

## ผลและวิจารณ์

### 1. การเปรียบเทียบอัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต และผลผลิตของกึ่งกุลาดำจากบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์กับบ่อที่มีการเตรียมตามวิธีปกติ

จากการเปรียบเทียบผลผลิตการเลี้ยงกึ่งกุลาดำที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์และบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ ในระยะเวลาเลี้ยง 128 วัน (ตารางที่ 4) พบว่าบ่อที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีผลผลิตเฉลี่ย  $788.20 \pm 73.66$  กิโลกรัม/ไร่ กุ้งมีน้ำหนักเฉลี่ย  $17.97 \pm 1.74$  กรัม อัตราการรอดตายเฉลี่ย  $87.90 \pm 6.95$  เปอร์เซ็นต์ และบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีผลผลิตเฉลี่ย  $447.12 \pm 46.38$  กิโลกรัม/ไร่ กุ้งมีน้ำหนักเฉลี่ย  $14.08 \pm 0.20$  กรัม อัตราการรอดตายเฉลี่ย  $63.43 \pm 5.77$  เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ส่วนบ่อที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีอัตราแลกเนื้อเฉลี่ย  $1.24 \pm 0.70$  ในขณะที่บ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีอัตราแลกเนื้อเฉลี่ย  $1.47 \pm 0.16$  ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) (ตารางผนวกที่ 1)

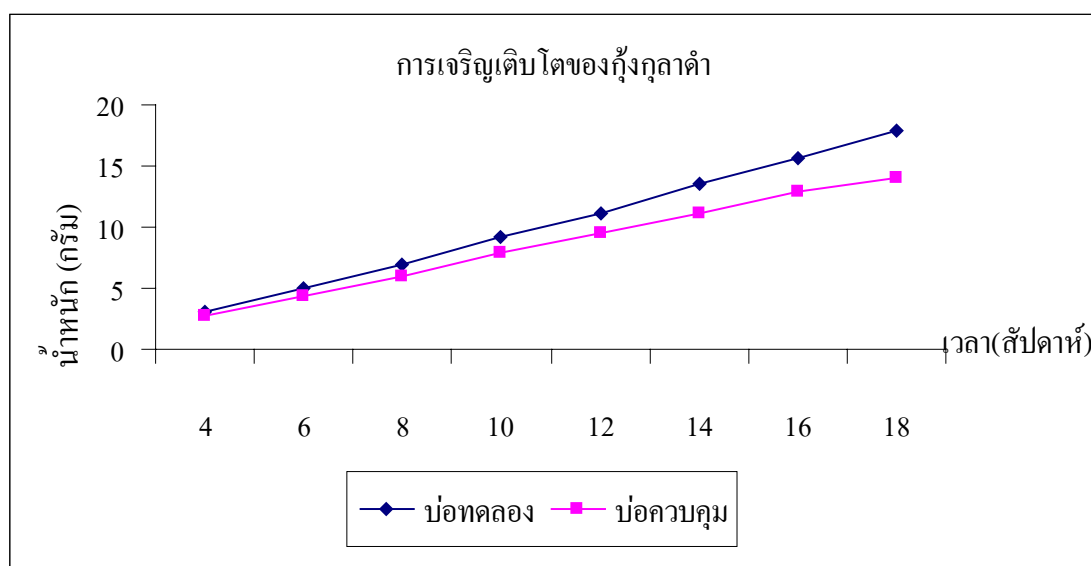
อัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกุลาดำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงนาน 128 วัน (ภาพที่ 10) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวันของบ่อที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์จะเพิ่มขึ้นวันละประมาณ  $0.14-0.16$  กรัม/ตัว/วัน และมีขนาด  $16.30-19.61$  กรัม/ตัว ส่วนบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติจะเพิ่มขึ้นวันละประมาณ  $0.09-0.14$  กรัม/ตัว/วัน และมีขนาด  $13.88-14.28$  กรัม/ตัว ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ทั้งนี้เนื่องจากการเลี้ยงครั้งนี้พบปริมาณสัตว์หน้าดินซึ่งเป็นอาหารธรรมชาติในบ่อที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มากกว่าทำให้อัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกุลาดำบ่อที่มีปริมาณสัตว์หน้าดินน้อยกว่า (สุภาวดี, 2547) แต่ผลผลิตและการเจริญเติบโตยังต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงกึ่งกุลาดำในช่วงปี 2530-2540 มีผลผลิตเฉลี่ย 1,116 กิโลกรัม/ไร่ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2542) ทั้งนี้อาจจะมีปัจจัยอื่นๆ เกี่ยวข้องด้วย เช่น คุณภาพลูกกุ้งในปัจจุบันนี้มีการปนเปื้อนของไวรัส Monodon baculovirus (MBV) และ Hepatopancreatic parvovirus (HPV) มากกว่าในช่วงแรกๆ ของการเลี้ยงกึ่งกุลาดำ (ชลอ และ พรเลิศ, 2547) จากการศึกษาของ วรินธา (2548) และ อุมารณ์ (2548) พบว่า ในกึ่งกุลาดำขนาดเล็กมีปริมาณ MBV และ HPV จำนวนมาก โดยเฉพาะถ้ามี MBV และ HPV ร่วมกันจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งมาก

