดังนั้นจึงพบอุณหภูมิน้ำสูง ส่วนเดือนมิถุนายน-กรกฎาคมเป็นฤดูฝน ดังนั้นจึงพบอุณหภูมิน้ำต่ำที่สุด (โชคชัย, 2548)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

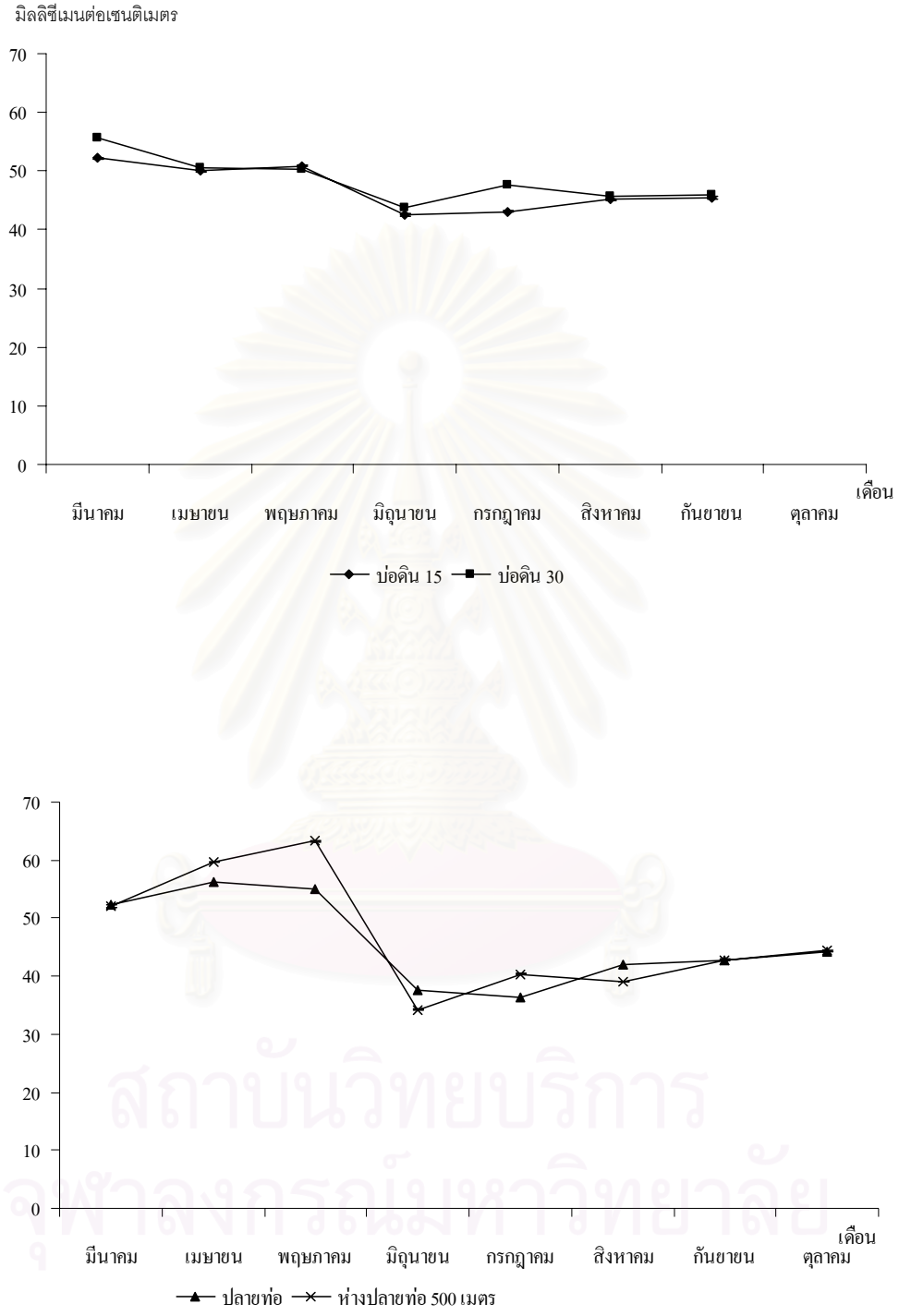
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. ความนำไฟฟ้า

ความนำไฟฟ้าในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน มีค่าเฉลี่ย 47.01±3.92(42.50-52.15) และ 48.47±4.00 (43.75-55.60) มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร ตามลำดับ ความนำไฟฟ้าในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยง สำหรับความนำไฟฟ้าของน้ำทะเลบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 44.79±7.76(37.54-56.30) และ 46.98±10.30 (34.22-63.30) มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร ตามลำดับ และมีค่าใกล้เคียงกันตลอดการเลี้ยง

การเปลี่ยนแปลงความนำไฟฟ้าในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.2 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ความนำไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และความนำไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน จากกราฟ (ภาพที่ 4.2) พบว่า รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของความนำไฟฟ้ามีความสอดคล้องกับความเค็มโดยความนำไฟฟ้าและความเค็มมีค่าสูงในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม ซึ่งเป็นฤดูร้อน อุณหภูมิสูง ค่าการนำไฟฟ้าจะสูง เนื่องจากการแตกตัวของสารมีมากขึ้น และมีค่าลดลงในเดือนมิถุนายนซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน เนื่องจากน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานเป็นน้ำทะเลซึ่งมีเกลือและแร่ธาตุต่างๆ มากมาย ดังนั้นความนำไฟฟ้าในบ่อจึงสัมพันธ์กับความเค็มของน้ำและไม่ได้แสดงความเปลี่ยนแปลงมากนัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



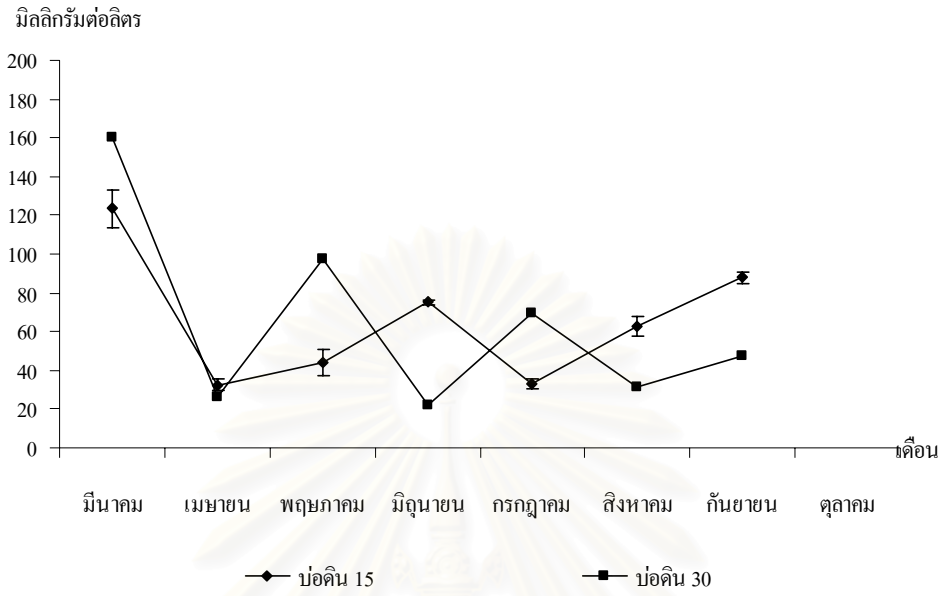
ภาพที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้าตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และ แหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

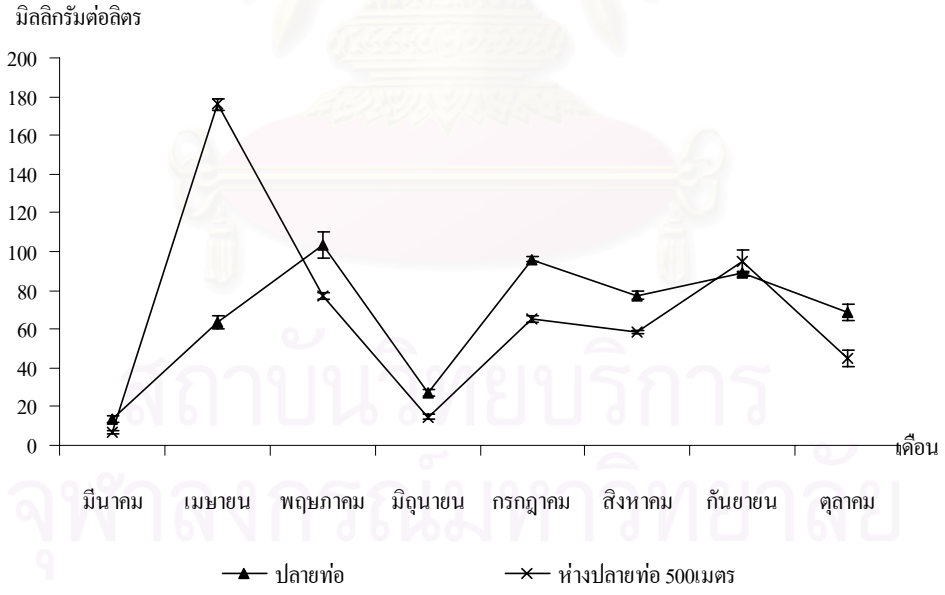
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค. สารแขวนลอย

สารแขวนลอยในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน มีค่าเฉลี่ย 65.56±33.03(32.6-123.4) และ 64.87±49.87(21.9-160.1) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่ในบ่อดิน(15) มีปริมาณสารแขวนลอยสูงกว่าในบ่อดิน(30) สารแขวนลอยในน้ำประกอบด้วยสารอินทรีย์และอนินทรีย์ การเปลี่ยนน้ำที่บ่อยกว่าของบ่อดิน(15) ทำให้มีการกำจัดพวกแบคทีเรียและแพลงค์ตอนพืชมากกว่า ดังนั้นสารแขวนลอยที่พบในบ่อดิน(15) อาจเป็นสารพวกอนินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ แต่ในเดือนพฤษภาคมและกรกฎาคมพบสารแขวนลอยในบ่อดิน(30) สูงกว่าบ่อดิน(15) เนื่องจากในบ่อดิน(30) มีการน้ำกักไว้ในบ่อนานกว่าบ่อดิน(15) อาจทำให้สารแขวนลอยพวกสารอนินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ตกตะกอน โดยการเปลี่ยนน้ำที่ช้ากว่าทำให้จุลินทรีย์และแพลงค์ตอนโตเร็ว ดังนั้นในบ่อดิน(30) จะมีสารอินทรีย์พวกสิ่งมีชีวิตประเภทแบคทีเรียและแพลงค์ตอนเป็นส่วนมากที่แขวนลอยในน้ำ สำหรับสารแขวนลอยของน้ำทะเลบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 67.38±32.07(13.80-103.6) และ 67.34±46.4 (6.8-176) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงสารแขวนลอยในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.3 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สารแขวนลอยเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และสารแขวนลอยเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า สารแขวนลอยในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในมาตรฐานของคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ($\leq$70 มิลลิกรัมต่อลิตร) (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) แต่เดือนมีนาคมมีค่าสูงเกินมาตรฐาน อาจมาจากในเวลาที่เก็บตัวอย่างในเดือนนี้เป็นช่วงพักน้ำก่อนมีปล่อยหอยหวานลงบ่อ โดยก่อนวันที่เก็บตัวอย่างมีการสูบน้ำเข้าบ่อดิน ส่วนปริมาณสารแขวนลอยบริเวณปลายท่อน้ำทิ้งและบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ส่วนใหญ่อาจเกิดจากอิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลงของน้ำทะเลประกอบกับกิจกรรมจากฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งของฟาร์มทดลองและฟาร์มของชุมชนในบริเวณนั้น จากกราฟ (ภาพที่ 4.3) พบว่ารูปแบบของกราฟในบ่อดิน(15) คล้ายกับแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้งที่จุดปลายท่อปล่อยน้ำจากฟาร์มมากกว่าบ่อ(30) และจุดปลายท่อปล่อยน้ำทิ้งมีสารแข็งแขวนลอยสูงกว่าจุดที่ห่างปลายท่อ 500 เมตร อาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนน้ำทำให้จุดปลายท่อน้ำทิ้งมีการรบกวนของน้ำดินและเกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนดินในบริเวณนี้บ่อยกว่าจุดที่ห่างฟาร์ม 500 เมตร





ภาพที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

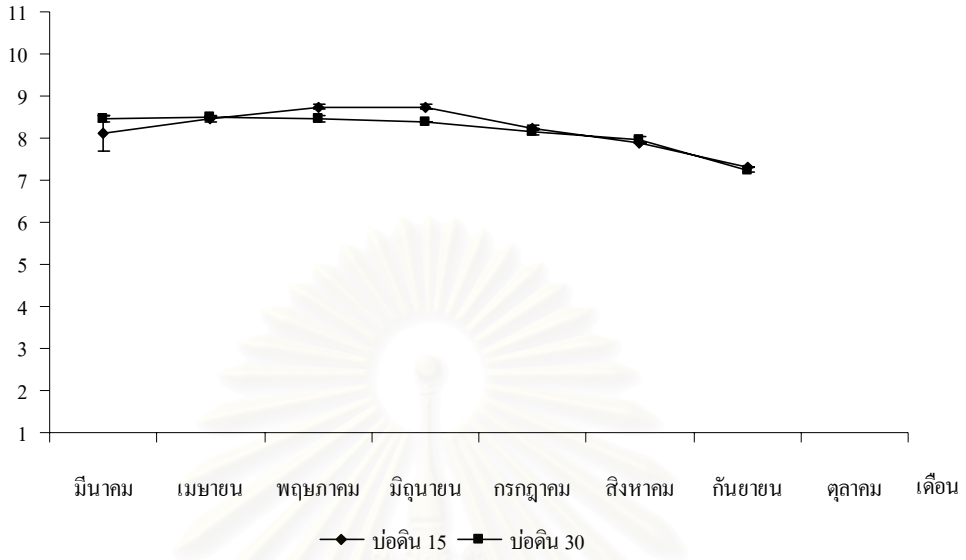
4.1.1.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางเคมี

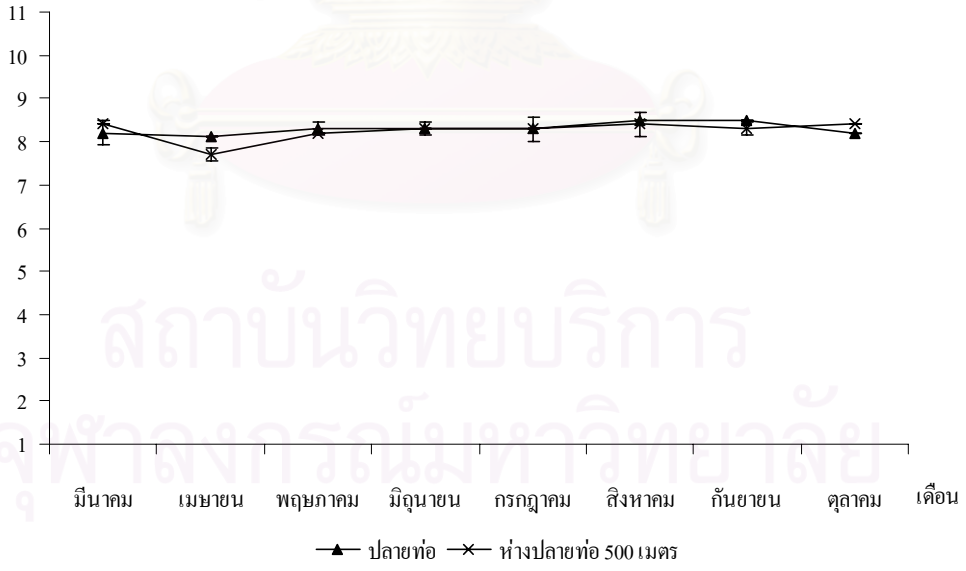
ก. พีเอช

พีเอชในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน ที่เวลา 10 นาฬิกา มีค่าเฉลี่ย 8.21±0.51(7.30-8.75) และ 8.16±0.45(7.25-8.45) ตามลำดับ พีเอชในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยง โดยมีแนวโน้มเป็นกรดเล็กน้อยตามเวลาการเลี้ยง ดังนั้น การจัดการภายในบ่อ อาจต้องมีการเฝ้าระวังและเติมปูนขาวรักษาระดับพีเอชในบ่อให้มีค่าอยู่ในช่วง 6.50-9.00 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ สำหรับพีเอชบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 8.30±0.14(8.10-8.5) และ 8.25±0.23(7.70-8.40) ตามลำดับ พีเอชบริเวณปลายท่อน้ำทิ้งมีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตรตลอดการเลี้ยง

การเปลี่ยนแปลงพีเอชในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.4 จากการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า พีเอชเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และพีเอชเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน การศึกษาในครั้งนี้พบว่า พีเอชในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร มีค่าตามมาตรฐานของคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (6.50-9.00) (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ภาพที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยพีเอชตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

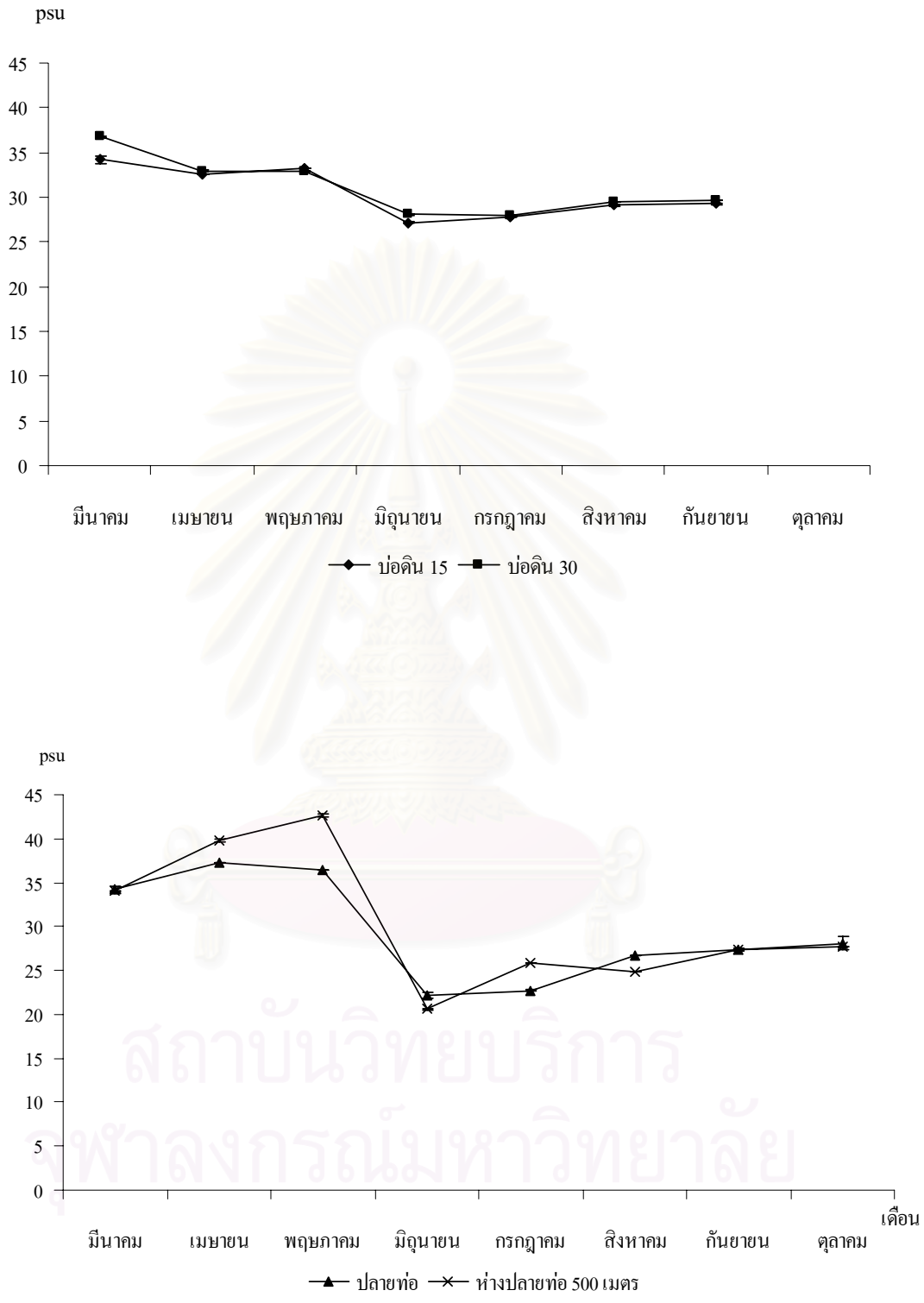
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. ความเค็ม

ความเค็มในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน มีค่าเฉลี่ย 30.47±2.82 (27.15-34.20) และ 31.11±3.21 (28.00-36.75) psu ตามลำดับ ความเค็มในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยง การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าความเค็มในบ่อดินทั้ง 2 บ่อ มีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงหอยหวาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วราภรณ์, สุภาพร และ อุทัย (2547) ที่รายงานว่า ระดับความเค็มที่หอยหวานเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายสูงสุดที่สุด ที่ระดับความเค็ม 30 psu สำหรับความเค็มบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 29.39±5.92 (22.19-37.35) และ 30.35±7.71(20.57-42.65) psu ตามลำดับ ความเค็มบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตรตลอดการเลี้ยง

การเปลี่ยนแปลงความเค็มในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.5 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ความเค็มเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และความเค็มเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน ปริมาณความเค็มในบ่อดิน 2 บ่อ และแหล่งน้ำธรรมชาติมีต่ำลงตั้งแต่เดือนมิถุนายนเป็นผลมาจากเข้าสู่ฤดูฝน น้ำฝนส่งผลให้ความเค็มมีค่าลดลง การเปลี่ยนแปลงภายนอกบ่อน่าจะเป็นผลจากน้ำฝนและน้ำผิวดินอื่นๆที่ไหลเข้ามาปะปนทำให้ความเค็มมีการเปลี่ยนปลงมากกว่าในบ่อ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



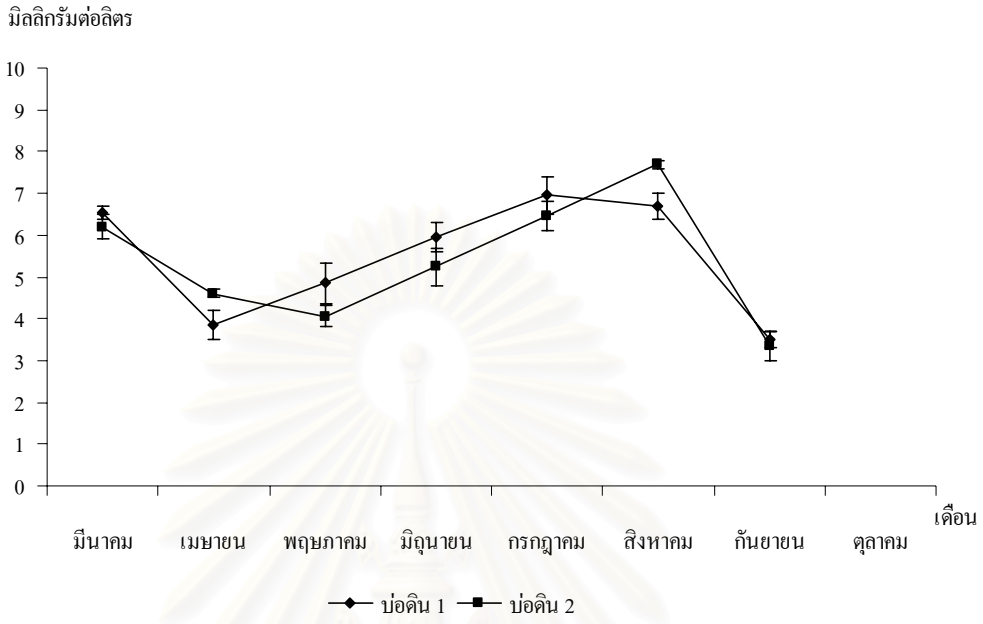
ภาพที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยความเค็มตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

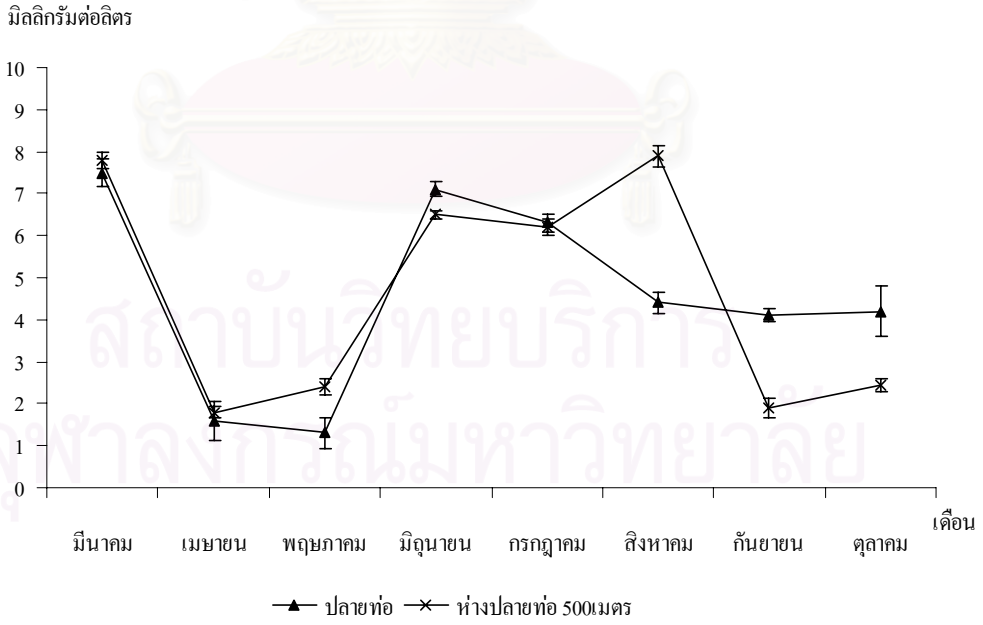
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค. ปริมาณออกซิเจนในน้ำ

ออกซิเจนในน้ำในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ที่เวลา 10 นาฬิกา มีค่าเฉลี่ย 5.47±1.41(3.5-6.95) และ 5.37±1.51(3.35-7.70) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ออกซิเจนในน้ำในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยงและมีค่าอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงหอย ควรมีค่ามากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดได้ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (มั่นสินและไพพรรณ ,2538) อาจเป็นผลมาจากภายในบ่อมีการเติมอากาศอย่างทั่ว และพบว่าออกซิเจนในน้ำเฉลี่ยตลอดรอบการเลี้ยงที่พบในบ่อดินทั้ง 2 บ่อมีใกล้เคียงกับ สิริและคณะ(2548) พบในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จำนวน 3 บ่อ (5.3-5.8 มิลลิกรัมต่อลิตร) สำหรับออกซิเจนในน้ำการเลี้ยงบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 4.56±2.33(1.30-7.50) และ 4.62±2.72(1.80-7.80) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ออกซิเจนในน้ำปลายท่อน้ำทิ้ง มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตรตลอดการเลี้ยง ในแหล่งน้ำธรรมชาติไม่มีการเติมอากาศออกซิเจนมีความผันผวนมากกว่าในบ่อ

การเปลี่ยนของแปลงปริมาณออกซิเจนในน้ำในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.6 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ปริมาณออกซิเจนในน้ำเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และปริมาณออกซิเจนในน้ำเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าปริมาณออกซิเจนในน้ำในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ส่วนใหญ่มีค่าภายใต้มาตรฐานของคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (>4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) ส่วนในแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง ในเดือนเมษายนและพฤษภาคม ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน อาจเป็นผลเนื่องมาจากเป็นฤดูร้อน อุณหภูมิของน้ำสูง ความเค็มในน้ำสูง ส่งผลให้ออกซิเจนในน้ำลดลง สอดคล้องกับไมตรีและจารุวรรณ (2528) รายงานว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นออกซิเจนละลายได้น้อยลง เช่นเดียวกับน้ำที่มีความเค็มสูงก็จะทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้น้อยลง



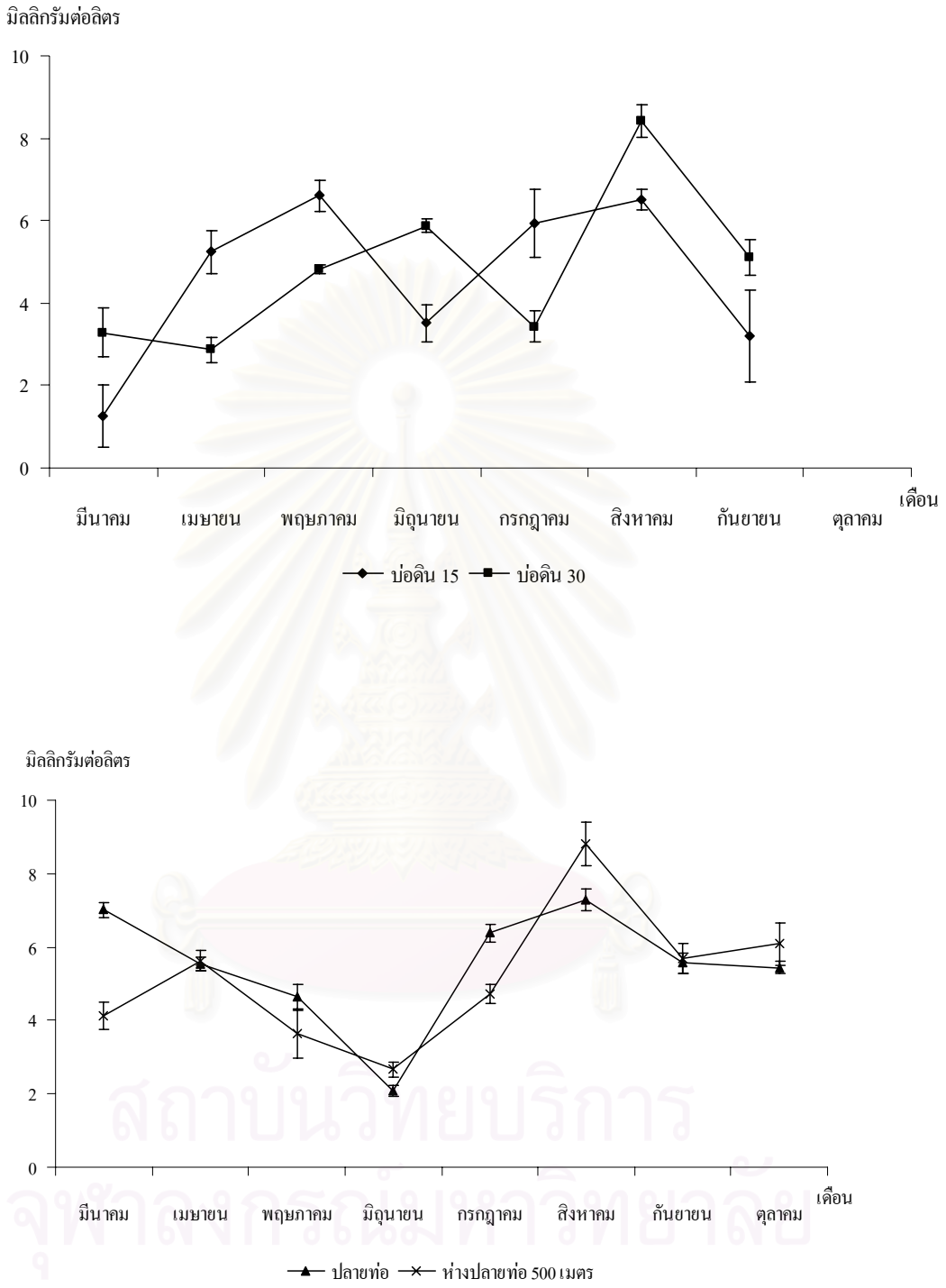


ภาพที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนในน้ำตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน(บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

ง. บีโอดี

บีโอดีในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วันที่เวลา 10 นาฬิกา มีค่าเฉลี่ย 4.61±2.01 (1.26-6.61) และ 4.82±1.92 (3.29-8.41) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในช่วงแรกของการเลี้ยงหอยหวานมีขนาดเล็กและอยู่ในช่วงปรับตัว อาจทำให้อัตราการกินอาหารในบ่อดิน(15) มีน้อยกว่าในบ่อดิน(30) ดังนั้นให้พบบีโอดีในบ่อดิน(15) มีค่าสูงกว่าบ่อดิน(30) ในช่วงแรกของการเลี้ยง แต่ในช่วงท้ายของการเลี้ยงพบบีโอดีในบ่อดิน(30) มีค่าสูงกว่าบ่อดิน(15) โดยบีโอดีในบ่อดินทั้งสองบ่อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยงแต่ในบ่อดิน(30) มีแนวโน้มการสะสมของบีโอดีมากกว่า อาจมาจากความถี่ของการเปลี่ยนน้ำที่ต่างกันทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์ในบ่อดิน(30) สูงกว่าในบ่อดิน(15) สำหรับบีโอดีบริเวณปลายท่อน้ำทิ้งและบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 5.50±1.76(2.09-7.28) และ 5.04±1.98 (2.66-8.81) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ บีโอดีในน้ำปลายท่อน้ำทิ้ง มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตรตลอดการเลี้ยง แหล่งน้ำธรรมชาติพบปริมาณบีโอดีน้อยกว่าปริมาณบีโอดีที่คลองราม จังหวัดสุราษฎร์ธานีที่มีการปนเปื้อนของน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงกุ้ง พบบีโอดีเฉลี่ย 6.29 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่มีค่าสูงกว่า คลองปากพนัง (3.20 มิลลิกรัมต่อลิตร) และคลองท่าซัก (3.13 มิลลิกรัมต่อลิตร) (ยงยุทธ และ คณิต, 2547) แต่อย่างไรก็ตามปริมาณบีโอดีที่พบจากฟาร์มทดลองมีค่าภายใต้มาตรฐานการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ($\leq$20 มิลลิกรัมต่อลิตร) (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

การเปลี่ยนแปลงบีโอดีในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.7 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า บีโอดีเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และบีโอดีเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าบีโอดีในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร มีค่าอยู่ในมาตรฐานของคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ($\leq$20 มิลลิกรัมต่อลิตร)

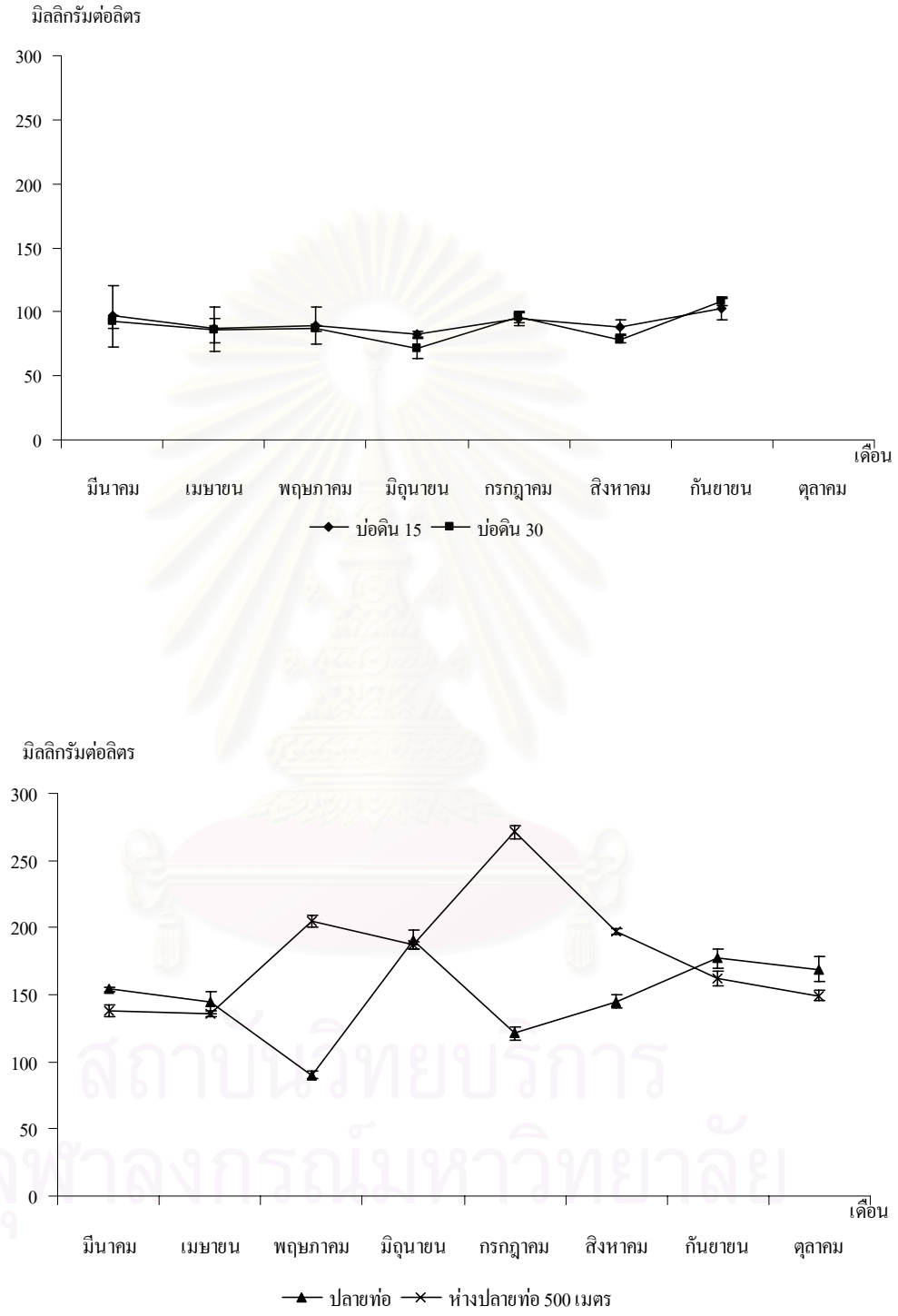


ภาพที่ 4.7 แสดง ค่าเฉลี่ยบีโอดีตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

จ. ความเป็นด่าง

ความเป็นด่างในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน มีค่าเฉลี่ย 91.51±7.02(82-103) และ 88.32±11.79 (72-108) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ความเป็นด่างในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยง สำหรับความเป็นด่างบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 148.8±32.2(90-191) และ180.6±45.0(136-271) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ความเป็นด่างบริเวณปลายท่อน้ำทิ้งส่วนใหญ่ มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร แต่พบความแตกต่างของความเป็นด่างในเดือนพฤษภาคมและกรกฎาคมที่บริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร มีค่าสูงกว่าบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง ซึ่งอาจมาจากกิจกรรมของชุมชนของชาวบ้านที่อยู่ในบริเวณนี้มากกว่ากิจกรรมจากฟาร์ม

การเปลี่ยนแปลงความเป็นด่างในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.8 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ความเป็นด่างเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และความเป็นด่างเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าความเป็นด่างในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง จากกราฟ (ภาพที่ 4.8) พบว่า จุดแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้งที่จุดปลายท่อปล่อยน้ำจากฟาร์มมีรูปแบบไม่สัมพันธ์กับจุดห่างฟาร์ม 500 เมตร แสดงว่าที่จุดห่างฟาร์ม 500 เมตร ความเป็นด่างที่พบสูงนั้นอาจมาจากกิจกรรมอื่นที่นอกเหนือจากกิจกรรมจากฟาร์มทดลอง จากผลการทดลองที่วิเคราะห์ได้ค่าความเป็นด่างอยู่ในช่วงที่ความเป็นกรดเป็นด่าง(pH) เปลี่ยนแปลงง่าย คาร์บอนไดออกไซด์มีปานกลาง ผลผลิตปานกลาง Lannan, Smitherman และTchobanogolous (1986) อาจมาจากหอยหวานมีการดึงคาร์บอเนตในน้ำมาใช้ในการสร้างเปลือก ดังนั้นค่าความเป็นด่างจึงมีค่าน้อยกว่าแหล่งน้ำธรรมชาติ อาจต้องมีการเติมปูนขาวในบ่อเลี้ยงเพื่อช่วยรักษาสภาพความเป็นด่างให้อยู่ในช่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน



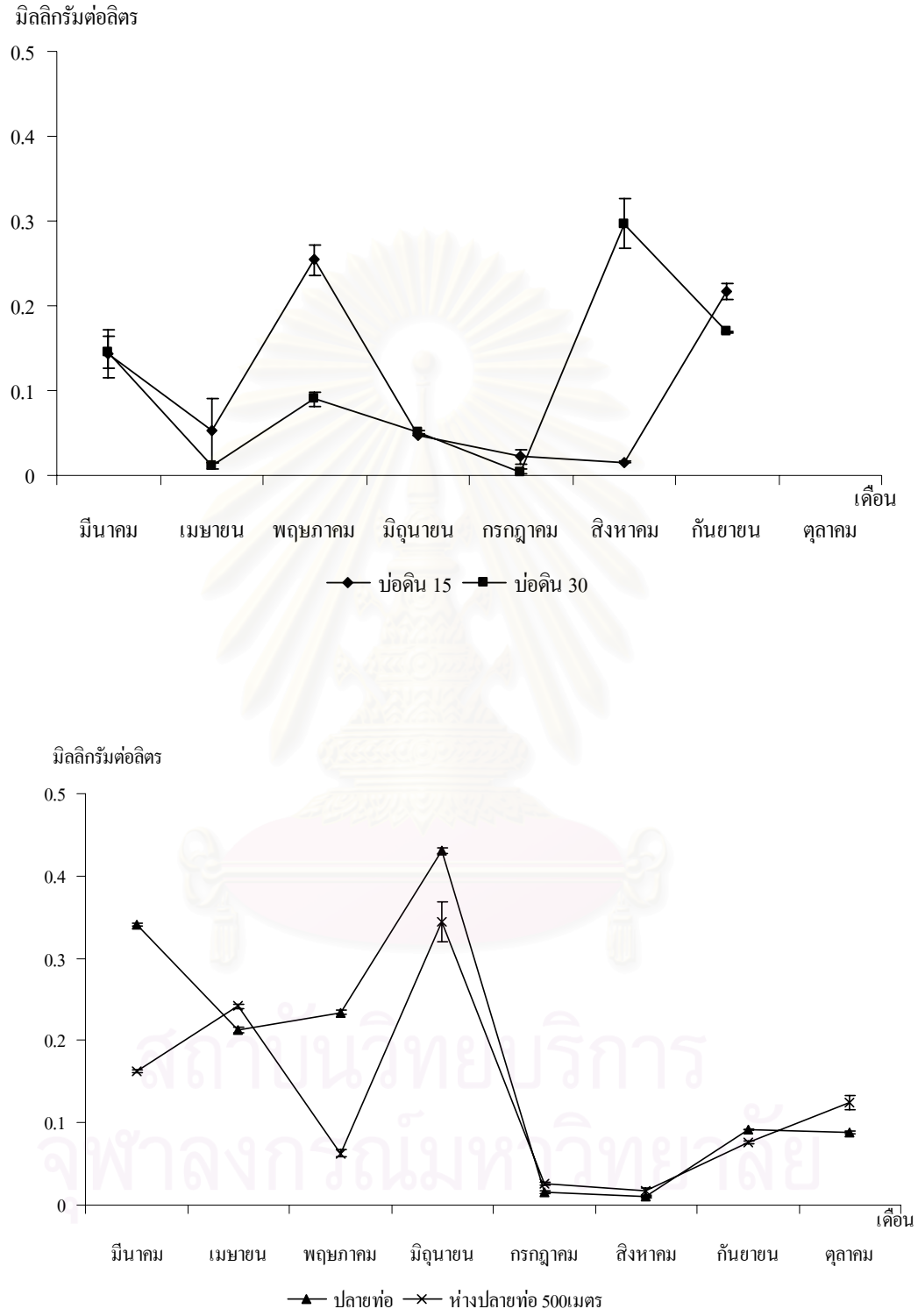
ภาพที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นด่างตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉ.แอมโมเนีย

แอมโมเนียในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน มีค่าเฉลี่ย 0.0893±0.073(0.016-0.254) และ 0.1109±0.1022(0.011-0.297) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แอมโมเนียในบ่อดิน(15) ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับ บ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยง ยกเว้นในเดือนพฤษภาคมและสิงหาคม ที่พบความแตกต่างโดยในเดือนพฤษภาคมพบแอมโมเนียในบ่อดิน(15) สูงกว่าบ่อดิน(30) แต่ในสิงหาคมบ่อดิน(30) สูงกว่าบ่อดิน(15) แอมโมเนียในบ่อดินทั้งสองบ่อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยงแต่ในบ่อดิน(30) มีแนวโน้มการสะสมมากกว่า สำหรับแอมโมเนียบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 0.1780±0.1534 (0.010-0.431) และ 0.1320 ±0.1136(0.017-0.344) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.9 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แอมโมเนียเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และแอมโมเนียเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าปริมาณออกซิเจนในน้ำในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร มีค่าอยู่มาตรฐานของคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (≤0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร) (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) จากกราฟ (ภาพที่ 4.9) พบว่า ในบ่อดิน(30) พบปริมาณแอมโมเนียต่ำในช่วงแรกของการเลี้ยง เนื่องจากช่วงนี้เป็นช่วงต้นๆ ของการเลี้ยงทำให้การสะสมของเศษอาการเหลือยังมีปริมาณไม่มาก แต่ในเดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงท้ายของการเลี้ยงได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งคล้ายกับในบ่อดิน(15) ที่สูงขึ้นในเดือนสุดท้าย อาจเป็นผลมาจากการสะสมของเศษอาหารเหลือเนื้อปลาสดที่ใช้เลี้ยงหอยหวาน รวมถึงสิ่งขับถ่ายที่เกิดจากสัตว์น้ำภายในบ่อ ซึ่งสอดคล้องกับบุณฑริกา(2547) การศึกษาคุณสมบัติน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งของ ที่รายงานว่า พบปริมาณแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.0051 – 0.5023 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบปริมาณแอมโมเนียในปริมาณต่ำในช่วงสัปดาห์ต้นๆ ของการเลี้ยงและปริมาณแอมโมเนียได้เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ท้ายๆ ของการเลี้ยง ส่วนแอมโมเนียในแหล่งน้ำธรรมชาติพบค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.1320±0.1136 - 0.1780±0.1534 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าน้อยกว่าที่ปริมาณแอมโมเนียที่ยงยุทธ และ คณิต(2547) พบที่ คลองราม (0.424 มิลลิกรัมต่อลิตร) และคลองปากพนัง (0.554 มิลลิกรัมต่อลิตร) จังหวัดสุราษฎร์ธานี แต่มากกว่าคลองท่าซัก (0.038 มิลลิกรัมต่อลิตร) จังหวัดนครศรีธรรมราช

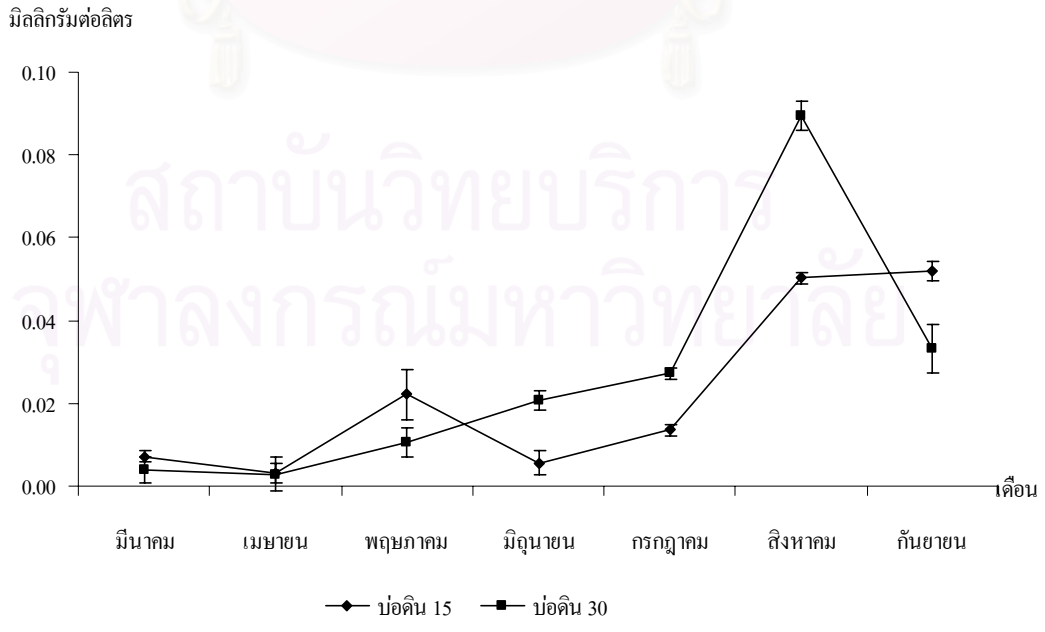


ภาพที่ 4.9 แสดง ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

ช. ไนไตรท์

ไนไตรท์ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วันมีค่าเฉลี่ย 0.0220±0.0109(0.0031-0.0521) และ 0.0269±0.0199(0.0029-0.0895) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากกราฟ (ภาพที่ 4.10) พบว่า ไนไตรท์ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งสองบ่อ โดยปริมาณไนไตรท์สูงขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง โดยในช่วงแรกของการเลี้ยงในบ่อดิน(15) ไนไตรท์มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) แต่ในเดือนมิถุนายน-กันยายน ซึ่งเป็นช่วงท้ายของการเลี้ยงพบความแตกต่างของไนไตรท์ โดยบ่อดิน(30) มีค่าสูงกว่าบ่อดิน(15) แสดงว่าการเปลี่ยนถ่ายน้ำอาจมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนไตรท์ ทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์จากเศษอาหารเหลือในบ่อดิน(30) มากกว่าบ่อดิน(15) การเพิ่มขึ้นของไนไตรท์ มีความคล้ายกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอมโมเนียในบ่อดิน อาจเป็นผลมาจากปริมาณออกซิเจน ซึ่งบ่อที่ปริมาณออกซิเจนอย่างเพียงพอ จะทำให้แอมโมเนียที่เกิดขึ้นถูกออกซิไดซ์เป็น ไนไตรท์และไนเตรท ในทางกลับกันในบ่อที่ขาดแคลนออกซิเจนหรือไม่มีออกซิเจนจะทำให้แอมโมเนียสะสมอยู่ในบ่อ จากการผลศึกษาปริมาณออกซิเจนในบ่อเลี้ยงมีปริมาณที่พอที่จะทำให้แอมโมเนียถูกออกซิไดซ์เป็นไนไตรท์และไนเตรท

การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ไนไตรท์ตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และมีค่าที่ไม่เป็นพิษกับสัตว์น้ำ (≤0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) (โชคชัย, 2548)

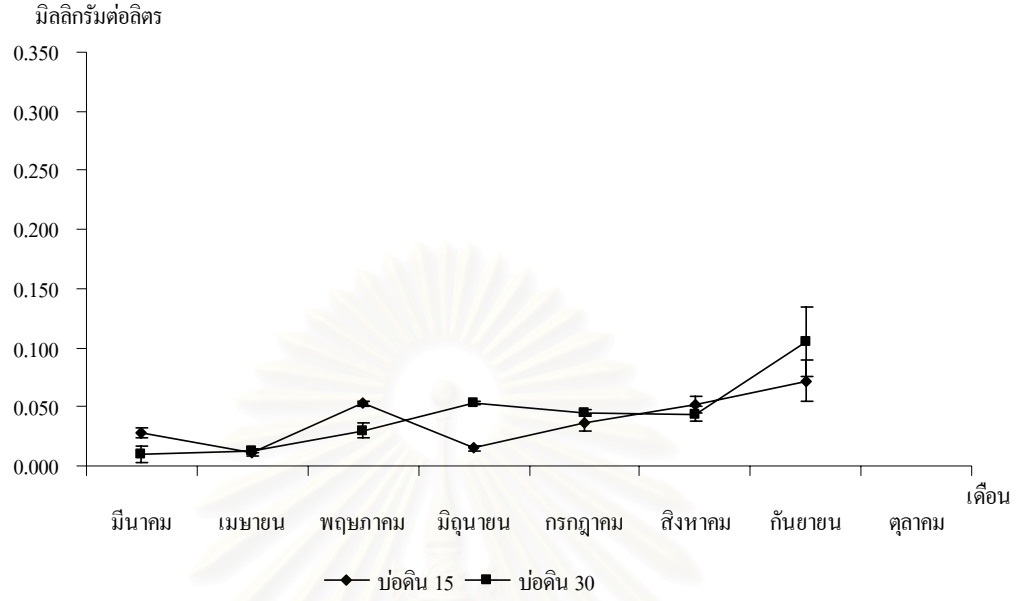


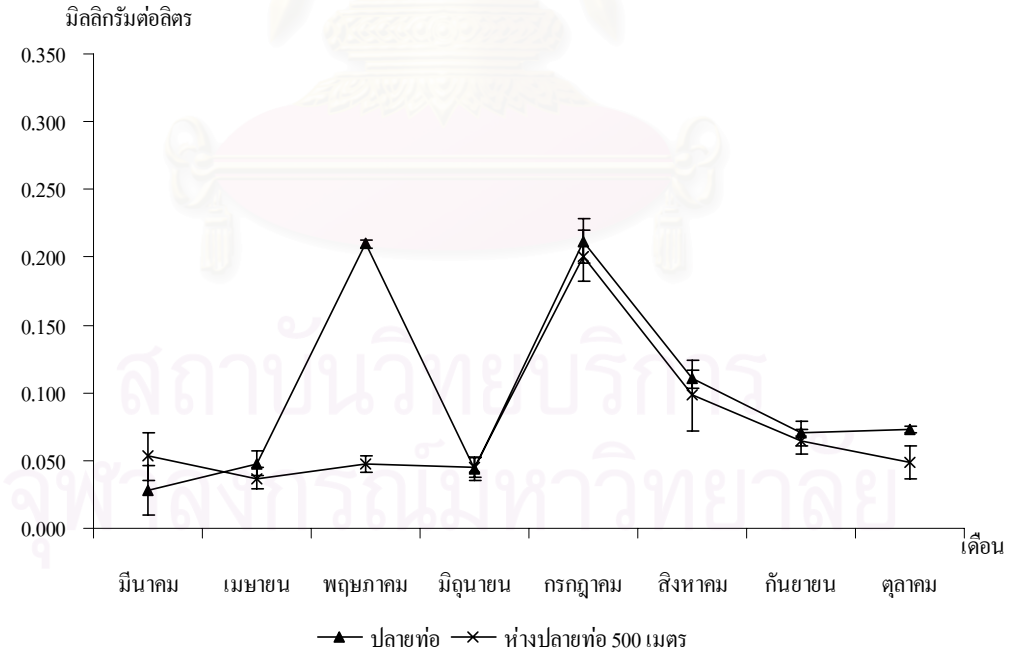
ภาพที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยไนไตรท์ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน

ซ. ฟอสเฟต

ฟอสเฟตในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วันมีค่าเฉลี่ย 0.0381±0.022(0.011-0.072) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ย 0.0428± 0.031(0.010-0.105) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ฟอสเฟตในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน (30) ตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง สำหรับฟอสเฟตบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 0.0993±0.073(0.028-0.212) และ0.0742± 0.054(0.037-0.201) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ฟอสเฟตบริเวณปลายท่อน้ำทิ้งส่วนใหญ่ มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร แต่พบความแตกต่างในเดือนพฤษภาคมที่พบฟอสเฟต บริเวณปลายท่อน้ำทิ้งมีค่าสูงกว่าบริเวณห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร

การเปลี่ยนแปลงฟอสเฟตในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.11 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ฟอสเฟตตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และฟอสเฟตตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อปล่อยน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อปล่อยน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน ในแหล่งน้ำธรรมชาติฟอสเฟตมีการผันผวน อาจมาจากกิจกรรมอื่นที่นอกเหนือจากกิจกรรมจากฟาร์มทดลอง การเพิ่มขึ้นของฟอสเฟตแสดงให้ทราบว่าอาจมีการเพิ่มขึ้นของพืชน้ำ อาจทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีได้ เนื่องเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ทำให้พืชน้ำโดยเฉพาะแพลงค์ตอนพืชสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ฟอสเฟตไม่ได้เป็นสารมลพิษที่เป็นอันตรายกับสัตว์น้ำ แต่เป็นตัวการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำ เนื่องจากเกิดการเจริญเติบโตของพืชน้ำ และเป็นเครื่องแสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในแหล่งน้ำนั้น (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528) การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ฟอสเฟตในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร มีค่าภายใต้มาตรฐานของคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ($\leq$0.3072 มิลลิกรัมต่อลิตร) (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)





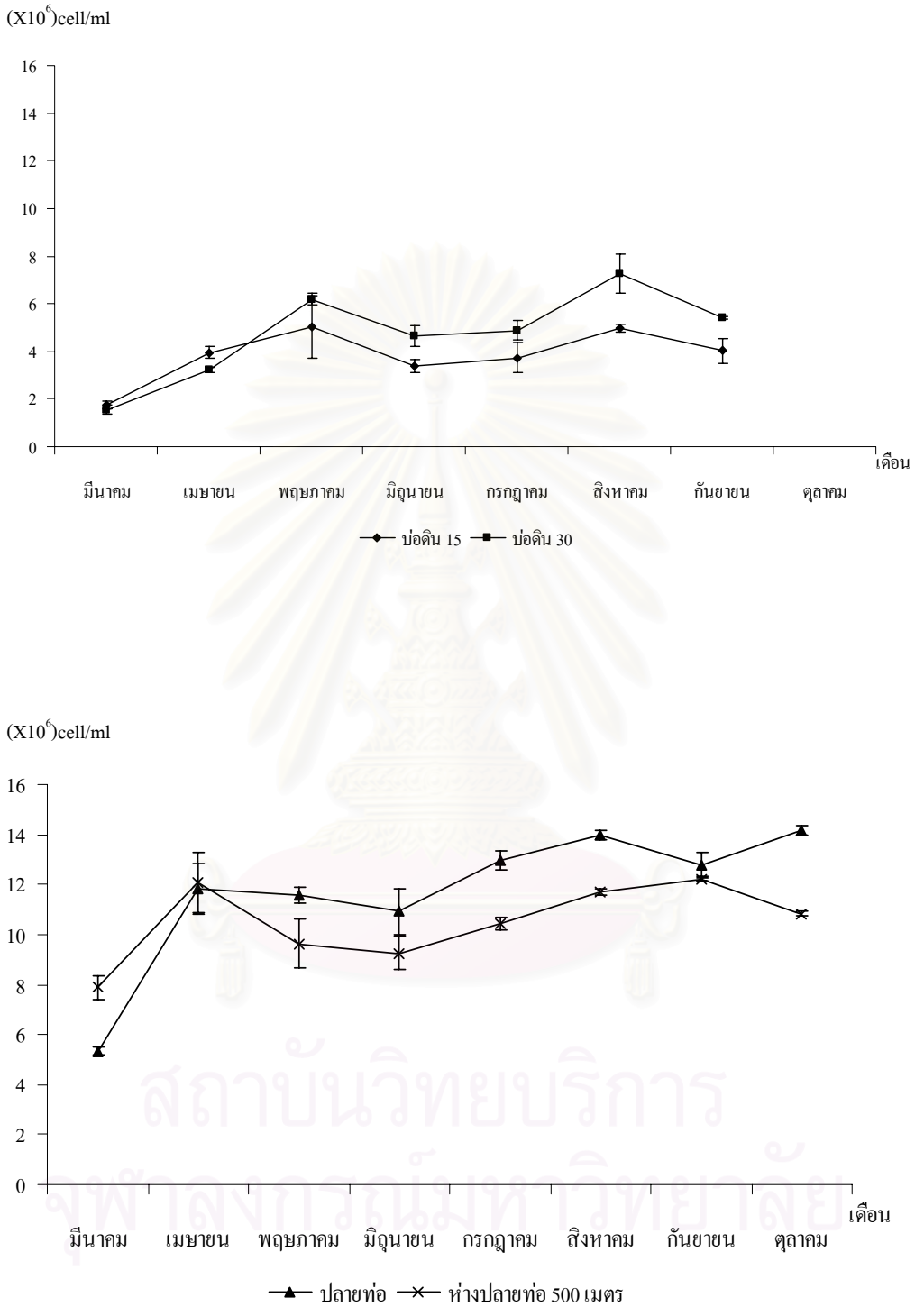
ภาพที่ 4.11 แสดงค่าเฉลี่ยฟอสเฟตตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

4.1.1.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางชีวภาพ

ก. total bacteria (DAPI)

total bacteria (DAPI) ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30วัน มีค่าเฉลี่ย 3.82(±1.09)x10^6 (1.75x10^6-5.05 x10^6) และ 4.73 (±1.89)x10^6(1.54 x10^6-6.18x10^6) cell/ml ตามลำดับ total bacteria (DAPI) ในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน (30) ตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง สำหรับ total bacteria (DAPI) ของบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 11.2(±0.28)x10^6 (5.34x10^6-14.18x10^6) และ 10.6(±0.14)x10^6 (7.88x10^6-12.22x10^6) cell/ml ตามลำดับ total bacteria (DAPI) บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตรตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง

การเปลี่ยนแปลง total bacteria (DAPI) ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.12 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า total bacteria (DAPI) เฉลี่ยตลอดการเลี้ยง ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และ total bacteria (DAPI) เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน จากกราฟ(ภาพที่ 4.12) พบว่า ในบ่อ(30) มีจำนวน total bacteria มากกว่าในบ่อ(15) อาจเป็นผลมาจากในบ่อ(30) มีการกักน้ำไว้นานกว่า จึงส่งผลให้มีจำนวน total bacteria มากกว่า แต่ยังไม่พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างบ่อดินทั้งสองบ่อ และพบจำนวน total bacteria ในแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้งจุดปลายท่อปล่อยน้ำทิ้งจากฟาร์ม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง ซึ่งอาจมาจากกิจกรรมอื่นรอบแหล่งน้ำนั้น และอาจมาจากแบคทีเรียในบ่อออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติภายนอก ซึ่งภายในแหล่งน้ำธรรมชาตินั้นมีอาหารและสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ดังนั้นจึงพบจำนวนแบคทีเรียที่แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้งทั้งสองจุดมากกว่าในบ่อดินทั้งสองบ่อ



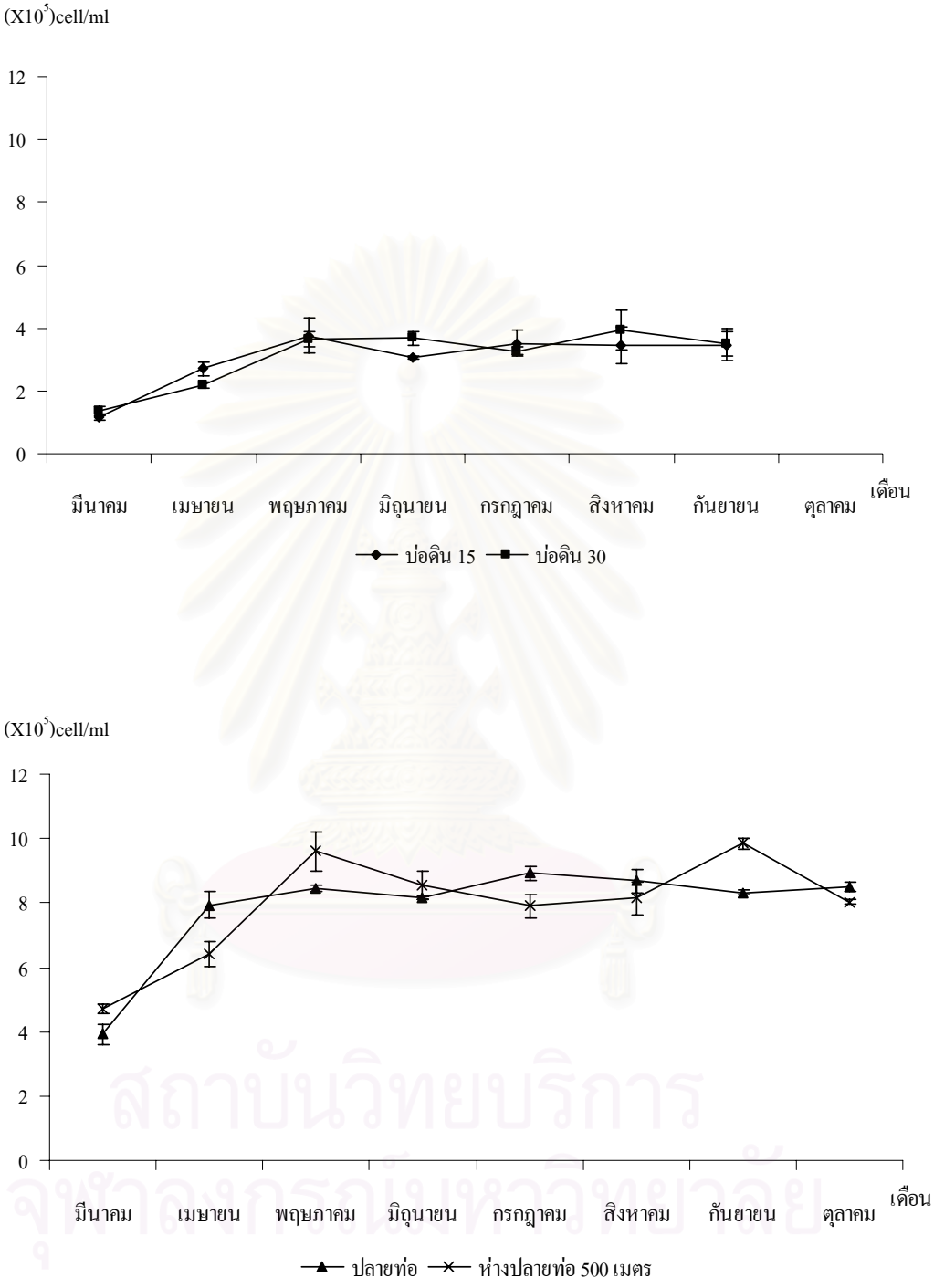
ภาพที่ 4.12 แสดงจำนวน total bacteria (DAPI) ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

ข. total respirating bacteria (CTC)

total respirating bacteria (CTC) ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน มีค่าเฉลี่ย 3.02(±0.88)x10^5 (1.17x10^5-3.76 x10^5) และ 3.08(±0.95) x10^5 (1.36x10^5-3.94x10^5) cell/ml ตามลำดับ total respirating bacteria (CTC) ในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง สำหรับ total respirating bacteria (CTC) ของบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 7.86(±1.62)x10^5 (3.92x10^5-8.68x10^5) และ 7.90(±1.66)x10^5 (4.72x10^5-9.84x10^5) cell/ml ตามลำดับ total respirating bacteria (CTC) บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตรและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง

การเปลี่ยนแปลง total respirating bacteria (CTC) ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.13 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า total respirating bacteria (CTC) เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และ total respirating bacteria (CTC) เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน และจำนวน total respirating bacteria (CTC) ในบ่อดินทั้งสองบ่อ และแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้งทั้งสองจุด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



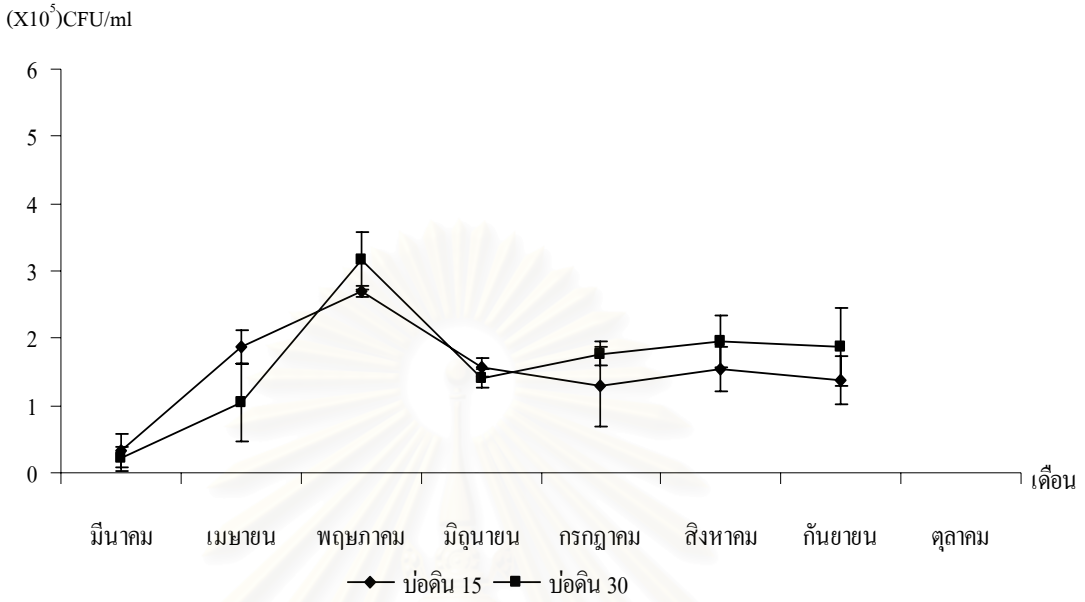
ภาพที่ 4.13 แสดงจำนวน total respirating bacteria (CTC) ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

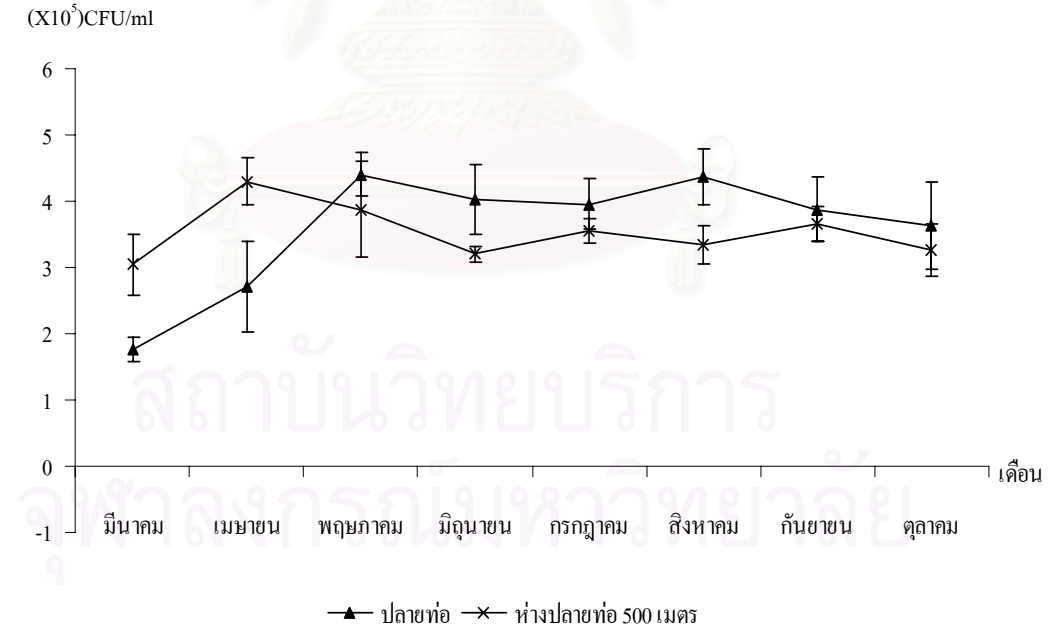
ค. total bacteria count (pour plate)

total bacteria count (pour plate) ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30วัน มีค่าเฉลี่ย1.52(±0.71)x10^5 (0.33x10^5-2.70 x10^5) และ 1.63(±0.91) x10^5 (0.21x10^5-3.16x10^5) cell/ml ตามลำดับ total bacteria count (plate count) ในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง ปริมาณ total count bacteria (pour plate) เฉลี่ยที่พบในบ่อดินทั้งสองมีค่ามากกว่าลิลาและกุลวรา(2538) พบในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จังหวัดจันทบุรี (3.33x10^3 – 2.96x10^4 CFU/ml) แต่มีค่าใกล้เคียงกับ สิริและคณะ (2548) พบในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (5.5x10^4 – 1.8x10^5 CFU/ml) สำหรับ total bacteria count (plate count) ของบริเวณปลายท่อน้ำทิ้งและบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่ามีค่าเฉลี่ย 3.60(±0.91)x10^5(1.88x10^5-4.40x10^5) และ 3.53(±0.41)x10^5 (3.04x10^5-4.30x10^5) cell/ml ตามลำดับ total bacteria count (plate count) บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตรตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง

การเปลี่ยนแปลง total bacteria count (pour plate) ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.14 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า total bacteria count (pour plate) เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และ total bacteria count (pour plate) เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





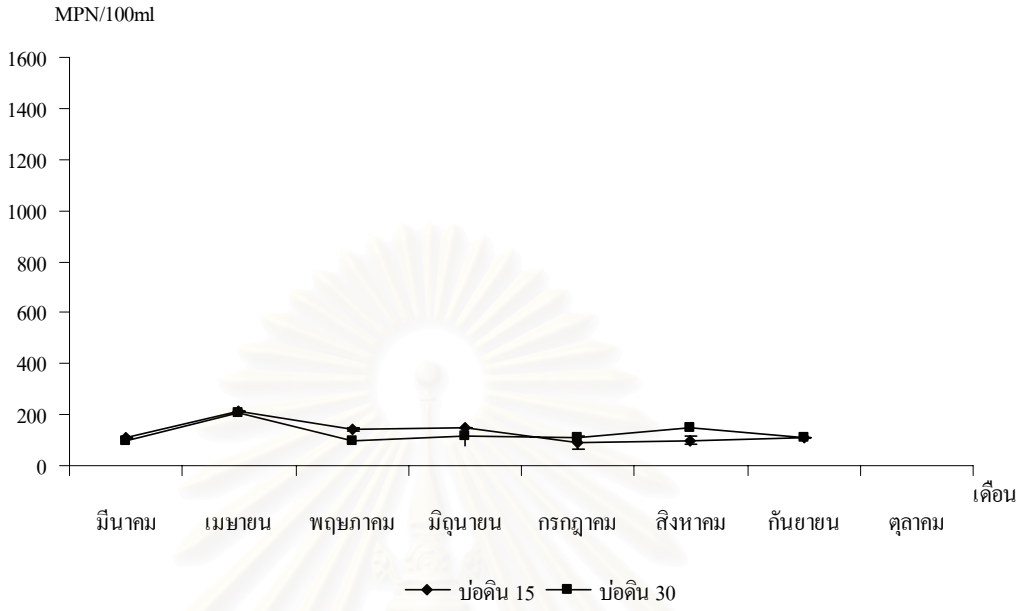
ภาพที่ 4.14 แสดงจำนวน total bacteria count (pour plate)ตลอดหนึ่งรอบของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

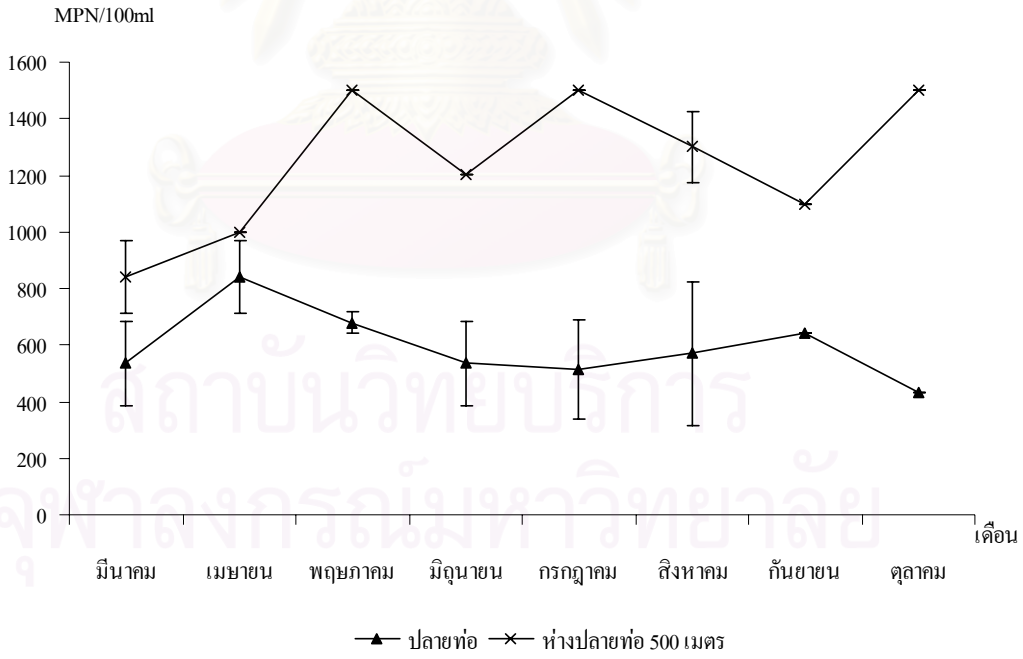
ง. coliform bacteria

coliform bacteria ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วันมีค่าเฉลี่ย 131.42±43.08(90-215) และ 127.14±38.28(100-205) MPN/100ml ตามลำดับ coliform bacteria ในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยงและมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงสำหรับ coliform bacteria บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่ามีค่าเฉลี่ย 616.42±115.67 (515-840) และ 1205.71±248.12 (840-1500) MPN/100ml ตามลำดับ การศึกษาในครั้งนี้พบว่า coliform bacteria ในบ่อดินทั้งสองบ่อมีค่าน้อยกว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติถึง 4.7 และ 9.3 เท่า ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลง coliform bacteria ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.15 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า coliform bacteria เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และ coliform bacteria ตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้ เห็นว่า coliform bacteria ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน , 30 วัน และบริเวณปลายท่อน้ำทิ้งมีค่าอยู่ในมาตรฐานของคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ($\leq$1000 MPN/100ml) (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) ส่วนบริเวณที่ห่างจากปากท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ส่วนมากเกินมาตรฐาน เนื่องมาจากได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของชุมชนมากกว่าบริเวณปลายท่อน้ำทิ้งซึ่งสภาพโดยรอบเป็นพื้นที่ว่างแต่บริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร เป็นนาเกลือและมีคนงานทำงานในนาเกลือเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจำนวน coliform bacteria บริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตรมีค่าสูงสุดและส่วนมากเกินมาตรฐาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