**ตารางที่ 4** การเปรียบเทียบข้อมูลผลผลิตกิ่งกลาดำจากบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ (บ่อทดลอง) กับบ่อที่เตรียมบ่อตามวิธีปกติ (บ่อควบคุม)

| บ่อ         | ขนาด<br>บ่อ<br>(ไร่) | ผลผลิต<br>(กิโลกรัม)  | ผลผลิตต่อไร่<br>(กิโลกรัม/ไร่) | น้ำหนักเฉลี่ย<br>(กรัม) | อัตราการ<br>รอดตาย<br>(เปอร์เซ็นต์) | อัตรา<br>แลก<br>เนื้อ |
|-------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| บ่อทดลอง 1  | 4                    | 2,928.5               | 732.13                         | 18.18                   | 80.54                               | 1.16                  |
| บ่อทดลอง 2  | 4                    | 3,043.5               | 760.85                         | 16.13                   | 94.34                               | 1.29                  |
| บ่อทดลอง 3  | 4                    | 3,486.5               | 871.63                         | 19.61                   | 88.91                               | 1.27                  |
| เฉลี่ย      | 4                    | 3,125.83 <sup>a</sup> | 788.20 <sup>a</sup>            | 17.97 <sup>a</sup>      | 87.90 <sup>a</sup>                  | 1.24 <sup>a</sup>     |
| บ่อควบคุม 1 | 4                    | 2,002.5               | 500.62                         | 14.28                   | 70.13                               | 1.29                  |
| บ่อควบคุม 2 | 4                    | 1,690.5               | 422.62                         | 14.03                   | 60.04                               | 1.51                  |
| บ่อควบคุม 3 | 4                    | 1,672.5               | 418.12                         | 13.88                   | 60.24                               | 1.62                  |
| เฉลี่ย      | 4                    | 1,788.5 <sup>b</sup>  | 447.12 <sup>b</sup>            | 14.08 <sup>b</sup>      | 63.43 <sup>b</sup>                  | 1.47 <sup>a</sup>     |