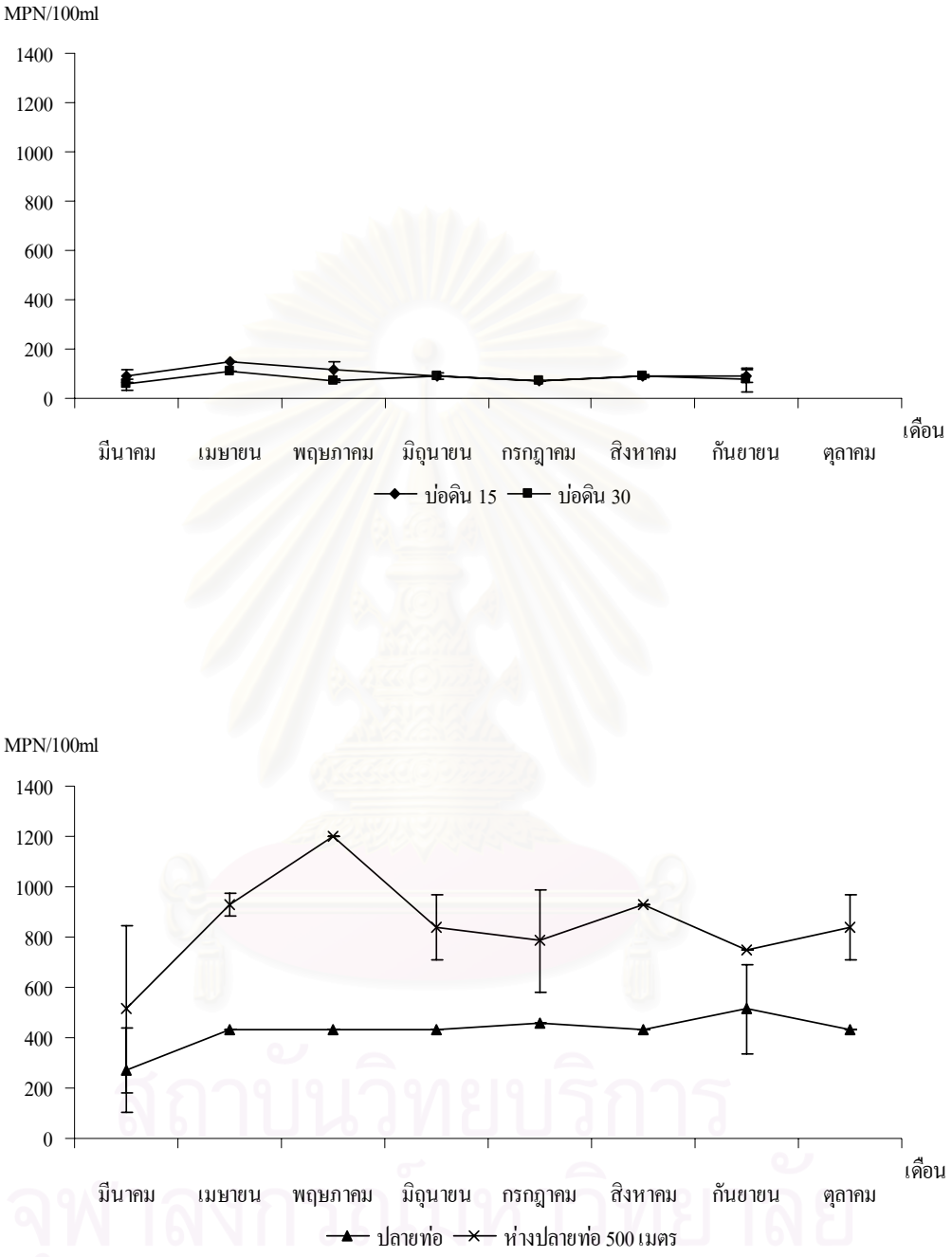
ภาพที่ 4.15 แสดงจำนวน coliform bacteria ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน(บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

จ. *E. coli*

E. coli ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วันมีค่าเฉลี่ย 99.28±25.88(70-150) และ 80±18.03(55-110) MPN/100ml ตามลำดับ *E. coli* ในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยงและมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง สำหรับ *E. coli* บริเวณปลายท่อน้ำทิ้งและบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่ามีค่าเฉลี่ย 424±69.14(270-515) และ 849±193.4(515-1200) MPN/100ml ตามลำดับ การศึกษาในครั้งนี้พบว่า *E. coli* ในบ่อดินทั้งสองบ่อมีค่าน้อยกว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติถึง 4.7 และ 9.47 เท่า ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลง *E. coli* ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.16 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า *E. coli* เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน และ *E. coli* เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในช่วงพบว่าทั้ง coliform bacteria และ *E. coil* มีจำนวนสูงขึ้น อาจเป็นผลเนื่องมาจากเดือนเมษายน - มิถุนายน เป็นฤดูร้อนที่มีสภาวะเหมาะสมต่อการแพร่กระจายของ coliform bacteria และ *E. coil* ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคทางเดินอาหาร

จากผลการทดลอง พบว่า การจัดการภายในฟาร์มเกี่ยวกับด้านสุขาภิบาล มีความเหมาะสม เนื่องจากพบจำนวน coliform bacteria และ *E. coli* ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานทั้งสองบ่อตั้งแต่เดือนมีนาคม ซึ่งในเดือนนี้เป็นช่วงพักน้ำทะเลก่อนมีปล่อยหอยหวานลงบ่อและมีจำนวนใกล้เคียงกันตลอดการเลี้ยง แสดงว่า coliform bacteria และ *E. coli* มากับน้ำทะเลภายนอกที่สูบเข้าใช้มาในฟาร์ม และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร เป็นจุดที่พบจำนวน coliform bacteria และ *E. coli* มากที่สุด ซึ่งอาจเป็นผลมาจากกิจกรรมต่างๆของชุมชนที่อยู่รอบแหล่งน้ำนั้น

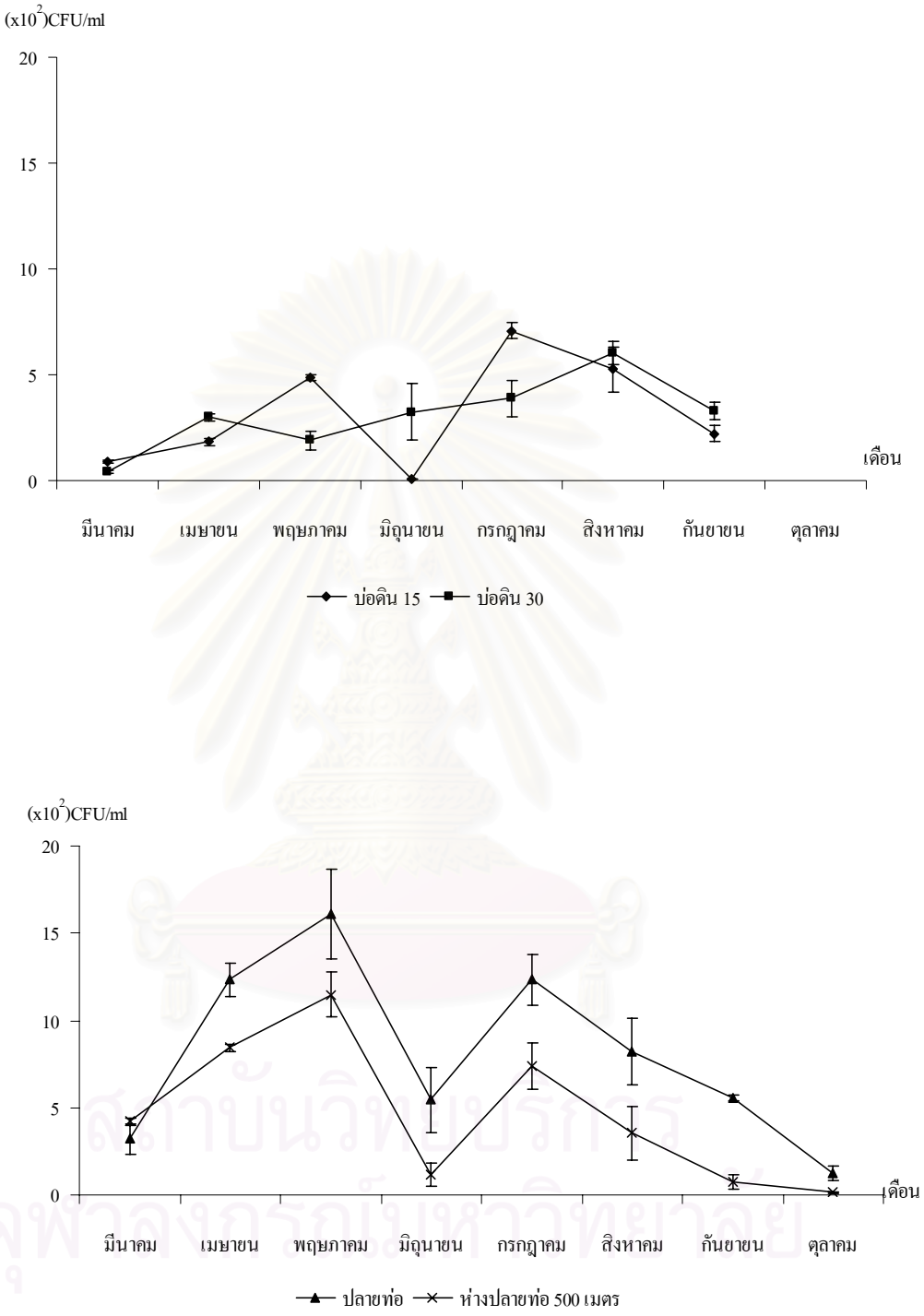


ภาพที่ 4.16 แสดงจำนวน *E. coli* ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

ฉ. total *Vibrio*

total *Vibrio* ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน มีค่าเฉลี่ย $3.56x10^{2}$(±2.60)(0.096-7.08) และ $3.55x10^{2}$(±1.37) (0.41-6.04)CFU/ total *Vibrio* ในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาการเลี้ยง โดยในบ่อดิน(30) จะมีการแปรปรวนน้อยกว่าในบ่อดิน(15) อาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่บ่อยในบ่อดิน(15) ทำให้มีการกำจัดแบคทีเรียออกจากบ่อบ่อยกว่าในบ่อดิน(30) total *Vibrio* เฉลี่ยที่พบในบ่อดินทั้งสองมีค่าน้อยกว่าที่ลิลาและกุลวรา(2538) พบในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จังหวัดจันทบุรี ($6.51x10^{2}$ – $3.71x10^{3}$ CFU/ml) สำหรับ total *Vibrio* บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย $8.74x10^{2}$ (±5.13)(0.14-16.1) และ $4.70x10^{2}$ (±3.42)(0.14-7.40) CFU/ml ตามลำดับ total *Vibrio* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการเลี้ยง (มีนาคม-พฤษภาคม) อาจเป็นผลเนื่องมาจากเป็นช่วงฤดูร้อน น้ำในคลองรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติมีปริมาณน้อยลงและมีสภาวะเหมาะสมต่อการแพร่กระจายของ total *Vibrio* ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคทางเดินอาหาร และในช่วงท้ายของการเลี้ยง total *Vibrio* มีแนวโน้มลดลง(กรกฎาคม-ตุลาคม) ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน อาจทำให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ *Vibrio* เหมือนในฤดูร้อน

การเปลี่ยนแปลง total *Vibrio* ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.17 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า total *Vibrio* เฉลี่ยตลอดการเลี้ยง ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และ total *Vibrio* เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 4.17) พบว่า รูปแบบของ total *Vibrio* ในบ่อ(15) มีรูปแบบคล้ายกับจุดแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้งจุดปลายท่อน้ำทิ้งจากฟาร์มและจุดห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร โดยจุดปลายท่อน้ำทิ้งพบมากที่สุด และพบจำนวน total *Vibrio* ในเดือนมีนาคม มีจำนวนใกล้เคียงกันทั้งสองจุดเก็บตัวอย่าง แสดงว่า total *Vibrio* ที่พบตลอดการเลี้ยงมาจากฟาร์มเป็นส่วนใหญ่ และอาจมาจากอาหารที่ใช้เลี้ยงหอยหวาน (ปลาเป็ด) ประกอบกับสภาพในแหล่งน้ำนั้นมีความเหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนของ *Vibrio*



ภาพที่ 4.17 แสดงจำนวน total *Vibrio* ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

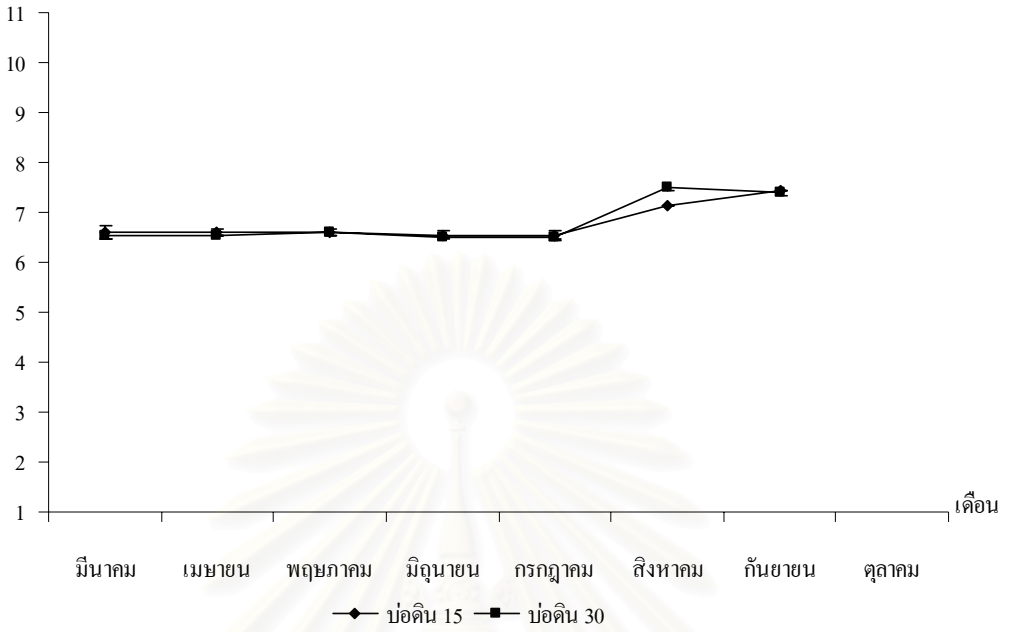
4.1.2 คุณภาพดินในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานและแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ

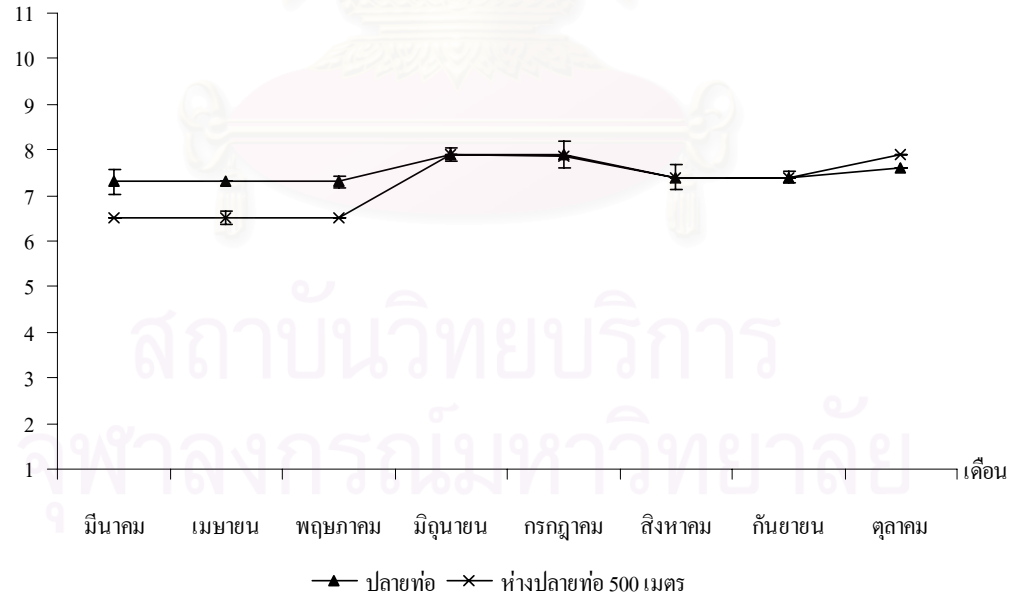
4.1.2.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินทางเคมี

ก. พีเอชในดินของบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

พีเอชในดินของบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ที่เวลา 10 นาฬิกา มีค่าเฉลี่ย 6.79± 0.36(6.55-7.45) และ 6.8±0.44(6.5-7.5) ตามลำดับ พีเอชในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยงและมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง พีเอชที่วิเคราะห์ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Boyd (1995) ที่ได้รายงานไว้ว่า ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำโดยทั่วไปจะมีค่า พีเอชอยู่ในช่วงกว้าง โดยได้ทำการศึกษาค่าพีเอชของดินในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจำนวน 358 บ่อ พบว่าค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.9 – 8.0 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.69 และจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยจำนวน 346 บ่อ พบว่ามีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 1.2 – 9.8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.50 สำหรับพีเอชบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 7.51±0.25(7.3-7.9) และ 7.24±0.64(6.45-7.9) ตามลำดับ พีเอชบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ตลอดการเลี้ยงและมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง

ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงพีเอชในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.18 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (Analysis of variance, ANOVA) พบว่า พีเอชเฉลี่ยตลอดรอบการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และพีเอชเฉลี่ยตลอดรอบการเลี้ยงบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า พีเอชในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร มีค่าอยู่ในมาตรฐานของคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (6.50-9.00) (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)





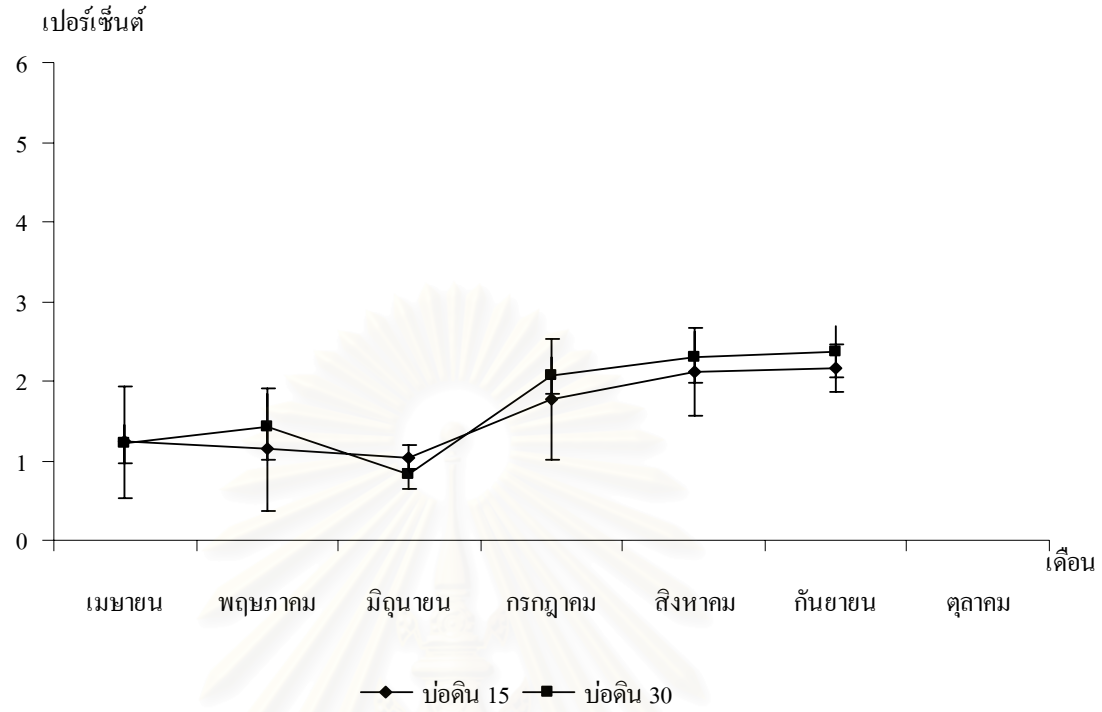
ภาพที่ 4.18 แสดงค่าเฉลี่ยพีเอชตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

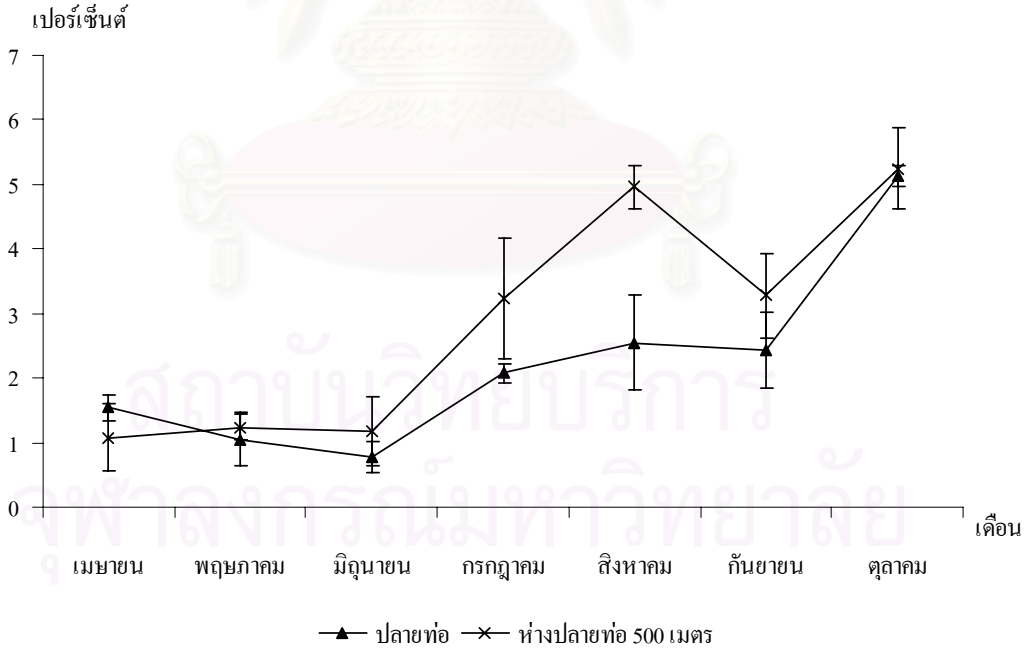
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.สารอินทรีย์ในดินในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

สารอินทรีย์ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน มีค่าเฉลี่ย 1.58± 0.51(1.04-2.17) และ 1.69±0.63(0.82-2.36)เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สารอินทรีย์ในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาการเลี้ยง สารอินทรีย์ในดินที่พบในบ่อดินทั้งสองบ่อมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงอยู่ในช่วงที่สิริและคณะ(2548) ได้ศึกษาในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จำนวน 3 บ่อ พบสารอินทรีย์ในดิน 1.6 – 2.5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสารอินทรีย์บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 2.28±1.44(0.77-5.13) และ 2.89±1.78(1.08-5.25) เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สารอินทรีย์บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร และมีแนวโน้มยกเว้นในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคมที่พบความแตกต่างของสารอินทรีย์ ช่วงเดือนท้ายๆของการเลี้ยงที่มีการสะสมของเศษอาหารเหลือในบ่อเพิ่มสูงขึ้นและสารอินทรีย์ที่สะสมภายในบ่อเกิดการฟุ้งกระจายและถูกพัดพาออกไปนอกฟาร์มเพาะเลี้ยง ดังนั้นทำให้ที่แหล่งน้ำธรรมชาติมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนท้ายๆของการเลี้ยง

การเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.19 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สารอินทรีย์เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และสารอินทรีย์เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน กริชพล (2535) ได้รายงานว่า ปริมาณสารอินทรีย์ต่ำ เนื่องมาจากลักษณะเนื้อดินตะกอนมีอนุภาคดินทรายสูงทำให้ยึดเกาะสารอินทรีย์ลดลง และปริมาณสารอินทรีย์สูงเนื่องจากดินตะกอนมีอนุภาคดินเหนียวสูงทำให้สามารถยึดเกาะสารอินทรีย์ได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ กล่าวคือ ดินที่ใช้ในการปูพื้นบ่อเป็นดินทรายหยาบสะอาดสีน้ำตาล ทำให้ในช่วงสัปดาห์ต้นๆ ของการศึกษา พบปริมาณสารอินทรีย์ในดินต่ำ และค่อยๆเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ท้ายๆ ของการเลี้ยง ซึ่งลักษณะทางกายภาพของดินก็เปลี่ยนไป คือ มีลักษณะเป็นโคลนปนทรายละเอียดสีดำ บุญฑริกา (2547) ได้รายงานว่า ระยะเวลาการเลี้ยงจะส่งผลต่อการสะสมปริมาณสารอินทรีย์รวมในตะกอนดิน เนื่องจากในระยะแรกมีปริมาณสารอินทรีย์ต่ำกว่าในช่วงปลายการเลี้ยง เป็นผลมาจากการให้อาหารในช่วงสัปดาห์แรกจะมีปริมาณน้อยสุดและจะมีปริมาณสูงสุดในเดือนสุดท้ายของการเลี้ยง ส่วนการลดลงของปริมาณสารอินทรีย์อาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนถ่ายน้ำ โดยปริมาณสารอินทรีย์มีความสัมพันธ์ผกผันกับการเปลี่ยนถ่ายน้ำ



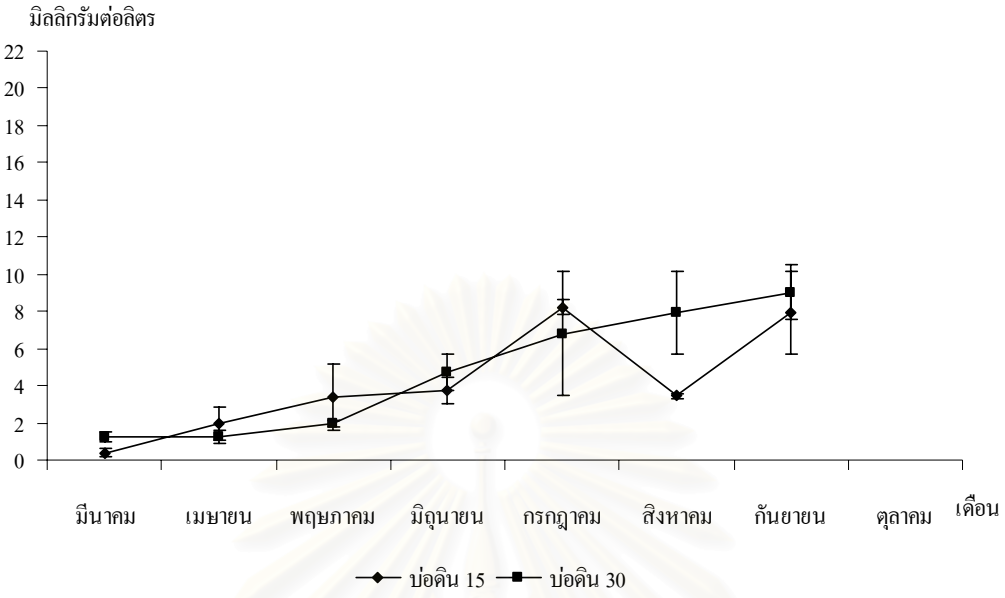


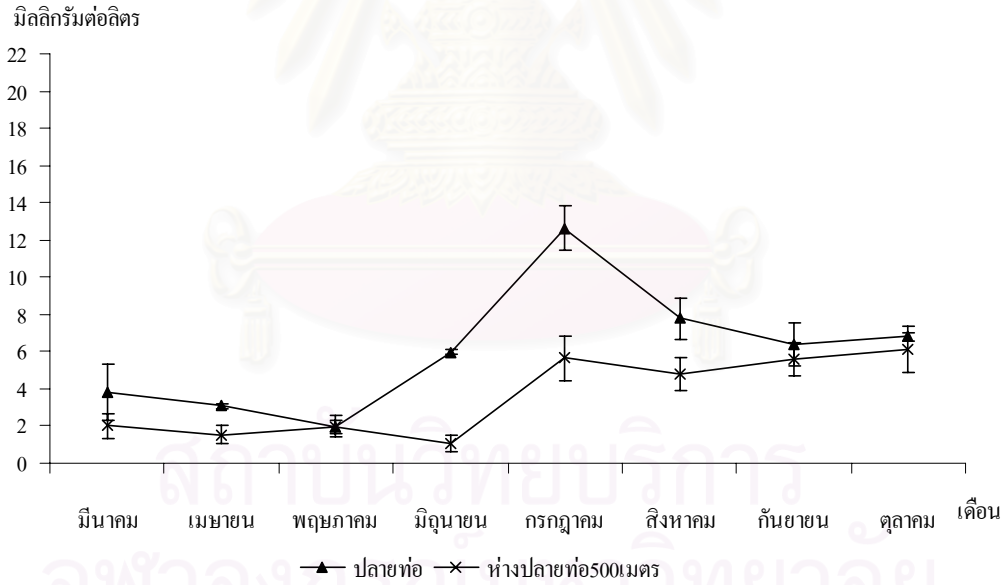
ภาพที่ 4.19 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์ในดินหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน)และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

ค. เอสโอดี ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เอสโอดีในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน มีค่าเฉลี่ย 4.15±2.92(0.38-8.22) และ 4.69±3.30(0.92-9.04) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เอสโอดีในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาการเลี้ยง ยกเว้นในเดือนสิงหาคมที่พบความแตกต่างของเอสโอดี อาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่บ่อยในบ่อดิน(15) ทำให้เกิดการรบกวนผิวหน้าดินทำให้ดินภายในบ่อเกิดการฟุ้งกระจายและถูกพัดพาออกไปภายนอกบ่อยกว่าในบ่อดิน(30) สำหรับเอสโอดีบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 6.06±3.31(1.95-12.62) และ 3.59±2.13(1.03-6.10) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เอสโอดีบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ตลอดการเลี้ยงแต่พบความแตกต่างในเดือนมิถุนายน-สิงหาคม ซึ่งเอสโอดีบริเวณปลายท่อมีค่าสูงกว่าบริเวณห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตรและมีรูปแบบกราฟคล้ายกับบ่อดิน(15) อาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนน้ำเกิดการรบกวนของผิวหน้าดินทำให้ดินภายในบ่อเกิดการฟุ้งกระจายและถูกพัดมาทับถมที่บริเวณนี้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง

การเปลี่ยนแปลงเอสโอดีในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.20 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เอสโอดีเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และเอสโอดีเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเอสโอดีมีความคล้ายกับปริมาณสารอินทรีย์ในดิน อาจเป็นผลเนื่องมาจากเกิดการสะสมของสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นจากเศษอาหารเหลือ ทำให้มีปริมาณเอสโอดีต่ำในช่วงสัปดาห์ต้นๆ ของการเลี้ยง และค่อยๆ เพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์ท้ายๆ ของการเลี้ยง ส่วนแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากตอนเปลี่ยนน้ำในบ่อทำให้หน้าดินเกิดการรบกวนหน้าดินทำให้ตะกอนดินบางส่วนถูกพัดมากับน้ำจึงเกิดการทับถมของดิน ดังนั้นจึงทำให้มีการสะสมของปริมาณสารอินทรีย์ที่แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง





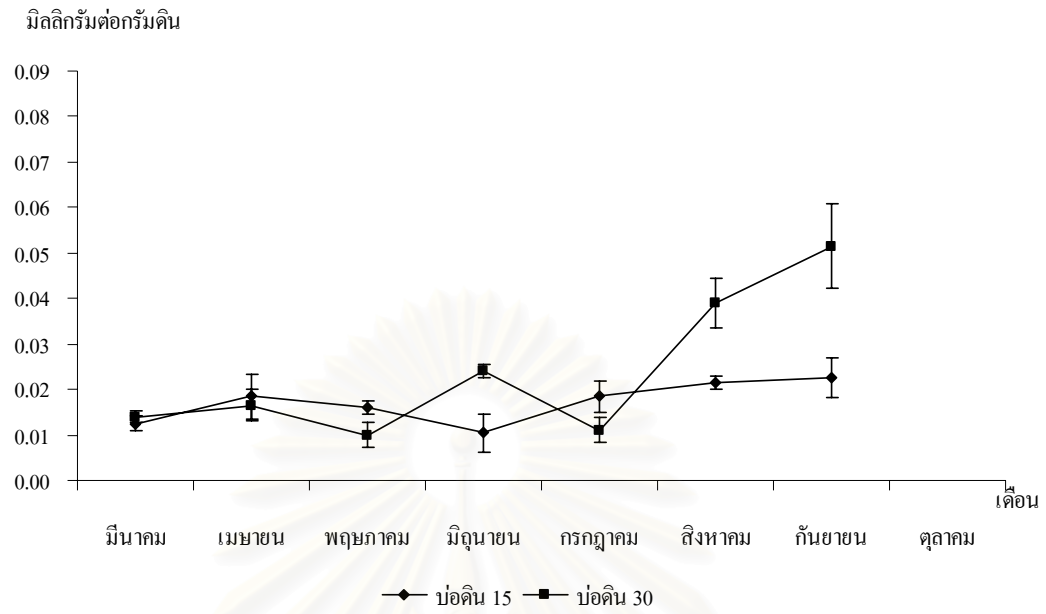
ภาพที่ 4.20 แสดงค่าเฉลี่ยเอสโอดีตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

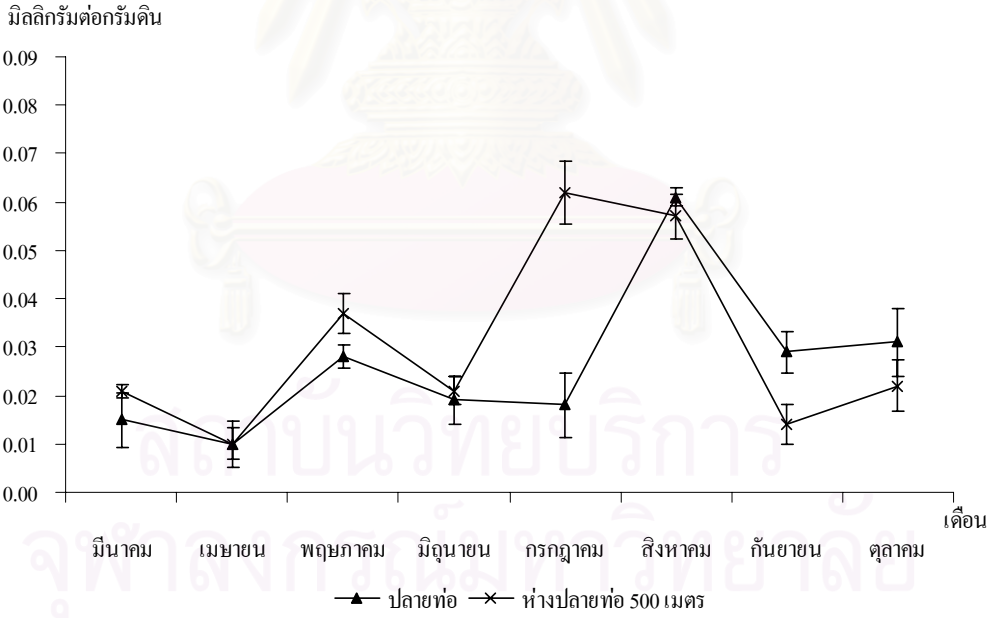
ง. ซัลไฟด์ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

ซัลไฟด์ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน มีค่าเฉลี่ย 0.0170± 0.0044(0.0105-0.0225) และ 0.0240±0.0158 (0.0100-0.0512) มิลลิกรัมต่อกรัมดิน ตามลำดับ ซัลไฟด์ในบ่อดิน(15) ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ยกเว้นในเดือนสิงหาคมและกันยายนที่พบความแตกต่าง โดยบ่อดิน(30) มีการสะสมของซัลไฟด์มากกว่าในบ่อดิน(15) จึงทำให้ในเดือนสิงหาคมและกันยายนซึ่งเป็นเดือนท้ายๆของการเลี้ยง พบปริมาณซัลไฟด์ในบ่อดิน(30) มากกว่าในบ่อ(15) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาการเลี้ยง เมื่อพิจารณาลักษณะการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลไฟด์ มีความคล้ายกับปริมาณสารอินทรีย์ในดินและเอสโอดี ซึ่งอธิบายได้การสะสมของปริมาณสารอินทรีย์ในดินที่เกิดจากเศษอาหารเหลือที่ทับถมกันเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ทำให้ดินอยู่ในสภาวะขาดออกซิเจน และแบคทีเรียสกุล *Desulfovibrio* ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่สะสมอยู่ในดินในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนเกิดเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (บุญฑิกา, 2547) สำหรับซัลไฟด์บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 0.0260±0.0158(0.0100-0.0610) และ 0.0310± 0.0195(0.0100-0.0620) มิลลิกรัมต่อกรัมดิน ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงซัลไฟด์ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.21 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ซัลไฟด์เฉลี่ยตลอดรอบการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และซัลไฟด์เฉลี่ยตลอดรอบการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน ส่วนระหว่างแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้งทั้งสองจุดไม่พบความแตกต่างของปริมาณซัลไฟด์เช่นกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ภาพที่ 4.21 แสดงค่าเฉลี่ยซัลไฟด์ในดินหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

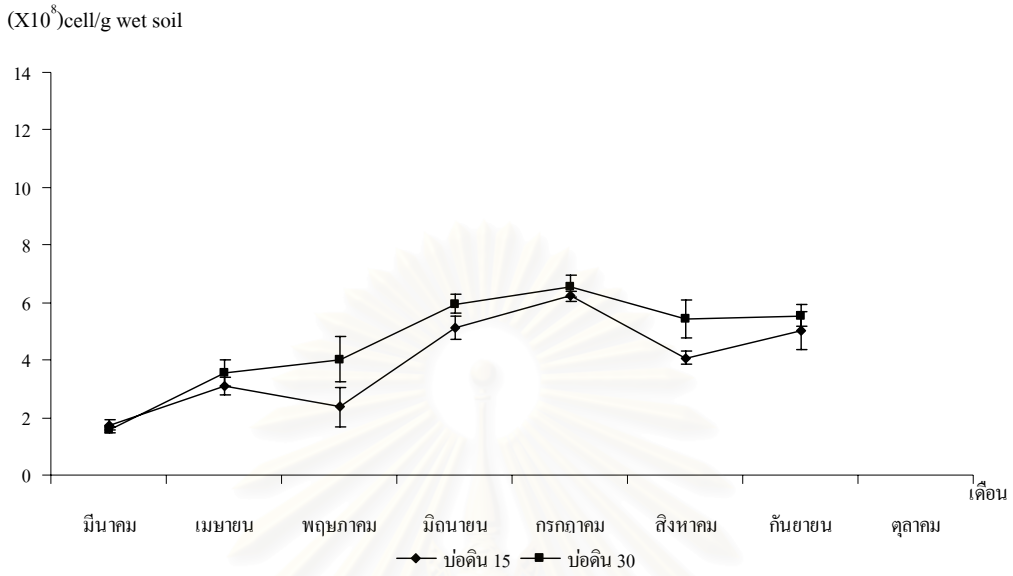
4.1.2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินทางชีวภาพ

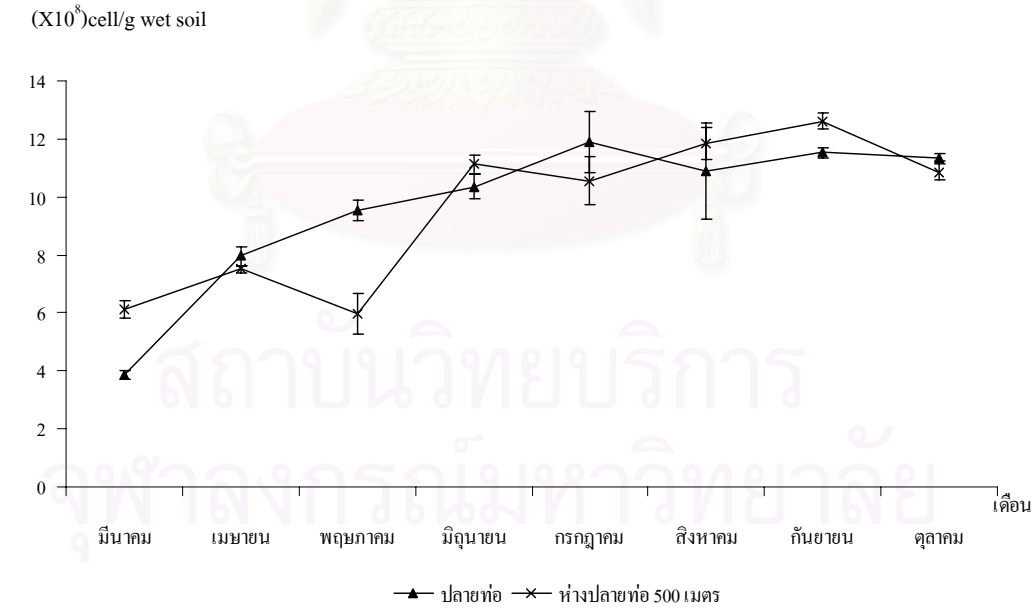
ก. total bacteria (DAPI) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

total bacteria (DAPI) ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วันมีค่าเฉลี่ย 3.95(±1.62)x10^8 (1.75 x10^8-6.22x10^8) และ 4.66 (±1.73)x10^8 (1.57x10^8-6.56x10^8) cell/g wet soil total bacteria (DAPI) ในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง สำหรับ total bacteria (DAPI) ของน้ำทะเลบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย 9.67(±2.67)x10^8 (3.85x10^8-11.88 x10^8) และ 9.58(±2.63)x10^8 (5.96x10^8-12.62x10^8) cell/g wet soil ตามลำดับ total bacteria (DAPI) บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตรตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง

การเปลี่ยนแปลง total bacteria (DAPI) ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน แสดงในภาพที่ 4.22 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า total bacteria (DAPI) เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และ total bacteria (DAPI) เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





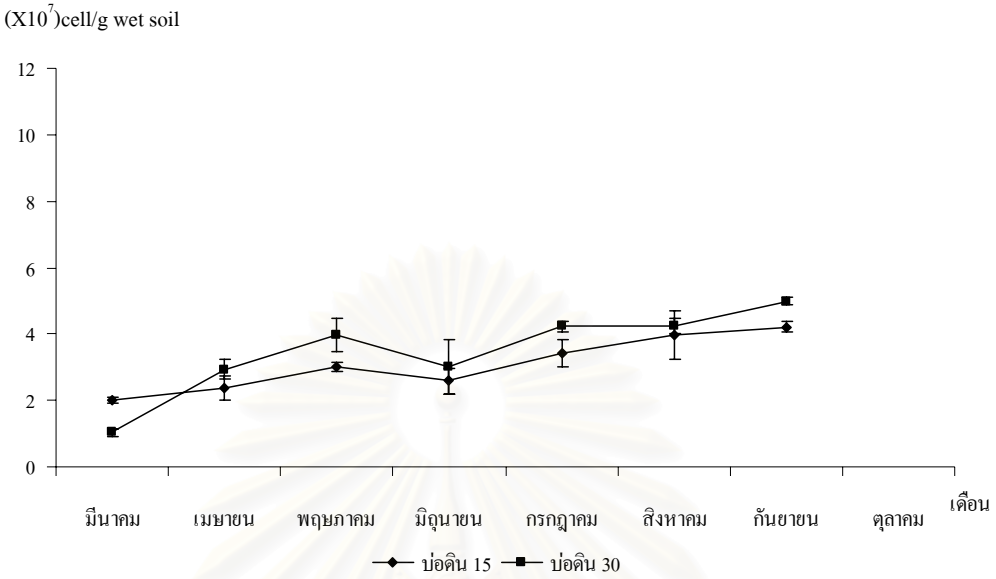
ภาพที่ 4.22 แสดงจำนวน total bacteria (DAPI) ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน(บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

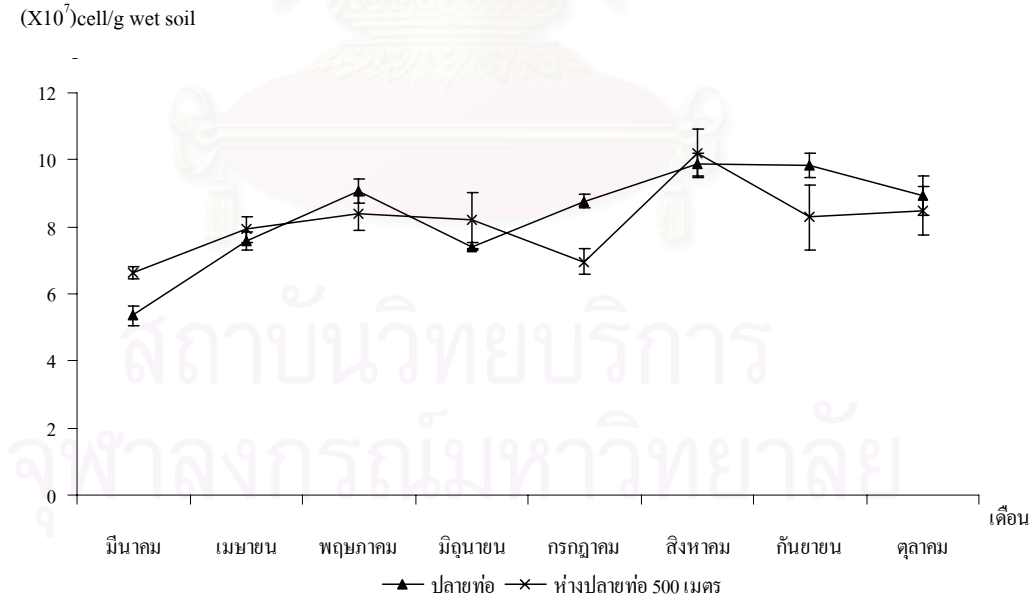
ข. total respirating bacteria (CTC) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

total respirating bacteria (CTC) ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน มีค่าเฉลี่ย $3.07(\pm0.82)\times10^{7}$ (2.01×10^{7}-4.21×10^{7}) และ $3.49(\pm1.30)\times10^{7}$ (1.03×10^{7}-4.98×10^{7}) cell/g wet soil ตามลำดับ total respirating bacteria (CTC) ในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง สำหรับ total respirating bacteria (CTC) บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย $8.35(\pm1.51)\times10^{7}$ (5.36×10^{7}-9.86×10^{7}) และ $8.13(\pm1.08)\times10^{7}$ (6.62×10^{7}-10.19×10^{7}) cell/g wet soil ตามลำดับ total respirating bacteria (CTC) บริเวณปลายท่อน้ำทิ้งมีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตรตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง

ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลง total respirating bacteria (CTC) ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.23 จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า total respirating bacteria (CTC) เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน และ total respirating bacteria (CTC) เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



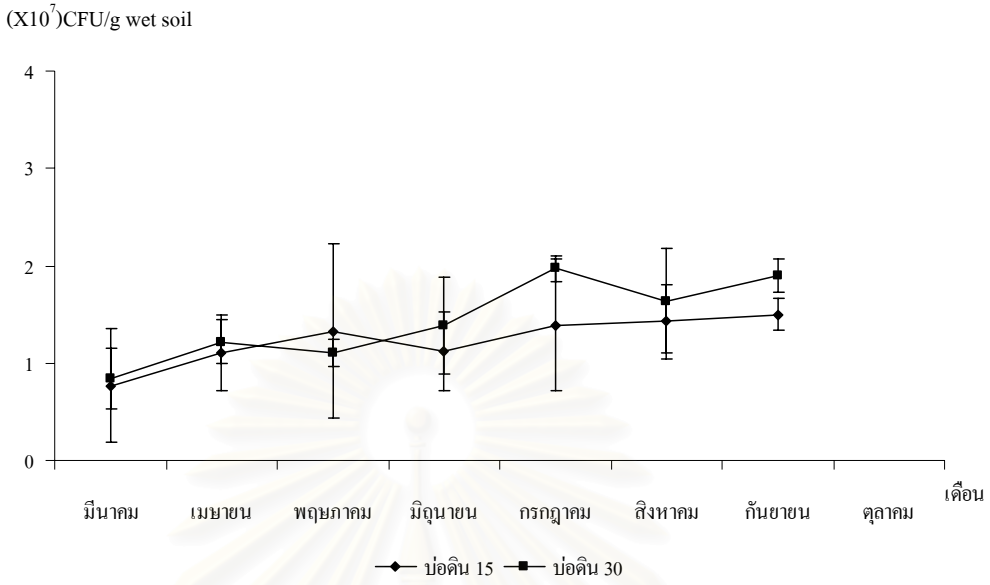


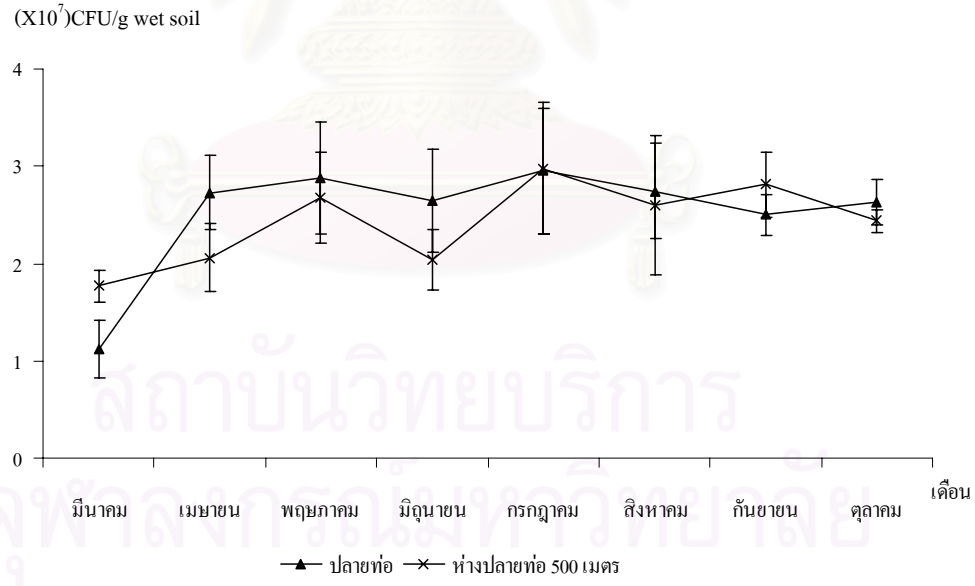
ภาพที่ 4.23 แสดงจำนวน total respirating bacteria (CTC) ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

ค. total bacteria count (plate count) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

total bacteria count (pour plate) ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน มีค่าเฉลี่ย $1.24(\pm0.25)x10^7$ ($0.77 x10^7$-$1.50x10^7$) และ $1.43(\pm0.42)x10^7$($0.84x10^7$-$1.97x10^7$) CFU/g wet soil ตามลำดับ total bacteria count (pour plate)ในบ่อดิน(15) มีค่าใกล้เคียงกับบ่อดิน(30) ตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง สำหรับ total bacteria count (pour plate) บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร พบว่า มีค่าเฉลี่ย $2.54(\pm0.59)x10^7$ ($1.12x10^7$-$2.95x10^7$) และ $2.42(\pm0.42)x10^7$ ($1.77x10^7$- $2.98x10^7$) CFU/g wet soil ตาม ลำดับ บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตรตลอดการเลี้ยงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง

การเปลี่ยนแปลง total bacteria count (pour plate) ในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วันและ 30 วัน และแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากบ่อดินเลี้ยงหอยหวานแสดงในภาพที่ 4.24 การวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า total count bacteria (pour plate) เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน และ 30 วัน ไม่แตกต่างกัน total count bacteria (pour plate) เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร ไม่แตกต่างกัน จากรูปแบบกราฟ total bacteria (DAPI), total respirating bacteria (CTC) และ total bacteria count (total plate count) ในน้ำและดิน(ภาพที่ 4.12-4.12 และ 4.22 - 4.24) พบว่า ที่จุดแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้งมีจำนวนแบคทีเรียมากกว่าในบ่อดิน ซึ่งอาจมาจากกิจกรรมอื่นรอบแหล่งน้ำนั้น และจากแบคทีเรียในบ่อออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติภายนอก ซึ่งภายในแหล่งน้ำธรรมชาตินั้นมีอาหารและสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ดังนั้นจึงพบจำนวนแบคทีเรียที่แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้งทั้งสองจุดมากกว่าในบ่อดิน และพบว่าบ่อดินทั้งสองบ่อมีแนวโน้มของจำนวนแบคทีเรียเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พุทธ และวลีรัตน์ (2547) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำและการเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียในระบบการจัดการกุ้งกุลาดำ พบว่าระบบเปิด ปริมาณแบคทีเรียรวม(DAPI staining) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง โดยมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง $4.0\text{-}6.5x10^6$ cell/ml ศุภชัย และลิลา (2540) ที่ศึกษาปริมาณแบคทีเรียในดินก้นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตจังหวัดจันทบุรี พบว่าแบคทีเรียที่ตรวจพบในตัวอย่างดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะ เวลาการเลี้ยง





ภาพที่ 4.24 แสดงจำนวน total count bacteria (plate count) ตลอดหนึ่งรอบการเลี้ยงของบ่อดินเลี้ยงหอยหวาน (บน) และแหล่งธรรมชาติรับน้ำทิ้ง (ล่าง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