หมายเหตุ : 1 ไร่ เท่ากับ 1,600 ตารางเมตร

ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ



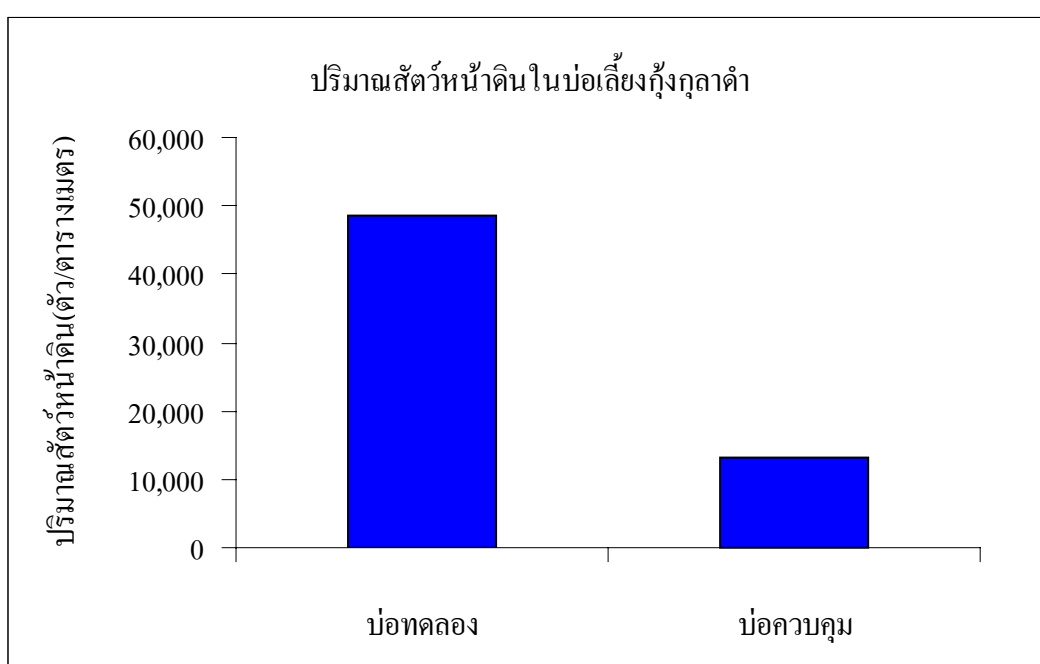
**ภาพที่ 10** การเจริญเติบโตของกิ่งกลาดำระหว่างบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ (บ่อทดลอง) กับบ่อที่เตรียมบ่อตามวิธีปกติ (บ่อควบคุม)

## **2. การเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก (benthos) ในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ**

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำทั้ง 6 บ่อ พบว่า มีลักษณะเป็นดินเหนียวที่มีส่วนประกอบของดินเหนียว ดินทราย และดินตะกอนในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันตามตารางผนวกที่ 2 และจากการศึกษาชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ภาพที่ 11) พบว่าปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดเล็กเฉลี่ยในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์  $48,473 \pm 13,035.53$  ตัว/ตารางเมตร ส่วนบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดเล็กเฉลี่ย  $13,264 \pm 2,041.00$  ตัว/ตารางเมตร มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) (ตารางผนวกที่ 3) การศึกษาปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดเล็กเฉลี่ยแต่ละเดือนในช่วงก่อนปล่อยกุ้งในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์และบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดเล็กเฉลี่ย  $17,347 \pm 5,795.13$  ตัว/ตารางเมตร และ  $4,592 \pm 2,041.00$  ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ และช่วงเดือนแรกของการเลี้ยงมีปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดเล็กเฉลี่ย  $17,687 \pm 5,597.39$  ตัว/ตารางเมตร และ  $3,741 \pm 294.45$  ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ในขณะที่ช่วงเดือนที่ 2-4 ของการเลี้ยงพบปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดเล็กเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) ดังตารางผนวกที่ 4 ซึ่งสมศักดิ์ (2518) อธิบายถึงสารอินทรีย์ที่ใช้ในการปรับปรุงดินมีบทบาทสำคัญในระยะแรกของการเตรียมการเลี้ยง โดยสารอินทรีย์ที่อยู่ในดินจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์จะเกิดสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่างๆ ขึ้น ชักนำให้แมลงมาวางไข่ เช่น หนอนแดง และลูกน้ำยุง การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มี C : N ต่ำ จะเกิดการปลดปล่อยแอมโมเนียซึ่งแพลงก์ตอนพืชจะนำแอมโมเนียไปใช้ในการเจริญเติบโต โรติเฟอร์หรือแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดอื่นๆ จะใช้แพลงก์ตอนเป็นอาหาร ทำให้มีการขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว การปล่อยลูกกุ้งในช่วงเวลาดังกล่าวจะมีอาหารธรรมชาติมาก

สัตว์หน้าดินขนาดเล็กที่พบในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำทั้ง 6 บ่อ ตลอดการเลี้ยง พบสัตว์หน้าดินขนาดเล็กทั้งหมด 3 Phylum (ภาพที่ 12) ได้แก่ Phylum Arthropoda 4 กลุ่ม คือ chironomids, insect larvae, copepods และ ostracods Phylum Annelida 1 กลุ่ม คือ polychaetes และ Phylum Nematoda 1 กลุ่ม คือ nematodes (ตารางผนวกที่ 5-19)