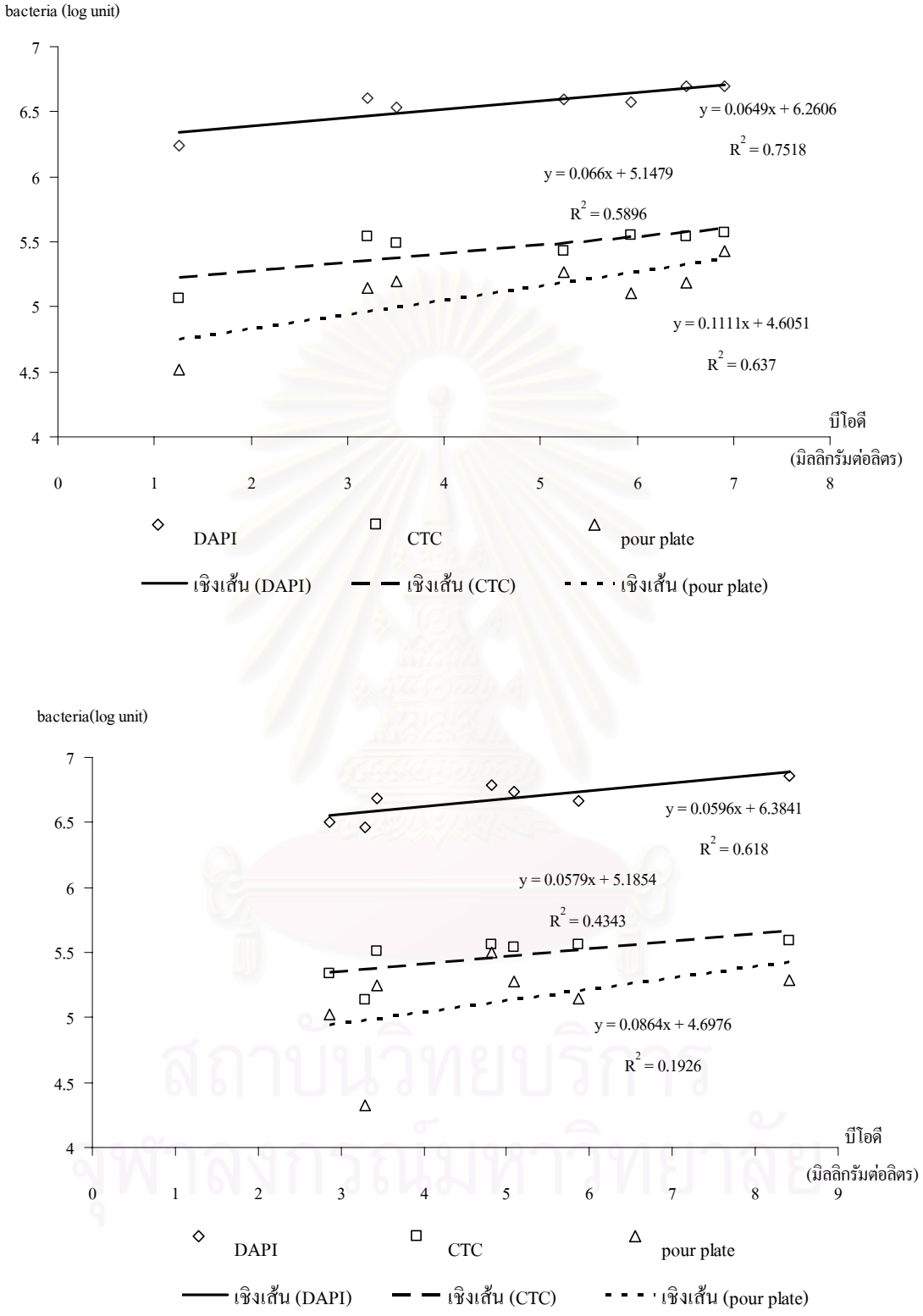
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียกับคุณภาพน้ำและคุณภาพดิน

ความสัมพันธ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่4.1) ระหว่างจำนวนแบคทีเรียและบีโอดีในบ่อดิน (ภาพที่ 4.25) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ปริมาณบีโอดีในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานทั้งสองบ่อ เกิดการสะสมของสารอินทรีย์ที่ จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ เนื่องจากการเลี้ยงหอยหวานในบ่อดินใช้ปลาเป็นอาหารไม่มีการใช้สารเคมีและอาหารที่ใช้เลี้ยงหอยหวานเป็นปลา ซึ่งอาจบอกได้ว่าจำนวนแบคทีเรียในเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นเดือนแรกที่ยังไม่มีการปล่อยลูกหอยหวานลงบ่อ เป็นแบคทีเรียที่ตรวจพบในเดือนนี้จึงถือเป็นจำนวนพื้นฐานไม่ได้มาจากการเลี้ยงหอยหวาน และพบว่าแบคทีเรียมีความสัมพันธ์กับบีโอดีในบ่อดิน(15) มากกว่าบ่อดิน(30) อาจมาจาก ในบ่อดิน(15) มีอาหารจุลินทรีย์และสภาพที่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของแบคทีเรียมากกว่าในบ่อ(30) ส่วนความสัมพันธ์กับเอสโอดี (ภาพที่ 4.26) พบว่ามีความสัมพันธ์ในบ่อดินทั้งสองบ่อ การเพิ่มขึ้นของสารอินทรีย์ในดินที่เกิดจากการสะสมของเศษอาหาร ซึ่งใช้ปลาเป็นอาหารเลี้ยงหอยหวานในบ่อดินทั้งสองบ่อส่งผลทำให้อาจเกิดการเน่าเสียของเศษอาหารและทำให้เอสโอดีเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดขึ้นที่บริเวณพื้นบ่อ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณเอสโอดีนี้อาจส่งผลให้จำนวนจำนวนจำนวนแบคทีเรียเพิ่มขึ้นดังความสัมพันธ์ดังที่กล่าวข้างต้น ส่วนแหล่งน้ำธรรมชาติทั้งสองจุดไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนจำนวนแบคทีเรียกับปริมาณสารอินทรีย์ในดิน เอสโอดี และซัลไฟด์ อาจเป็นผลเนื่องมาจากกิจกรรมต่างๆในชุมชนที่อยู่ในบริเวณแหล่งน้ำนั้น ประกอบกับระดับน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีระดับแตกต่าง รวมถึงอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงอาจส่งผลให้เกิดการรบกวนตะกอนดินฟุ้งกระจายทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ถูกพัดพามากกว่าการรบกวนที่เกิดในบ่อเพาะเลี้ยง

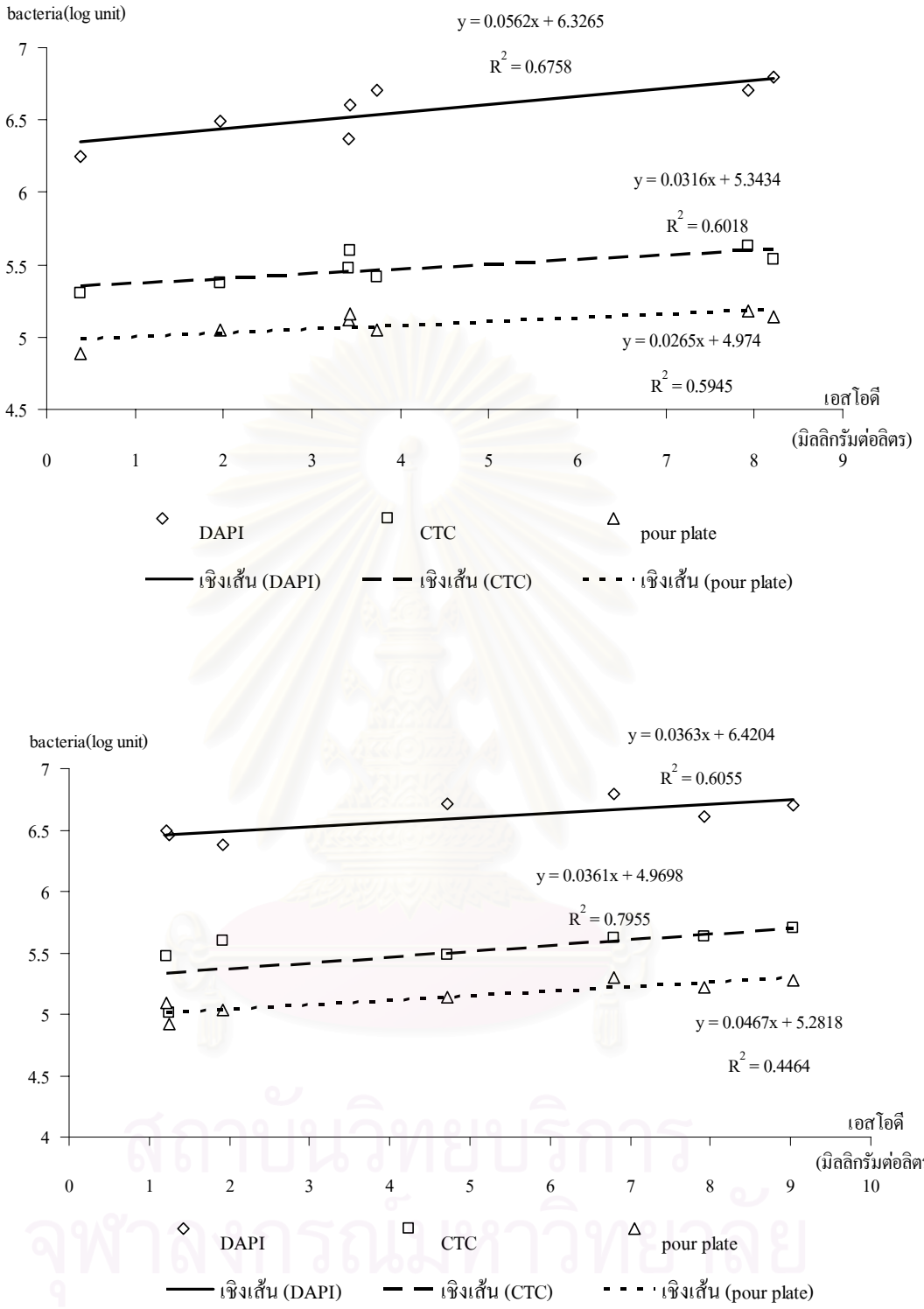
ตารางที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างแบคทีเรียกับคุณภาพน้ำและคุณภาพดิน

คุณภาพน้ำและดิน	บ่อดิน(15)		บ่อดิน(30)	
	R^2	%ความสัมพันธ์	R^2	%ความสัมพันธ์
บีโอดี : DAPI	0.7518*	86.71	0.6180*	78.62
CTC	0.5896*	76.78	0.4343	65.89
pour plate	0.6370*	79.81	0.1926	43.89
เอสโอดี : DAPI	0.6750*	82.21	0.6055*	77.81
CTC	0.6018*	77.57	0.7955*	66.82
pour plate	0.5945*	77.12	0.4464*	89.18

* มีความสัมพันธ์เชิงเส้น 95 เปอร์เซ็นต์



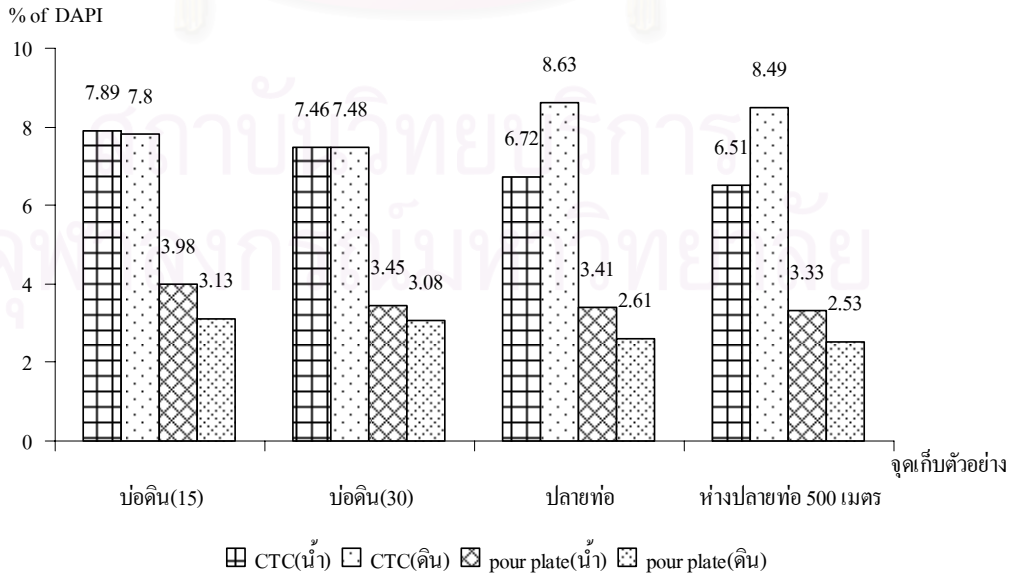
ภาพที่ 4.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียกับบีโอดี(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อดินที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน(บน) และ30 วัน(ล่าง)



ภาพที่ 4.26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียกับเอสโอดี(มิลลิกรัมต่อลิตร)ในบ่อดินที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 15 วัน(บน) และ30 วัน(ล่าง)

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียที่ตรวจวัดได้จากวิธีวิเคราะห์ที่ต่างกัน

การย้อมสีด้วยวิธี (DAPI) เป็นการนับทั้งแบคทีเรียที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต โดยสีจะย้อมที่ DNA ของเซลล์ ขณะที่วิธีย้อมสี (CTC) และ pour plate จะนับเฉพาะเซลล์ที่ยังมีชีวิต โดยวิธีย้อมสี (CTC) ย้อมติดเซลล์ที่กำลังหายใจ แต่วิธี pour plate จะนับได้เฉพาะเซลล์ที่ขึ้นได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อ จำนวนแบคทีเรียที่วิเคราะห์ต่างกันทั้งสามวิธีนี้ สามารถทำให้ทราบถึงคุณภาพของน้ำและดินได้เบื้องต้นโดยวิเคราะห์จากเปอร์เซ็นต์ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่มีชีวิตที่วิเคราะห์ด้วยวิธีย้อมสีCTC และ pour plate เทียบกับไม่มีชีวิตที่วิเคราะห์ด้วยวิธีย้อมสี (DAPI) (ภาพที่ 4.28) จากกราฟ พบว่า ในบ่อดินทั้งสองบ่อพบจำนวนแบคทีเรียมากกว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติ แสดงว่าน้ำในบ่อดินทั้งสองบ่อมีเซลล์แบคทีเรียที่มีชีวิตมากกว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติ ดังนั้นจึงสรุปได้เบื้องต้นว่าน้ำในบ่อดินทั้งสองบ่อมีสารอาหารจุลินทรีย์และสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการรอดชีวิตมากกว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติ และในบ่อดิน (15) มีสารอาหารจุลินทรีย์และสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการรอดชีวิตใกล้เคียงกับในบ่อดิน (30) ส่วนในแหล่งน้ำธรรมชาติที่บริเวณห่างปลายท่อ 500 เมตร มีสารอาหารจุลินทรีย์และสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการรอดชีวิตใกล้เคียงกับบริเวณปลายท่อน้ำทิ้งจากฟาร์มทดลอง ส่วนในดิน พบว่า ในบ่อดินทั้งสองบ่อพบจำนวนแบคทีเรียน้อยกว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติ ดังนั้นสามารถสรุปได้เบื้องต้นว่าดินในแหล่งน้ำธรรมชาติมีสารอาหารจุลินทรีย์และสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการรอดชีวิตมากกว่าในบ่อดินทั้งสองบ่อ และในบ่อดิน (15) มีสารอาหารจุลินทรีย์และสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการรอดชีวิตใกล้เคียงกับในบ่อดิน (30) ส่วนในแหล่งน้ำธรรมชาติที่บริเวณห่างปลายท่อ 500 เมตร มีสารอาหารจุลินทรีย์และสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการรอดชีวิตใกล้เคียงกับบริเวณปลายท่อน้ำทิ้งจากฟาร์มทดลอง



ภาพที่ 4.27 แสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่มีชีวิตที่วิเคราะห์ด้วยวิธีย้อมสี CTC และ pour plate เทียบกับไม่มีชีวิตที่วิเคราะห์ด้วยวิธีย้อมสี DAPI

ความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2) ระหว่างจำนวน total bacteria (DAPI) กับจำนวน total respirating bacteria (CTC) ในน้ำ พบว่า มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน 92.73 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 36) ส่วนความสัมพันธ์ในดิน พบว่า มีความสัมพันธ์ ไปในทิศทางเดียวกัน 89.63 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 37) จากความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างจำนวน total bacteria (DAPI) กับจำนวน total respirating bacteria (CTC) พบว่าในน้ำมีความสัมพันธ์มากกว่าดิน ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน total bacteria (DAPI) กับจำนวน total bacteria count (pour plate) ในน้ำ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน 90.69 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 36) และในดินมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน 89.64 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 37) จากความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างจำนวน total bacteria (DAPI) กับจำนวน total bacteria count (pour plate) พบความสัมพันธ์ในน้ำมากกว่าดิน จากความสัมพันธ์เชิงเส้น ระหว่างวิธีย้อมสี CTC และวิธี pour plate ในน้ำ พบว่า มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน 90.31 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 36) และในดินมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน 90.54 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 37) ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างวิธีย้อมสี CTC และวิธี pour plate ในดินมีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับน้ำ จากความสัมพันธ์เชิงเส้นข้างต้นพบว่า วิธีย้อมสี(DAPI) สามารถใช้แทนวิธีย้อมสี(CTC) และ วิธีpour plate ได้ โดยจะใช้แทนวิธีย้อมสี(CTC) ได้ดีกว่าวิธี pour plate เล็กน้อย เนื่องจาก total respirating bacteria (CTC) มีความสัมพันธ์เชิงเส้น กับ total bacteria (DAPI) มากกว่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง total bacteria count (pour plate) กับจำนวน total bacteria (DAPI) อยู่ 0.23 เปอร์เซ็นต์

วิธีย้อมสี CTC เป็นการจับติดสีที่ electron transfer ในขณะแบคทีเรียกำลังหายใจ แต่วิธี pour plate เป็นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเกิดเป็นโคโลนีที่ปรากฏบนอาหาร ซึ่งแบคทีเรียบางชนิดอาจไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะของอาหารเลี้ยงเชื้อได้ ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์แบคทีเรียจะพบจำนวน total respirating bacteria (CTC) มากกว่าจำนวน total bacteria count (pour plate)

การหาจำนวน total bacteria(DAPI) และ total respirating bacteria (CTC) เป็นเทคนิคการย้อมสี โดย total bacteria(DAPI) จะเป็นการจับติดสีที่ DNA ของแบคทีเรียแต่วิธีย้อมสี CTC เป็นการจับติดสีที่ electron transfer ในขณะแบคทีเรียกำลังหายใจ ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์แบคทีเรียจะพบจำนวน total bacteria(DAPI) มากกว่าจำนวน total respirating bacteria (CTC) ซึ่งสอดคล้องกับ Rodriguez, Phipps, Ishiguro และ Ridgway(1992) ที่กล่าวเกี่ยวกับเทคนิคการย้อมสีทั้งสองชนิดว่า การหาจำนวนแบคทีเรียในน้ำเสียได้แก่ น้ำเสียชุมชน น้ำใต้ดิน และน้ำทะเล

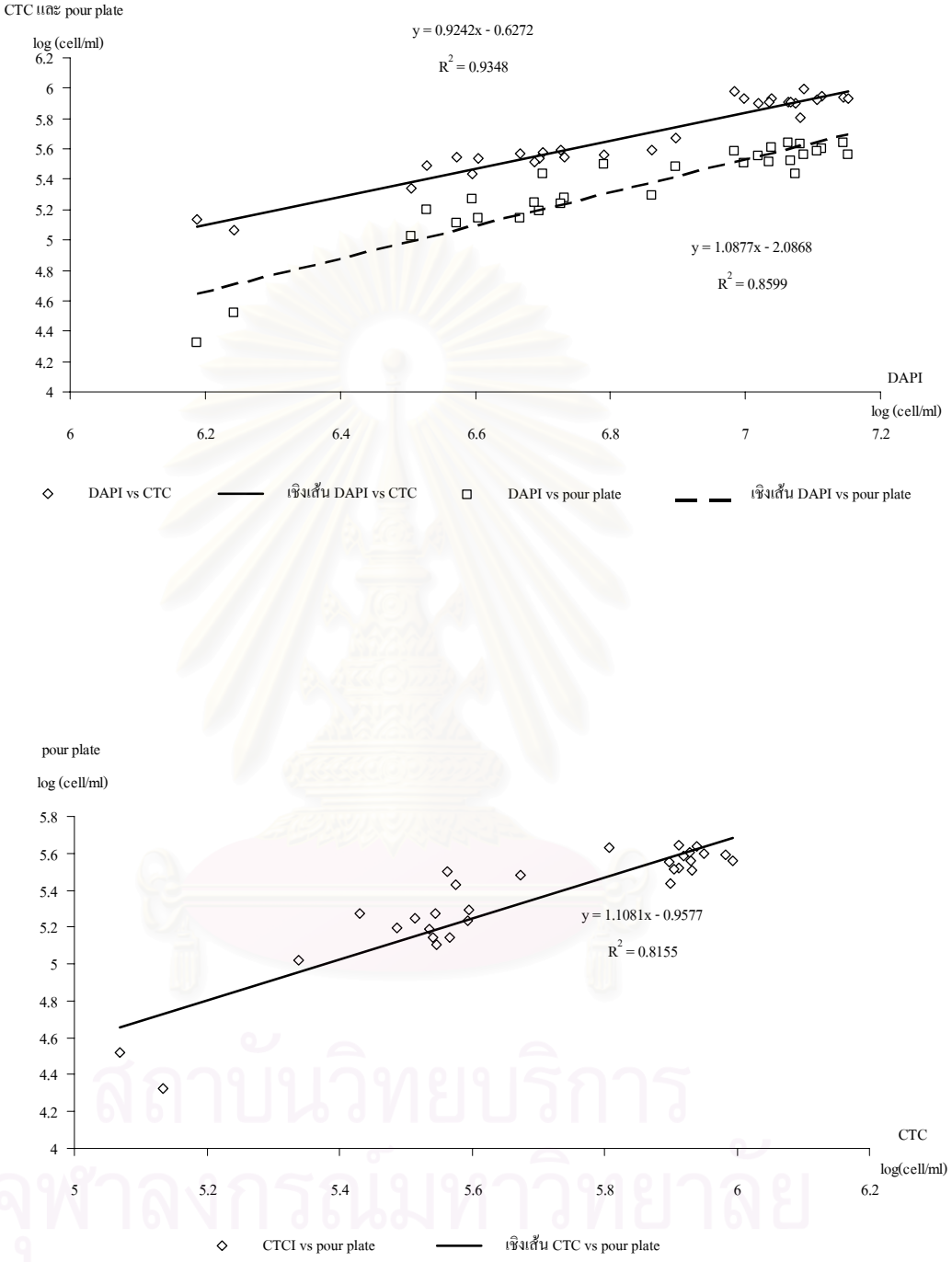
จะพบ total bacteria (DAPI) มีจำนวนมากกว่า total respirating bacteria (CTC) Junge, Eicken และ Deming(2003) ได้ศึกษาจำนวนแบคทีเรียที่ทะเลอาร์คติก ในฤดูหนาว พบว่า จำนวน total respirating bacteria (CTC) อยู่ 0.5-4 เปอร์เซ็นต์ ของ total bacteria(DAPI)ข้อจำกัดของทั้งสองเทคนิคนี้ คือ เซลล์แบคทีเรียจะเพิ่มสูงสุดประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 2 – 10 นาที หลังจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นในวิเคราะห์ต้องวิเคราะห์อย่างรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนด เพื่อความถูกต้องแม่นยำ (Sieracki, Cucci และNicinski, 1999) แต่ข้อเสียคือไม่สามารถแยกประเภทความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียได้แต่วิธี total bacteria count (pour plate) สามารถแยกประเภทความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียได้ ดังนั้นการเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของงานด้วย

ตารางที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างจำนวนแบคทีเรียในน้ำและดินที่วิเคราะห์ด้วยวิธีที่ต่างกัน (วิธีย้อมสี DAPI vs วิธีย้อมสี CTC, วิธีย้อมสี DAPI vs pour plate, วิธีย้อมสี CTC vs วิธี pour plate)

ความสัมพันธ์	DAPI vs CTC		DAPI vs pour plate		CTC vs pour plate	
	R^2	เปอร์เซ็นต์ความสัมพันธ์	R^2	เปอร์เซ็นต์ความสัมพันธ์	R^2	เปอร์เซ็นต์ความสัมพันธ์
น้ำ	0.9348*	92.73	0.8599*	90.69	0.8155*	90.31
ดิน	0.8226*	89.63	0.8034*	89.64	0.8198*	90.54

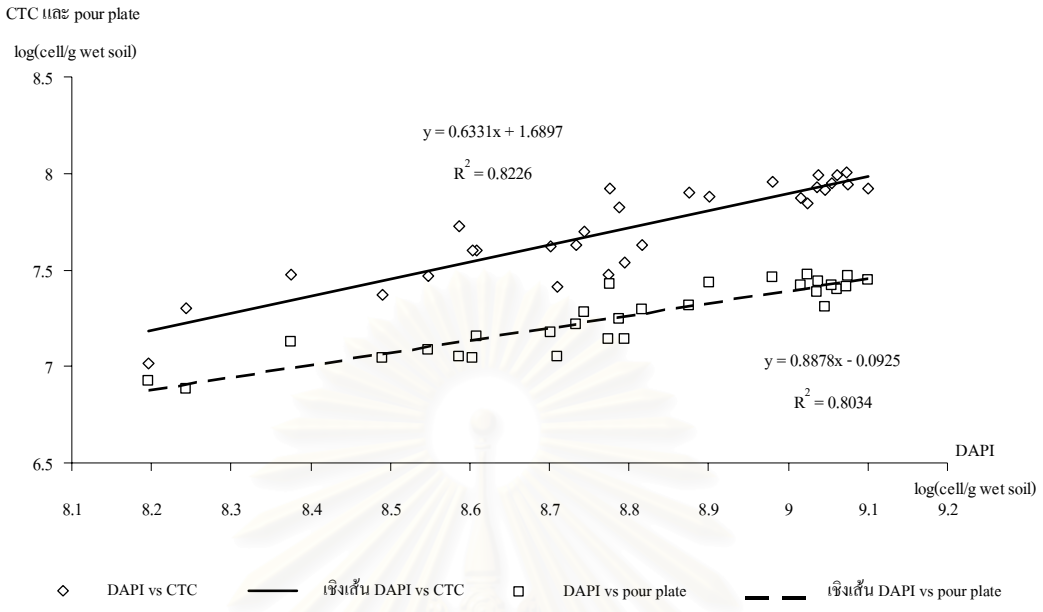
* มีความสัมพันธ์เชิงเส้น 95 เปอร์เซ็นต์

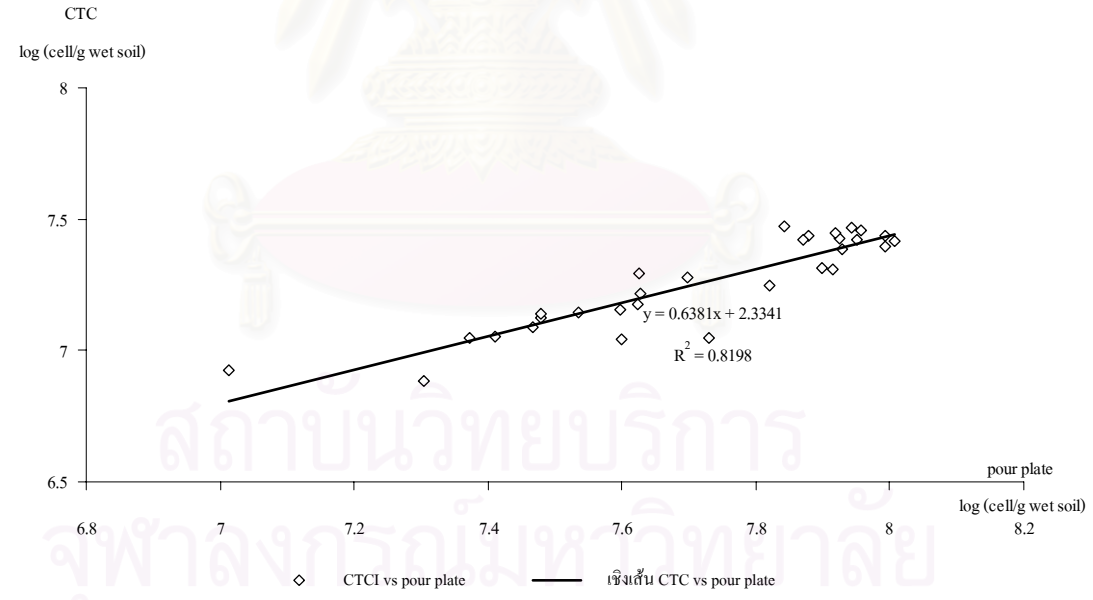
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียในน้ำที่วิเคราะห์ด้วยวิธีที่ต่างกัน (วิธีย้อมสี DAPI vs วิธีย้อมสี CTC, วิธีย้อมสี DAPI vs pour plate)(บน) (วิธีย้อมสี CTC vs วิธี pour plate)(ล่าง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ภาพที่ 4.29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียในดินที่วิเคราะห์ด้วยวิธีที่ต่างกัน (วิธีย้อมสี DAPI vs วิธีย้อมสี CTC, วิธีย้อมสี DAPI vs pour plate)(บน) (วิธีย้อมสี CTC vs วิธี pour plate)(ล่าง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงหอยหวานในบ่อดิน