กลุ่มของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กที่พบมากตลอดการเลี้ยง คือ กลุ่ม chironomids ในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยการปรับปรุงพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ รองมาเป็น ostracods, insect larvae, polychaetes และ copepods ส่วนกลุ่มที่พบน้อยที่สุด คือ nematodes สอดคล้องกับ สุภาวดี (2547) ทำให้มีอัตราการรอดตายสูงและการเจริญเติบโตรวดเร็ว สัตว์หน้าดินทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กเป็นอาหารธรรมชาติที่สำคัญในบ่อกุ้ง (Allan and Maguire, 1993; Allan *et. al.*, 1995) ส่วนแร่ธาตุต่างๆ ที่ได้จากดินและปุ๋ยจะเกี่ยวข้องกับแพลงก์ตอนพืชทำให้แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตดีและฟิเของน้ำจะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมาก



ภาพที่ 11 ปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำระหว่างบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ (บ่อทดลอง) กับบ่อที่เตรียมบ่อตามวิธีปกติ (บ่อควบคุม)

การเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ทำให้มีปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดเล็กมากพอนั้น สามารถดอาหารเม็ดในช่วงแรกหลังจากปล่อยกุ้งลงบ่อเลี้ยงได้ นอกจากจะประหยัดค่าอาหารแล้ว ยังลดปริมาณธาตุอาหารและสารอินทรีย์ที่เข้าไปในระบบได้ การเริ่มให้อาหารเม็ดเมื่อใดนั้นควรสำรวจปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในช่วงสัปดาห์ที่ 1-2 หลังจากปล่อยกุ้ง หากอาหารธรรมชาติไม่พอจะมีผลต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของกุ้ง

### Phylum Arthropoda



chironomid (X 5)



insect larvae (X 5)



copepods



ostracods

### Phylum Annelida



polychaetes (X 5)

### Phylum Nematoda



nematodes

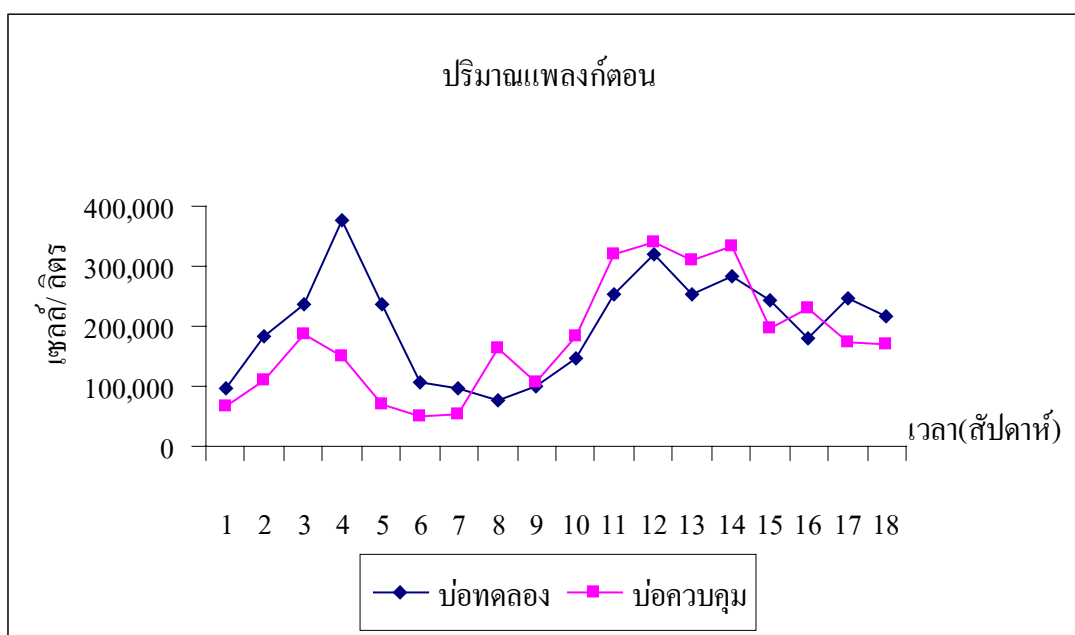
ภาพที่ 12 กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก

### 3. การเปรียบเทียบชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน ในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ

จากการศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยน้ำความเค็มต่ำ จำนวน 6 บ่อ ตลอดจนการเลี้ยง (ตารางผนวกที่ 20-37) พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 Division 52 สกุล (ภาพที่ 14) และแพลงก์ตอนสัตว์ 3 Phylum 13 สกุล (ภาพที่ 14) ซึ่งแพลงก์ตอนพืชได้แก่ Division Cyanophyta 13 สกุล Division Chlorophyta 29 สกุล Division Chromophyta 10 สกุล ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ ได้แก่ Phylum Protozoa 2 สกุล Phylum Rotifera 9 สกุล Phylum Arthropoda 2 สกุล

ชนิดแพลงก์ตอนที่พบในบ่อที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์และบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ คือ กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ที่พบมากคือ *Chroococcus*, *Merismopedia*, *Oscillatoria* และ *Phormidium* สาหร่ายสีเขียวที่พบมาก คือ *Oocystis*, *Cosmarium* และ *Scenedesmus* กลุ่มไดอะตอมที่พบมาก คือ *Cyclotella*, *Nitzschia* และ *Gyrosigma*

ปริมาณแพลงก์ตอนรวมตลอดการเลี้ยง (ภาพที่ 13) บ่อที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ มีค่าเฉลี่ย  $202,794.5 \pm 132,184.569$  เซลล์/ลิตร ในบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ มีค่าเฉลี่ย  $178,333.1 \pm 130,772.814$  เซลล์/ลิตร เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) (ตารางผนวกที่ 38) บ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีปริมาณแพลงก์ตอนมาก ตั้งแต่สัปดาห์แรกๆ ของการเลี้ยง เนื่องจากสารอินทรีย์ที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อมีธาตุอาหารที่แพลงก์ตอนพืชต้องการในการเจริญเติบโตมาก ซึ่งได้แก่ แห่ล่งคาร์บอน แพลงก์ตอนสามารถใช้ได้จากแห่ล่งของอินทรีย์คาร์บอน ซึ่งอยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต เมื่อแพลงก์ตอนพืชดึงคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในการสังเคราะห์แสง ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงเป็นผลให้พีเอชของน้ำสูงขึ้นในตอนบ่าย ต่อมาในระยะการเลี้ยงมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนในช่วงสัปดาห์ที่ 6-7 ลดลง หลังจากนั้นปริมาณแพลงก์ตอนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากการให้อาหารกุ้งในบ่อเลี้ยง ซึ่งเป็นสารอาหารที่แพลงก์ตอนใช้ในการเจริญเติบโตมีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Boyd (1989) ที่กล่าวไว้ว่า ปริมาณสารอาหารในบ่อที่เพิ่มขึ้นของเสียจากการขับถ่ายของกุ้งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้แพลงก์ตอนพืชมีจำนวนเพิ่มขึ้นในระหว่างการเลี้ยง ส่วนในบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ ช่วงแรกมีปริมาณสารอาหารน้อยจึงทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนน้อยกว่าบ่อที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์



ภาพที่ 13 ปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ (บ่อทดลอง) กับบ่อที่เตรียมบ่อตามวิธีปกติ (บ่อควบคุม)

ในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์และบ่อที่เตรียมบ่อตามวิธีปกติในช่วงท้ายของการเลี้ยงจะมีปริมาณแพลงก์ตอนเพิ่มขึ้น เนื่องจากการสะสมของปริมาณสารอาหารในบ่อเลี้ยงมีมาก ชนิดของแพลงก์ตอนที่พบมากอยู่ในกลุ่ม Division Chromophyta Division Cyanophyta และ Division Chlorophyta ตามลำดับ

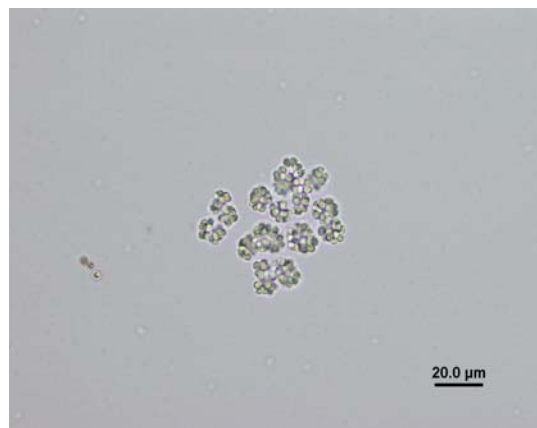
จากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์และบ่อที่เตรียมบ่อตามวิธีปกติมีสีน้ำในบ่อใกล้เคียงกันตลอดการเลี้ยง คือ ในช่วงแรกของการเลี้ยงมีสีน้ำตาลแกมเขียว ซึ่งมีกลุ่มแพลงก์ตอนสีเขียวแกมน้ำเงินและไดอะตอมมาก ต่อมาปริมาณสารอาหารเพิ่มมากขึ้นทำให้สีน้ำเข้มขึ้นเป็นสีเขียวซึ่งมีกลุ่มแพลงก์ตอนสีเขียวแกมน้ำเงินและกลุ่มสีเขียวมาก ซึ่งสีน้ำกลุ่มที่มีสีเขียวเป็นหลัก ง่ายต่อการควบคุมและการจัดการ หากมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำน้อยสีน้ำจะเข้มขึ้นเรื่อยๆ ถ้ามีการเปลี่ยนถ่ายน้ำบางช่วงพอเพียงสีน้ำจะอยู่ในระดับพอเหมาะ ความโปร่งแสงของสีน้ำที่เป็นสีเขียวเหมาะสมแก่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำอยู่ระหว่าง 30–40 เซนติเมตร (ชลอ, 2535) นอกจากนี้ถัสดา (2530) กล่าวว่า สีของแพลงก์ตอนพืชจะเป็นสีใด ขึ้นอยู่กับปริมาณรงควัตถุที่มีในเซลล์ จึงทำให้สีของน้ำในบ่อเลี้ยงมีการเปลี่ยนแปลง

จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ ทำให้มีปริมาณแพลงก์ตอนมากหรือสีน้ำดีในช่วงแรกของการเลี้ยง สามารถเป็นอาหารเสริมแก่ ลูกกุ้งได้เป็นอย่างดีหากมีการปล่อยลูกกุ้งในช่วงนี้จะทำให้กุ้งโตดีและยังช่วยลดต้นทุนค่าอาหารได้ นอกจากนี้ยังทำให้กุ้งกินอาหารดี เนื่องจากปริมาณแพลงก์ตอนที่เหมาะสมจะช่วยลดความโปร่งแสงของน้ำในบ่อทำให้แสงส่องไปไม่ถึงพื้นบ่อ กุ้งที่อยู่ตามพื้นบ่อจะเคลื่อนไหวน้อย ลดการกินกันเอง กินอาหารดีขึ้นและเจริญเติบโตดีกว่าบ่อที่น้ำใส (ชลอ, 2535)

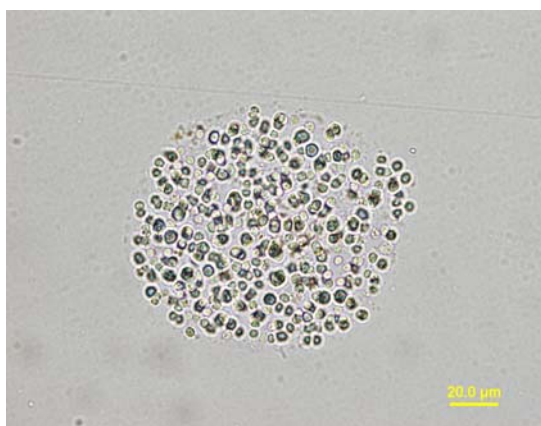
### Division Cyanophyta



*Anabeaopsis* sp.



*Chroococcus*

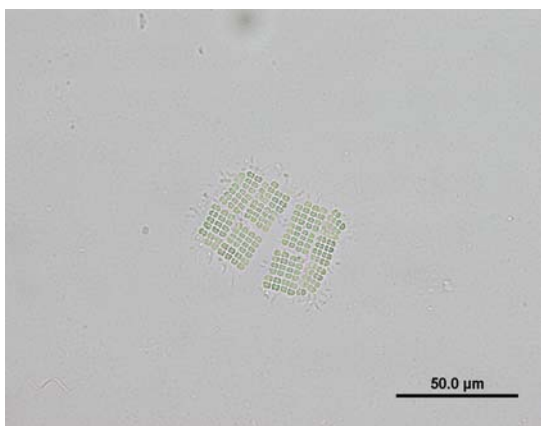


*Coelosphaerium naegelinum*