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำตามธรรมชาติที่รองรับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงหอยหวานในบ่อดิน พบว่าคุณภาพน้ำและดิน ไม่พบความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ระหว่างบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง (ระยะ 0 เมตร จากท่อน้ำทิ้งจากฟาร์ม เป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด) และบริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร (ระยะ 500 เมตร จากท่อน้ำทิ้งจากฟาร์ม เป็นบริเวณบ้านพักอาศัยและนาเกลือ ซึ่งไม่มีกิจกรรมจากฟาร์มเพาะเลี้ยง) คุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กรมควบคุมมลพิษ , 2540) จากผลการศึกษาพบว่า น้ำทิ้งจากฟาร์มทดลองไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำแหล่งน้ำตามธรรมชาติแต่พบว่าจำนวน coliform bacteria และ *E. coli* ระหว่างจุดปลายท่อน้ำทิ้ง และบริเวณที่ห่างจากปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร มีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จำนวน coliform bacteria และ *E. coli* ที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาตินี้อาจจะมาจากกิจกรรมโดยรอบของชุมชนเป็นเหตุผลหลัก เนื่องมาจากจำนวน coliform bacteria และ *E. coli* ที่พบภายในบ่อดินทั้งสองบ่อมีจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับในแหล่งน้ำธรรมชาติประกอบกับพื้นที่โดยรอบของในแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นชุมชนมีบ้านพักอาศัยของชาวบ้าน อาจมีการจัดระบบสุขาภิบาลไม่ดีพอจึงทำให้พบปริมาณ coliform bacteria และ *E. coli* มากในแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบปริมาณ coliform bacteria และ *E. coli* บริเวณที่ห่างปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร มากกว่าบริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง แบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มโดยเฉพาะ *E. coli* มักถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้โอกาสของการปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์ เนื่องจากพบแบคทีเรียกลุ่มนี้ได้ในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่นทั่วไป และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาวะแวดล้อมภายนอก เช่น ดิน และแหล่งน้ำได้ดี การตรวจพบแบคทีเรียประเภทนี้ในน้ำ เป็นการบ่งชี้ว่าน้ำนั้นมีการปนเปื้อนจากอุจจาระของมนุษย์โดยอาจเกิดจากการขาดการควบคุมระบบสุขลักษณะที่ดี (สุพรรณี, 2547)

4.5 การเจริญเติบโตของหอยหวาน

การศึกษาครั้งนี้ได้ปล่อยลูกพันธุ์หอยหวานที่มีขนาดเท่ากันผลิตจากรุ่น (crop) เดียวกันโดยไม่ใช้ยาหรือสารเคมีทุกชนิดและไม่ทำการคัดขนาด (size grading) ตลอดระยะเวลาเลี้ยง พบว่า บ่อดินทั้งสองบ่อมีอัตราการรอดตายของหอยหวานเท่ากัน(80 เปอร์เซ็นต์) แต่ในบ่อดินที่มีการเปลี่ยนน้ำทุก 30 วัน จะมีการกระจายขนาดมากกว่าบ่อดินที่มีการเปลี่ยนน้ำทุก 15 วัน ซึ่งอาจ

มาจากในบ่อดิน(15) มีการเปลี่ยนน้ำบ่อยกว่าทำให้การสะสมเศษอาหารเหลือน้อยกว่าบ่อดิน(30) ดังนั้นในบ่อดิน(30) มีการสะสมของเศษอาหารเพิ่มสูงขึ้นในช่วงท้ายของการเลี้ยง ซึ่งสาเหตุนี้อาจทำให้หอยหวานในบ่อดิน(30) มีการกระจายตัวน้อยกว่าบ่อดิน(15) ทำให้เกิดการแย่งอาหารกันของหอยหวาน ดังนั้นจึงทำให้บ่อดิน(30) มีการกระจายขนาดของหอยหวานมากกว่าบ่อดิน(15)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเลี้ยงหอยหวานที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลในบ่อดิน 2 ระดับ คือ ทุก 15 และ 30 วัน พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของ coliform bacteria, *E. coli* ระหว่างจุดแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติทั้งสองจุด ส่วนคุณภาพน้ำและดินอื่นๆในบ่อดินทั้งสองบ่อ และระหว่างแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติทั้งสองจุดไม่มีความแตกกัน และมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (ตารางที่ 5.1) แสดงว่ามีความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลจาก 15 วันเป็น 30 วันในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานและไม่มีผลกระทบต่อแหล่งน้ำธรรมชาติภายนอก โดยหอยหวานทั้งสองบ่อมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 80 เปอร์เซ็นต์ แต่บ่อ(30) มีการกระจายของขนาดหอยมากกว่าบ่อ(15) ในการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำและดินตลอดรอบการเลี้ยง (ตารางที่ 5.2) โดยในบ่อดิน พบไนไตรท์, ฟอสเฟต, บีโอดี, total bacteria(DAPI), total respirating bacteria (CTC), total count bacteria (pour plate), total vibrio, เอสโอดี, สารอินทรีย์ในดิน, ซัลไฟด์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง ดังนั้นในการเลี้ยงหอยหวานในบ่อดินต้องระวังการสะสมของพารามิเตอร์ดังกล่าวข้างต้น

ตารางที่5.1 แสดงค่าเฉลี่ยตลอดรอบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ(กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

คุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ยตลอดรอบ	ค่ามาตรฐาน
อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)		
บ่อดิน(15วัน)	29.65±0.62	
บ่อดิน(30วัน)	29.86±0.86	≤33.00
ปลายท่อน้ำทิ้ง	29.78±1.16	
ปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร	29.31± 1.10	
สารแขวนลอย(มิลลิกรัมต่อลิตร)		
บ่อดิน(15วัน)	65.56±33.03	
บ่อดิน(30วัน)	64.87±49.87	≤70
ปลายท่อน้ำทิ้ง	67.38±32.07	
ปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร	67.34±46.4	

คุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ยตลอดรอบ	ค่ามาตรฐาน
พีเอช		
บ่อดิน(15วัน)	8.21±0.51	
บ่อดิน(30วัน)	8.16±0.45	6.50-9.00
ปลายท่อน้ำทิ้ง	8.30±0.14	
ปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร	8.25±0.23	
ออกซิเจนในน้ำ(มิลลิกรัมต่อลิตร)		
บ่อดิน(15วัน)	5.47±1.41	
บ่อดิน(30วัน)	5.37±1.51	>4.0
ปลายท่อน้ำทิ้ง	4.56±2.33	
ปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร	4.62±2.72	
บีโอดี(มิลลิกรัมต่อลิตร)		
บ่อดิน(15วัน)	4.61±2.01	
บ่อดิน(30วัน)	4.82±1.92	≤20
ปลายท่อน้ำทิ้ง	5.50±1.76	
ปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร	5.04±1.98	
แอมโมเนีย(มิลลิกรัมต่อลิตร)		
บ่อดิน(15วัน)	0.0893±0.073	
บ่อดิน(30วัน)	0.1109±0.1022	≤0.4
ปลายท่อน้ำทิ้ง	0.1780±0.1534	
ปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร	0.1320 ±0.1136	
ไนไตรท์(มิลลิกรัมต่อลิตร)		
บ่อดิน(15วัน)	0.022±0.0109	≤0.05
บ่อดิน(30วัน)	0.0269±0.0199	
ฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)		
บ่อดิน(15วัน)	0.0381±0.022	
บ่อดิน(30วัน)	0.0428±0.031	≤0.3072
ปลายท่อน้ำทิ้ง	0.0993±0.073	
ปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร	0.0742± 0.054	

คุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ยตลอดรอบ	ค่ามาตรฐาน
coliform bacteria (MPN/100ml)		
บ่อดิน(15วัน)	131.42±43.08	
บ่อดิน(30วัน)	127.14±38.28	≤1000
ปลายท่อน้ำทิ้ง	616.42±115.67	
ปลายท่อน้ำทิ้ง 500 เมตร	1205.71±248.12	

ความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียกับคุณภาพน้ำและคุณภาพดิน พบความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า total bacteria มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับบีโอดีและเอสโอดีในบ่อดิน จากเปอร์เซ็นต์ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่มีชีวิตที่วิเคราะห์ด้วยวิธีย้อมสี CTC และ pour plate เทียบกับไม่มีชีวิตที่วิเคราะห์ด้วยวิธีย้อมสี (DAPI)ในน้ำและดิน สรุปได้เบื้องต้นว่าในบ่อดินทั้งสองบ่อมีสารอาหารจุลินทรีย์และสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการรอดชีวิตมากกว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติ และในบ่อดิน (15) มีสภาวะใกล้เคียงกับในบ่อดิน (30) ส่วนในแหล่งน้ำธรรมชาติที่บริเวณห่างปลายท่อ 500 เมตร มีสภาวะใกล้เคียงกับบริเวณปลายท่อน้ำทิ้งจากฟาร์มทดลอง สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียกับวิธีวิเคราะห์ที่ต่างกัน พบว่าจำนวน total bacteria (DAPI) มีความสัมพันธ์กับ total respirating bacteria (CTC) มากกว่าจำนวน total count bacteria (pour plate) เนื่องจากวิธีย้อมสี CTC เป็นการจับติดสีที่ electron transfer ในขณะแบคทีเรียกำลังหายใจ แต่วิธี pour plate มีข้อจำกัดของอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งทำให้แบคทีเรียบางชนิดอาจไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะของอาหารเลี้ยงเชื้อได้ ดังนั้นวิธีย้อมสี CTC จึงมีความแม่นยำมากกว่าและมีจำนวนมากกว่าเสมอ จากความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างจำนวน total bacteria (DAPI) กับจำนวน total respirating bacteria (CTC) และ total count bacteria (pour plate) พบความสัมพันธ์ในน้ำมากกว่าดิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่5.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำและดินตลอดการเลี้ยง

คงที่ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง		แนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยง		แนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง	
บ่อดิน	แหล่งน้ำธรรมชาติ	บ่อดิน	แหล่งน้ำธรรมชาติ	บ่อดิน	แหล่งน้ำธรรมชาติ
* ออกซิเจนในน้ำ * พีเอช * ความเป็นด่าง * แอมโมเนีย *coliform bacteria * *E. coli*	* สารแขวนลอย * บีโอดี	* พีเอช * สารแขวนลอย * ความเค็ม	* ออกซิเจนในน้ำ * แอมโมเนีย * ความเค็ม	* ไนไตรท์ * บีโอดี * total bacteria * total respirating bacteria * total count bacteria * total vibrio * ฟอสเฟต * เอสโอดี * สารอินทรีย์ในดิน * ซัลไฟด์	* ความเป็นด่าง * ฟอสเฟต * เอสโอดี * สารอินทรีย์ในดิน * ซัลไฟด์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การเปลี่ยนถ่ายน้ำต่างกันสองระดับนี้ทางด้านคุณภาพน้ำภายในบ่อไม่แตกต่างกันแต่การกระจายตัวขนาดของหอยหวานต่างกัน ดังนั้นเพื่อความคุ้มทุนของเกษตรกรอาจต้องมีการเปลี่ยนน้ำบ่อยขึ้น เนื่องจากหอยหวานโดยสังเกตจากคุณภาพน้ำทางกายภาพในเดือนนั้น เช่น สี, กลิ่น, ปริมาณขี้แดดภายในบ่อ และพฤติกรรมของหอยหวาน เป็นต้น

2. อาจนำสัตว์ทะเลประเภทอื่นมาเลี้ยงรวมกับหอยหวานในบ่อดิน เช่น ปลากะพงขาว, ปลานวลจันทร์ทะเล และกุ้งกุลาดำเป็นต้น

3. ควรมีการศึกษาจำนวนแบคทีเรียที่ให้ประโยชน์ เช่น แบคทีเรียโปรไบโอติกเพื่อเป็นการพัฒนาการจัดการน้ำเสียภายในฟาร์ม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2525. เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์.กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยมหิดล.

กริชพล กลิ่นหอม. 2535. การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ และดินตะกอน บริเวณลุ่มน้ำจันทบุรี ระยอง และชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กุลวรา แสงรุ่งเรือง. 2534. การศึกษาปริมาณแบคทีเรียที่เปลี่ยนแปลงในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. เอกสารวิชาการฉบับที่14/34 ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน. กรุงเทพมหานคร : กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, หน้า 2-49.

คณิต ไชยาคำ, สิริ ทุกข์วินาศ, ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, ยุทธ ส่องแสงจินดา และดุสิต ตันวิไลย์. 2537. คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. พิมพ์ครั้งที่ 1. ความรู้เบื้องต้นและการวิเคราะห์. สงขลา : มงคลการพิมพ์.

ควบคุมมลพิษ,กรม. 2545. เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำ และมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, หน้า34-36.

จรัญ วงษ์วิวัฒนาวุฒิ, วัลลภ ทิมดี และสมพิศ พรรณนา. 2546. ชีววิทยาบางประการและการเลี้ยงหอยหวาน [online] Distributor : NICA Internet Department. Available from www.nicaonline.com[2549 สิงหาคม 7].

จันทรา ศรีสมวงศ์. 2546. ศักยภาพของพื้นที่เลี้ยงหอยบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง. 2540. ผลกระทบของน้ำทิ้งนากุ้งต่อคุณภาพดินและตะกอนในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กรุงเทพมหานคร : ภาคปฐพีคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เชิด ขันตี. 2549. จัดระเบียบปลากระชัง ก่อนน้ำชีวิกฤตใหญ่. หนังสือพิมพ์ข่าวสด 8 มีนาคม 2549 : หน้า 9.

โชคชัย เหลืองธุวปราณีต. 2548. หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ.พิมพ์ครั้งที่1.การเลือกสถานที่ การออกแบบ การสร้างฟาร์ม คุณภาพน้ำการจัดการ การขยายพันธุ์. กรุงเทพมหานคร : Forepace Publishing House.

นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และคณะ. 2548. การศึกษาผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่น (Babylonia aerolata, Link 1807) ถึงขนาดตลาดด้วยวิธีการเลี้ยงแบบต่างๆ. รายงานการวิจัย ทุนวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2546-2547. หน้า 112.

นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุษา กฤษณะพันธุ์. 2545. คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยหวานและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และอนุตร กฤษณะพันธุ์. 2544. การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์และการเพาะพันธุ์หอยหวาน. ประมงธุรกิจ ปีที่ 2 ฉบับที่ 23 (กันยายน 2544) : หน้า 5.

บุญฑริกา ทองดอนพุ่ม. 2547. ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำ คุณภาพดิน ความชุกชุมของแพลงค์ตอนพืชและผลผลิตของกุ้งกุลาดำ ในระบบการเลี้ยงแบบพัฒนา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล วิทยาศาสตร์การประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปฐมาภรณ์ พลีพลากร. 2544. แบคทีเรียที่อาจใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำชายฝั่ง.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เปรมฤดี หอมอ่อน. 2547. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำกับแพลงค์ตอนและผลผลิตในบ่อเพาะเลี้ยงกุ้งแบบธรรมชาติพื้นที่เขตบางขุนเทียน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรชีวภาพ คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2534. แหล่งน้ำกับมลภาวะ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พุทธ ส่องแสงจินดา และวลีรัตน์ มุสิกะสังข์. 2547. คุณภาพน้ำและการเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียในระบบการจัดการกุ้งกุลาดำวิธีการต่างๆกัน. รายงานสัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2547. หน้า 3-37.

พิภพ ปราบณรงค์, ประวิทย์ โตวัฒน์ และสมศักดิ์ มณีพงศ์. 2537. ผลกระทบของการทำนากุ้งที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีบางประการของทรัพยากรดินในอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา. วารสารสงขลานครินทร์ 16 (เมษายน 2537) : หน้า 39-40.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์.2538. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. เล่มที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์ และไพพรรณ พรประภา. 2538. การจัดการคุณภาพน้ำ. เล่มที่1. พิมพ์ครั้งที่2. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางประมง. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ คณิต ไชยาคำ. 2547. การติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมทางน้ำ [online] Distributor : NICA Internet Department. . Available from www.nicaonline.com[2549 สิงหาคม 7].

ลิลา เรืองแป้น และกุลวรา แสงรุ่งเรือง. 2538. Bacterial flora of ponds with different stocking densities of black tiger shrimp, *Penaeus monodon*. In Diseases in Asian Aquaculture II. Manila : Fish Health Section, Asian Fisheries Society, 141-149.

วราภรณ์ แก้วไทย, สุภาพร แก้วอักษร และอุทัย รัตนอุบล. 2547. การเจริญเติบโตและการรอดตายของหอยหวาน (Babylonia areolata Link, 1807) ที่ระดับความเค็มต่างกัน. เอกสารวิชาการศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี ฉบับที่ 13(2547) : 4-38.

วิรัช จิ๋วแหยม. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกบคุณภาพน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภชัย ประพัสศร และ ลิลา เรืองแป้น. 2540. แบคทีเรียฟลอร่าในดินบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการสภาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14(2540) : หน้า 21-32.

สมฤดี ศิลาฤดี. 2545. การศึกษาชนิดและปริมาณของแบคทีเรีย แพลงก์ตอนและคุณภาพน้ำในนาเกลือ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล วิทยาศาสตร์การประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิริ ทุกข์วินาศ. 2528. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำและวิธีวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของน้ำทางเคมีและฟิสิกส์เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิริ เอกมหาราช, ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง, สุธีวัฒน์ สมสืบ, เนตรดาว วิเศษโส และ ทวี จินดามัยกุล. 2548. การศึกษาปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญต่อการผลิตกุ้งกุลาดำขนาดใหญ่เพื่อการส่งออก. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 8 (2548) : หน้า 11-21.

สุพรรณี เทพอรุณรัตน์. 2547. คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิรักษ์ มาซา.2540. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการให้อาหารและคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล วิทยาศาสตร์การประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

Akagi, Y., Taga, N. and Simidu, U. 1977. Isolation and distribution of oligotrophic marine bacteria. Canadian Journal of Microbiology 23, 8 : 981–987.

American Public Health Association. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th ed. Washington, DC : American Public Health Assoc,134.

Austin, B. and Austin, D.A. 1987. Control of bacteria fish disease. New York : Ellis Horwood Ltd.

Baumann, R.E., Gibbin, N.E., Cowan, S.J., Holt, S.G., Lister, L., Muoray, R.Q.E., Niven, C.F., Ravin, A.W. and Stainer, R.Y. 1974. Bergey's Mannual of Determinative Bacteriology. 8 th ed. Baltimor : The Willium and Wilkin Co.

Boyd, C.E. 1979. Water quality in warmwater fish ponds. Alabama : Agricultural Experiment Station of Auburn University,

Boyd, C.E. 1987. Evaluation of water quality and water quality management techiques for backishwater aquaculture in ponds in thailand. Report for the Asian Development Bank, Manila, Phillippines, p.29-35.

Boyd, C.E.. 1989. Water quality management and aeration in shrimp farming. Fisheries and allied aquacultures Departental. Series No. 2. Alabama : Auburn University.

Boyd, C.E.. 1995. Deep water installation of a diffused-air aeration system in a shallow pond. Applied Aquaculture 5 : 291-304.

Boyd, C.E. . 1995. Bottom soil sediment and pond aquaculture. Alabama : Agricultural Experiment Station of Auburn University.

Boyd, C.E. 1996. Chlorination and water quality in aquaculture ponds. Journal of the World Aquaculture Society 27 : 101-108.

Carr, O and Goulder, V. 1990. Fish-farm effluents in rivers 1. effects on bacterial populations and alkaline phosphatase activity. Water Research 24 : 5, 631–638.

Carroll, M., Cochrane, S., Fieler, R., Velvin, R., and White, P. 2003. Organic enrichment of sediments from salmon farming in Norway : Environmental factors, management practices, and monitoring techniques. Aquaculture 226 : 165-180.

Costanzo, S.D., Donohue, M.J., and Dennison, W.C. 2003. Assessing the influence and distribution of shrimp pond effluent in a tidal mangrove creek in north-east Australia. Master Thesis, Department of Marine Botany, University of Queensland, Australia.

Horne, R.A. 1962. Marine chemistry. New York. John Wiley and Son Ctd, 115-118

Junge, K., Eicken, H. and Deming, J. W. 2003. Bacterial Activity at 2 to 20°C in Arctic Wintertime Sea Ice. Applied and Environmental Microbiology, 70, 1 : 550-557.

Lannan, J.E., Smitherman, R.O. and Tchobanoglous, G. 1986. Principals of pond aquaculture. Oregon : Oregon State University.

Nordvarg, L. and Johansson, T. 2001. The effects of fish farm effluents on the water quality in the Aland archipelago, Baltic sea. Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy in Sedimentology Faculty of Science and Technology Uppsala University.

Parker, R. 1995. Aquaculture Science. Boston : Delmar Publishers, An International Thomson Publishing Company.

Roberts, R.J. 1989. Fish Pathology. London : Bailliere Tindall.

Rodriguez, G., Phipps, D., Ishiguro, K. and Ridgway, H.F. 1992. Use of a fluorescent redox probe for direct visualization of actively respiring bacteria. Applied and Environmental Microbiology 58, 6 : 1801-1808.

Sieracki, M.E., Cucci, T.L., Nicinski., J. 1999. Flow cytometric analysis of 5-cyano-2,3-ditoyl tetrazolium chloride activity of marine bacterioplankton in dilution cultures. Applied and Environmental Microbiology 65, 6 : 2409-2417.

Tortora, G.J., Funk, B.R., and Case, C.L. 1986. Microbiology. The Benjamin Cummings Publishing Company, California.

Wijegoonawardena, P.K.M., and Siriwardena, P.P.G. 1996. Health Management and Environmental Considerations. Shrimp Farming in Sri Lanka : Rome : FAO Publishing Company.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตารางผลการทดลอง

1. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานและแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ

1.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางฟิสิกส์

ตารางที่1.1.1 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ(องศาเซลเซียส) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ 500 เมตร
มีนาคม	29.50±0.08	29.55±0.07	30.00±0.00	29.35±0.07
เมษายน	29.90±0.00	30.75±0.25	31.20±0.00	31.35±0.07
พฤษภาคม	30.30±0.00	30.75±0.07	31.20±0.14	29.50±0.14
มิถุนายน	28.55±0.07	28.60±0.00	28.30±0.28	27.90±0.14
กรกฎาคม	29.25±0.07	29.60±0.00	28.50±0.14	28.20±0.14
สิงหาคม	30.30±0.00	30.65±0.07	29.30±0.14	28.65±0.07
กันยายน	29.75±0.07	29.15±0.21	30.70±0.14	30.10±0.00
ตุลาคม			29.10±0.00	29.40±0.14

ตารางที่1.1.2 แสดงค่าเฉลี่ย ความนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ 500 เมตร
มีนาคม	52.15±0.15	55.60±0.10	52.20±0.16	52.00±0.2
เมษายน	49.95±0.05	50.45±0.05	56.30±0.12	59.60±0.02
พฤษภาคม	50.90± 0.1	50.40±0.0	55.10±0.1	63.30±0.14
มิถุนายน	42.50±0.19	43.75±0.05	37.54±0.25	34.22±0.18
กรกฎาคม	43.05±0.15	47.55±0.05	36.40±0.2	40.40±0.1
สิงหาคม	45.10±0.1	45.65±0.05	41.90±0.01	39.10±0.02
กันยายน	45.40±0.2	45.90±0.0	42.80±0.00	42.80±0.09
ตุลาคม			44.10±0.00	44.40±0.08

ตารางที่1.1.3 แสดงค่าเฉลี่ย สารแขวนลอย(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ 500 เมตร
มีนาคม	123.40±9.6	160.10±11.9	13.80±1.7	6.80±1.1
เมษายน	32.60±3.3	26.30±4.1	63.70±3.3	176.00±2.8
พฤษภาคม	44.20±6.7	97.60±7.9	103.60±6.6	77.00±1.4
มิถุนายน	75.25±1.2	21.90±2.1	27.10±1.4	14.80±1.3
กรกฎาคม	33.00±2.3	69.55±9.6	96.05±1.5	65.30±1.4
สิงหาคม	62.70±4.7	31.50±4.1	77.40±2.1	58.60±1.1
กันยายน	87.80±3.1	47.15±5.9	88.80±1.2	95.00±5.7
ตุลาคม			68.60±3.9	45.20±4.1

1.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางเคมี

ตารางที่1.2.1 แสดงค่าเฉลี่ย พีเอช ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ 500 เมตร
มีนาคม	8.10±0.42	8.45±0.07	8.20±0.28	8.40±0.00
เมษายน	8.45±0.07	8.50±0.00	8.10±0.00	7.70±0.14
พฤษภาคม	8.75±0.07	8.45±0.07	8.30±0.14	8.20±0.00
มิถุนายน	8.75±0.07	8.40±0.00	8.30±0.00	8.30±0.14
กรกฎาคม	8.25±0.07	8.15±0.07	8.30±0.28	8.30±0.00
สิงหาคม	7.90±0.00	7.95±0.07	8.50±0.00	8.40±0.28
กันยายน	7.30±0.00	7.25±0.07	8.50±0.00	8.30±0.14
ตุลาคม			8.20±0.00	8.40±0.00

ตารางที่1.2.2 แสดงค่าเฉลี่ย ความเค็ม(psu) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ 500 เมตร
มีนาคม	34.20±0.40	36.75±0.05	34.20±0.4	34.05±0.05
เมษายน	32.60±0.00	32.95±0.05	37.35±0. 25	39.80±0.1
พฤษภาคม	33.25±0.05	32.90±0.00	36.45±0. 25	42.65±0.15
มิถุนายน	27.15±0.05	28.05±0.05	22.19±0.41	20.57±0.28
กรกฎาคม	27.75±0. 25	28.00±0.00	22.75±0.15	25.85±0.05
สิงหาคม	29.10±0.1	29.50±0.00	26.70±0.02	24.80±0.00
กันยายน	29.25±0.15	29.65±0.05	27.40±0.00	27.40±0.2
ตุลาคม			28.10±0.71	27.70±0.00

ตารางที่1.2.3 แสดงค่าเฉลี่ยออกซิเจนในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	6.55±0.15	6.20±0.30	7.50±0.33	7.80±0.19
เมษายน	3.85±0.35	4.60±0.1	1.60±0.46	1.80±0.12
พฤษภาคม	4.85±0.5	4.05±0.25	1.30±0.37	2.40±0.20
มิถุนายน	5.95±0.35	5.25±0.45	7.10±0.18	6.50±0.1
กรกฎาคม	6.95±0.45	6.45±0.35	6.30±0.2	6.20±0.2
สิงหาคม	6.70±0.3	7.70±0.1	4.40±0.25	7.09±0.25
กันยายน	3.50±0.2	3.35±0.35	4.10±0.15	1.90±0.22
ตุลาคม			4.20±0.6	2.45±0.15

ตารางที่1.2.4 แสดงค่าเฉลี่ย บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ 500 เมตร
มีนาคม	1.26±0.75	3.29±0.61	7.01±0.21	4.13±0.36
เมษายน	5.24±0.53	2.86±0.32	5.53±0.19	5.63±0.29
พฤษภาคม	6.91±0.38	4.82±0.11	4.64±0.33	3.63±0.64
มิถุนายน	3.51±0.46	5.87±0.16	2.09±0.14	2.66±0.21
กรกฎาคม	5.94±0.83	3.43±0.38	6.39±0.24	4.72±0.26
สิงหาคม	6.51±0.24	8.41±0.40	7.28±0.29	8.81±0.61
กันยายน	3.21±1.12	5.10±0.43	5.57±0.28	5.69±0.41
ตุลาคม			5.44±0.16	6.09±0.57

ตารางที่1.2.5 แสดงค่าเฉลี่ย ความเป็นด่าง(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	97±24.0	92±4.9	154±1.41	138±4.24
เมษายน	87±16.9	86±9.2	144±8.5	136±2.4
พฤษภาคม	89±14.1	87±2.3	90±2.8	205±4.2
มิถุนายน	82± 2.1	72±7.8	191±7.1	187±2.8
กรกฎาคม	95±5.7	96±4.2	121±4.4	271±5.4
สิงหาคม	88±5.65	78±2.82	145±4.6	197±2.1
กันยายน	103±9.2	108±2.8	177±7.1	162±5.7
ตุลาคม			169±9.2	149±3.7

ตารางที่1.2.6 แสดงค่าเฉลี่ย แอมโมเนีย(มิลลิกรัมต่อลิตร)ในบ่อเลี้ยงและแหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	0.143±0.028	0.145±0.019	0.341±0.0021	0.163±0.0021
เมษายน	0.053±0.037	0.011±0.0036	0.212±0.0035	0.242±0.0027
พฤษภาคม	0.254±0.0180	0.090±0.0080	0.234±0.0028	0.063±0.005
มิถุนายน	0.048±0.0011	0.050±0.0031	0.431±0.0028	0.344±0.024
กรกฎาคม	0.022±0.008	0.014±0.003	0.016±0.0021	0.026±0.0021
สิงหาคม	0.016±0.0011	0.297±0.0289	0.010±0.0007	0.017±0.0041
กันยายน	0.217±0.0096	0.169±0.0005	0.092±0.0005	0.076±0.0021
ตุลาคม			0.088±0.0015	0.125±0.0089

ตารางที่1.2.7 แสดงค่าเฉลี่ย ไนไตรท์(มิลลิกรัมต่อลิตร)ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)
มีนาคม	0.0071±0.0014	0.0039±0.0032
เมษายน	0.0031±0.0024	0.0029±0.0022
พฤษภาคม	0.0221±0.006	0.0106±0.0036
มิถุนายน	0.0056±0.003	0.0208±0.0023
กรกฎาคม	0.0136±0.0014	0.0272±0.0013
สิงหาคม	0.0503±0.0013	0.0895±0.0034
กันยายน	0.0521±0.0023	0.0331±0.0058

ตารางที่1.2.8 แสดงค่าเฉลี่ย ฟอสเฟต(มิลลิกรัมต่อลิตร)ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	0.028±0.0036	0.010±0.0066	0.028±0.018	0.053±0.0179
เมษายน	0.011±0.0029	0.013±0.0013	0.048±0.009	0.037±0.0079
พฤษภาคม	0.053±0.0019	0.030±0.0058	0.210±0.0032	0.047±0.0062
มิถุนายน	0.015±0.0021	0.053±0.0014	0.044±0.0082	0.045±0.0075
กรกฎาคม	0.036±0.0063	0.045±0.0023	0.212±0.0164	0.201±0.0186
สิงหาคม	0.052±0.0073	0.044±0.0063	0.110±0.0062	0.098±0.026
กันยายน	0.072±0.017	0.105±0.029	0.070±0.0092	0.064±0.0088
ตุลาคม			0.073±0.0029	0.049±0.012

1.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางชีวภาพ

ตารางที่1.3.1 แสดงค่าเฉลี่ย total bacteria (DAPI) (x10^6cell/ml) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	1.75±0.14	1.54±0.19	5.34± 0.16	7.88±0.47
เมษายน	3.95±0.24	3.21±0.11	11.84 ±1.01	12.08±1.18
พฤษภาคม	5.05±1.30	6.18±0.25	11.56±0.33	9.64±0.98
มิถุนายน	3.38±0.27	4.65±0.45	10.92±0.91	9.97±0.67
กรกฎาคม	3.74±0.62	4.88±0.40	12.96±0.36	10.44±0.24
สิงหาคม	4.95±0.16	7.72±0.80	13.95 ±0.2	11.68±0.13
กันยายน	4.02±0.51	5.40±0.05	12.78±0.5	12.22±0.09
ตุลาคม			14.18±0.2	10.84±0.10

ตารางที่1.3.2 แสดงค่าเฉลี่ย total respirating bacteria (CTC) (x10^5cell/ml) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	1.17±0.11	1.36±0.13	3.92±0.31	4.72±0.15
เมษายน	2.70±0.21	2.18±0.09	7.94±0.4	6.42±0.39
พฤษภาคม	3.76±0.57	3.65±0.23	8.46±0.08	9.60±0.59
มิถุนายน	3.07±0.06	3.68±0.21	8.16±0.03	8.54±0.44
กรกฎาคม	3.52±0.40	3.26±0.12	8.92±0.21	7.90±0.37
สิงหาคม	3.44±0.57	3.94±0.65	8.68±0.35	8.16±0.51
กันยายน	3.47±0.51	3.51±0.38	8.32±0.07	9.84±0.18
ตุลาคม			8.50±0.16	8.04±0.08

ตารางที่1.3.3 แสดงค่าเฉลี่ย total count bacteria (total plate count) (x10^5CFU/ml) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติ	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	0.33 ±0.25	0.21 ±0.17	1.88±0.19	3.04±0.46
เมษายน	1.87 ±1.25	1.05 ±0.58	2.72±0.68	4.30±0.35
พฤษภาคม	2.70 ±0.08	3.16 ±0.43	4.40±0.33	3.88±0.73
มิถุนายน	1.57 ±0.14	1.40 ±0.13	4.03±0.53	3.20±0.11
กรกฎาคม	1.28 ±0.60	1.77 ±0.18	3.96±0.37	3.56±1.18
สิงหาคม	1.54 ±0.32	1.94 ±0.38	4.37±0.42	3.33±0.29
กันยายน	1.38 ±0.35	1.88 ±0.58	3.88±0.49	3.65±0.26
ตุลาคม			3.64±0.66	3.26±0.40

ตารางที่1.3.4 แสดงค่าเฉลี่ย coliform bacteria (MPN/100ml) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	110 ±0.00	100 ±14.14	535 ±148.49	840 ±127.27
เมษายน	215 ±0.00	205 ±7.07	840 ±127.27	1000 ±0.00
พฤษภาคม	145 ±7.07	100 ±0.00	680±35.35	1500 ±0.00
มิถุนายน	150 ±0.00	115 ±35.35	535±1.48	1200 ±0.00
กรกฎาคม	90 ±28.28	110 ±0.00	515±176.78	1500 ±0.00
สิงหาคม	100 ±14.14	150±0.00	570±254.55	1300 ±282.84
กันยายน	110 ±0.00	110 ±0.00	640±0.00	1100 ±0.00
ตุลาคม			430±0.00	1500 ±0.00

ตารางที่1.3.5 แสดงค่าเฉลี่ย *E. coli* (MPN/100ml) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	90±28.24	55±21.21	270±169.70	515±332.34
เมษายน	150±0.00	110±0.00	430±0.00	930±45.25
พฤษภาคม	115±35.35	70±7.07	430±0.00	1200±0.00
มิถุนายน	90±0.00	90±14.14	430±0.00	840±127.27
กรกฎาคม	70±0.00	70±0.00	460±0.00	785±205.06
สิงหาคม	90±14.14	90±0.00	430±0.00	930±0.00
กันยายน	90±28.28	75±49.49	515±176.78	750±0.00
ตุลาคม			430±0.00	840±127.28

ตารางที่1.3.6 แสดงค่าเฉลี่ย total *Vibrio* (x10^2 CFU /ml) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	0.89 ±0.08	0.41±0.07	3.21±0.87	4.22±0.2
เมษายน	1.83±0.18	2.99±0.16	12.34±0.97	8.45±0.21
พฤษภาคม	4.89 ±0.13	1.90±0.46	16.10±2.54	11.47±1.30
มิถุนายน	0.096±0.0022	3.24±1.35	5.45±1.85	1.13±0.67
กรกฎาคม	7.08 ±0.36	3.87±0.88	12.34±1.47	7.40±1.34
สิงหาคม	5.25 ±1.08	6.04±0.56	8.20±1.93	3.54±1.54
กันยายน	2.22 ±0.39	3.28±0.43	5.56±0.14	0.78±0.42
ตุลาคม			1.21±0.42	0.14±0.03

2 คุณภาพดินในบ่อดินเลี้ยงหอยหวานและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

2.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินทางเคมี

ตารางที่2.1.1 แสดงค่าเฉลี่ย พีเอช ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	6.6±0.00	6.55±0.07	7.3±0.00	7.4±0.14
เมษายน	6.6±0.00	6.55±0.07	7.3±0.28	6.5±0.00
พฤษภาคม	6.6±0.00	6.65±0.07	7.3±0.00	6.45±0.07
มิถุนายน	6.55±0.07	6.5±0.14	7.9±0.00	7.85±0.07
กรกฎาคม	6.55±0.07	6.5±0.00	7.9±0.00	7.85±0.04
สิงหาคม	7.15±0.07	7.5±0.14	7.4±0.14	7.4±0.14
กันยายน	7.45±0.07	7.4±0.00	7.4±0.00	7.4±0.08
ตุลาคม			7.6±0.15	7.9±0.00

ตารางที่2.1.2 แสดงค่าเฉลี่ย สารอินทรีย์ในดิน(เปอร์เซ็นต์)ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
เมษายน	1.23±0.71	1.21±0.24	1.54±0.21	1.08±0.51
พฤษภาคม	1.14±0.77	1.43±0.42	1.06±0.42	1.24±0.19
มิถุนายน	1.04±0.15	0.82±0.18	0.77±0.24	1.17±0.53
กรกฎาคม	1.77±0.75	2.07±0.24	2.08±0.15	3.23±0.93
สิงหาคม	2.12±0.55	2.30±0.33	2.55±0.74	4.96±0.34
กันยายน	2.17±0.30	2.36±0.32	2.43±0.58	3.28±0.66
ตุลาคม			5.13±0.16	5.25±0.64

ตารางที่2.1.3 แสดงค่าเฉลี่ย เอสโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	0.38±0.24	1.25±0.29	3.82±1.50	2.01±0.69
เมษายน	1.98±0.91	1.23±0.35	3.07±0.14	1.54±0.46
พฤษภาคม	3.41±1.78	0.92±0.18	1.95±0.38	1.99±0.59
มิถุนายน	3.73±0.74	4.73±0.97	5.98±0.11	1.03±0.45
กรกฎาคม	8.22±0.42	6.81±4.31	12.62±1.22	5.64±1.19
สิงหาคม	3.43±0.10	7.93±2.19	7.80±1.11	4.79±0.91
กันยายน	7.93±2.19	9.04±1.51	6.40±1.18	5.60±0.89
ตุลาคม			6.80±0.25	6.10±1.25

ตารางที่2.1.4 แสดงค่าเฉลี่ย ซัลไฟด์ (มิลลิกรัมต่อกรัมดิน) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	0.0125±0.0017	0.0140±0.0014	0.0150±0.0057	0.0210±0.0014
เมษายน	0.0185±0.0049	0.0165±0.0035	0.0100±0.0033	0.0100±0.0047
พฤษภาคม	0.0160±0.0014	0.0100±0.0026	0.0280±0.0023	0.0370±0.0041
มิถุนายน	0.0105±0.0042	0.0240±0.0015	0.0190±0.0051	0.0210±0.0028
กรกฎาคม	0.0185±0.0035	0.0110±0.0028	0.0180±0.0068	0.0620±0.0065
สิงหาคม	0.0215±0.0016	0.0390±0.0053	0.0610±0.0019	0.0570±0.0047
กันยายน	0.0225±0.0043	0.0512±0.0092	0.0290±0.0042	0.0140±0.0042
ตุลาคม			0.0310±0.0071	0.0220±0.0053

2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินทางชีวภาพ

ตารางที่2.2.1 แสดงค่าเฉลี่ย total bacteria (DAPI) (x10^8cell /g wet soil) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	1.75±0.17	1.57±0.11	3.85±0.16	6.14±0.3
เมษายน	3.09±0.32	3.53±0.46	7.96±0.31	7.52±0.12
พฤษภาคม	2.37±0.68	4.02±0.79	9.54±0.35	5.96±0.69
มิถุนายน	5.12±0.41	5.95±0.33	10.36±0.42	11.12±0.33
กรกฎาคม	6.22±0.19	6.56±0.39	11.88±1.05	10.56±0.82
สิงหาคม	4.06±0.23	5.42±0.67	10.90±1.66	11.84±0.57
กันยายน	5.02±0.64	5.55±0.38	11.52±0.19	12.62±0.29
ตุลาคม			11.36±0.13	10.86±0.28

ตารางที่2.2.2 แสดงค่าเฉลี่ย total respirating bacteria (CTC) (x10^7cell/g wet soil) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	2.01±0.08	1.03±0.13	5.36±0.29	6.62±0.18
เมษายน	2.36±0.37	2.93±0.29	7.56±0.27	7.92±0.39
พฤษภาคม	3.01±0.13	3.97±0.48	9.06±0.36	8.40±0.51
มิถุนายน	2.58±0.38	3.01±0.82	7.42±0.13	8.20±0.83
กรกฎาคม	3.43±0.43	4.23±0.17	8.76±0.21	6.96±0.38
สิงหาคม	3.96±0.72	4.25±0.23	9.86±0.34	10.19±0.72
กันยายน	4.21±0.16	4.98±0.11	9.38±0.35	8.30±0.97
ตุลาคม			8.94±0.59	8.48±0.71

ตารางที่2.2.3 แสดงค่าเฉลี่ย total count bacteria (total plate count) (x10^7CFU/g wet soil) ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง

เดือนที่	บ่อดิน		แหล่งน้ำธรรมชาติรับน้ำทิ้ง	
	บ่อดิน(15วัน)	บ่อดิน(30วัน)	ปลายท่อ	ห่างปลายท่อ500เมตร
มีนาคม	0.77±0.58	0.84±0.31	1.12±0.29	1.77±0.16
เมษายน	1.11±0.39	1.23±0.23	2.73±0.38	2.06±0.35
พฤษภาคม	1.33±0.89	1.10±0.14	2.88±0.58	2.68±0.47
มิถุนายน	1.12±0.4	1.38 ±0.50	2.64±0.53	2.04±0.31
กรกฎาคม	1.39±0.68	1.97±0.13	2.95±0.65	2.98±0.68
สิงหาคม	1.43±0.38	1.64±0.54	2.74±0.49	2.60±0.72
กันยายน	1.50±0.16	1.90±0.17	2.50±0.21	2.81±0.33
ตุลาคม			2.63±0.23	2.44±0.12

ภาคผนวก ข

สูตรและการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1 .Fluorocult LMX broth (MERCK)

ส่วนประกอบของอาหารเป็นกรัมต่อลิตร

Tryptose	5.0
Sorbital	1.0
Sodium Chloride	5.0
Tryptophane	1.0
Di – Potassium Dihydrogen Phosphate	2.0
Lauryl Sulfate Sodium Salt	0.1
5 – Bromo – Chloro – 3 – indoyl – ß – D - Galactopyranoside (X – GAL)	0.8
4 – Methylumbelliferyl – ß – D - glucoronide(MUG)	0.05
1 – Isopropyl - ß – D-1 – thiogalactopyranoside	0.1

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ 17 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร แบ่งใส่หลอดทดลอง นึ่งฆ่าเชื้อ ที่ 121 ^{o}C เป็นเวลา 15 นาที

2. TCBS Agar (DIFCO)

ส่วนประกอบของอาหารเป็นกรัมต่อลิตร

Bacto Yeast Extract	5.0
Bacto Proteose Peptone No.3	10.0
Sodium Citrate	10.0
Sodium Thiosulfate	10.0
Bacto Oxgall	8.0
Sodium Chloride	10.0
Ferric Citrate	1.0
Bacto Brom Thymol Blue	0.04
Thymol Blue	0.04
Bacto agar	15.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ 89 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร และต้มเพื่อให้ละลาย ค่า pH สุดท้าย เท่ากับ 8.6 ±0.2 ที่ 25 ºC

3. Nutrient Agar (MERCK)

ส่วนประกอบของอาหารเป็นกรัมต่อลิตร

Peptone from meat	5.0
Meat Extract	3.0
Agar – agar	12.0

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ 20 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร แบ่งใส่หลอดทดลอง นึ่งฆ่าเชื้อ ที่ 121 ºC เป็นเวลา 15 นาที

4. Tryptic Soy Agar

ส่วนประกอบของอาหารเป็นกรัมต่อลิตร

Peptone from casein	15.0
Peptone from soymeal	5.0
Sodium Chloride	5.0
Agar – agar	15.0

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ 44 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร นึ่งฆ่าเชื้อ ที่ 121 ºC เป็นเวลา 15 นาที ค่า pH สุดท้าย เท่ากับ 7.3 ±0.2 ที่ 25 ºC

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ตารางMPN

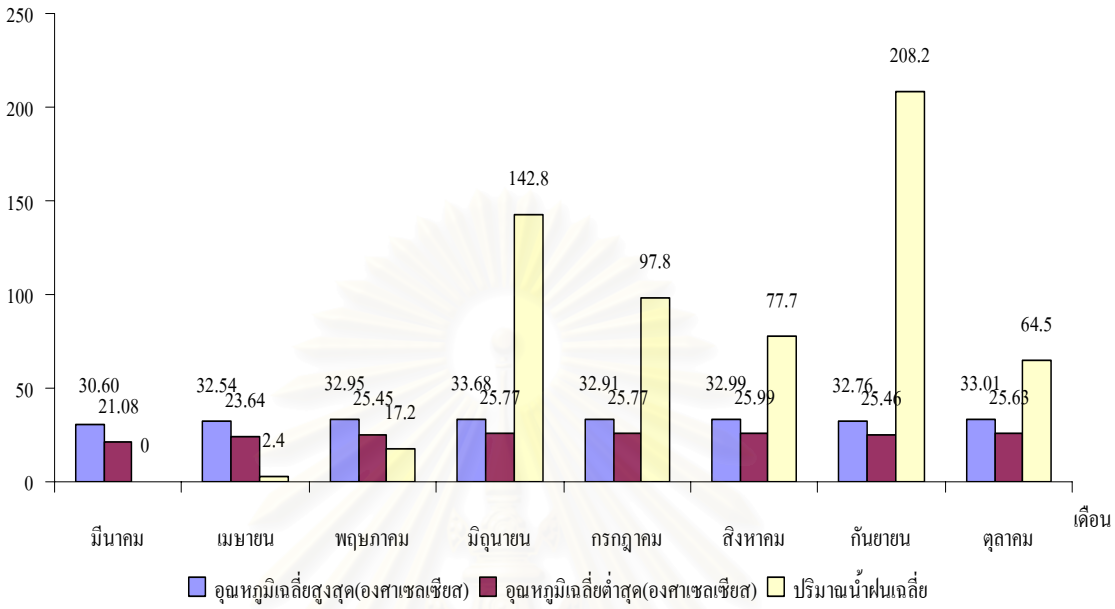
ดัชนีเอ็มพีเอ็นและขีดจำกัดความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Combination of Positives	Number of Tubes per Dilution					
	3			5		
	MPN Index /100 ml	95% Confidence Limits		MPN Index /100 ml	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper		Lower	Upper
0-0-0	<3			<2		
0-0-1	3	<0.5	9	2	<0.5	7
0-1-0	3	<0.5	13	2	<0.5	7
0-2-0	-	-	-	4	<0.5	11
1-0-0			20	2	<0.5	7
1-0-1	7	1	21	4	<0.5	11
1-1-0	7	1	23	4	<0.5	11
1-1-1	11	3	36	6	<0.5	15
1-2-0	11	3	36	6	<0.5	15
2-0-0	9	1	36	5	<0.5	13
2-0-1	14	3	37	7	1	17
2-1-0	15	3	44	7	1	17
2-1-1	20	7	89	9	2	21
2-2-0	21	4	47	9	2	21
2-2-1	28	10	150	-	-	-
2-3-0	-	-	-	12	3	28
3-0-0	23	4	120	8	1	19
3-0-1	39	7	130	11	2	25
3-0-2	64	15	380	-	-	-
3-1-0	43	7	210	11	2	25
3-1-1	75	14	230	14	4	34
3-1-2	120	30	380	-	-	-
3-2-0	93	15	380	14	4	34
3-2-1	150	30	440	17	5	46
3-2-2	210	35	470	-	-	-
3-3-0	240	36	1,300	17	5	46
3-3-1	460	71	2,400	-	-	-
3-3-2	1,100	150	4,800	-	-	-
3-3-3	≥2,400			-	-	-

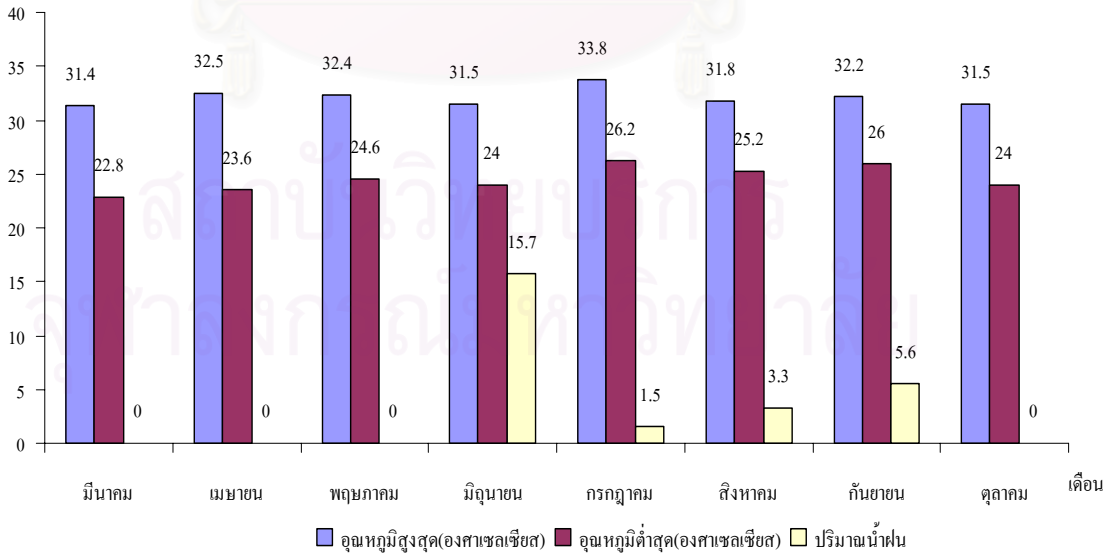
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา



ภาพที่ 1 ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยในแต่ละเดือนประกอบด้วย อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน



ภาพที่ 2 ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยาในวันที่เก็บตัวอย่าง(มีนาคม – ตุลาคม)

ภาคผนวก จ

รูปพื้นที่และกิจกรรมในฟาร์มและภายนอกฟาร์ม

ภาพที่ 1 แหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณห่างปลายท่อ 500 เมตร

ภาพที่ 2 พื้นที่นาเกลือที่อยู่บริเวณแหล่งน้ำธรรมชาติห่างปลายท่อ 500 เมตร

ภาพที่ 3 แหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณทิ้งน้ำจากฟาร์มทดลองหอยหวาน ปลายท่อน้ำทิ้งจากฟาร์มทดลอง

ภาพที่ 4 แหล่งน้ำธรรมชาติก่อนสูบน้ำเข้าฟาร์ม

ภาพที่ 5 การใช้ประโยชน์พื้นที่ของแหล่งน้ำธรรมชาติ

ภาพที่ 6 การใช้ประโยชน์พื้นที่บริเวณแหล่งน้ำธรรมชาติที่รับน้ำทิ้งจากฟาร์มทดลอง

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุธีรา ปรัชญาเกรียงไกร เกิดเมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2524 ที่จังหวัดสมุทรสาคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต จากภาควิชาวิทยาศาสตร์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร เมื่อ พ.ศ. 2547 และเข้าศึกษาต่อปริญญามหาบัณฑิต ในภาควิชาสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์หาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2548

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย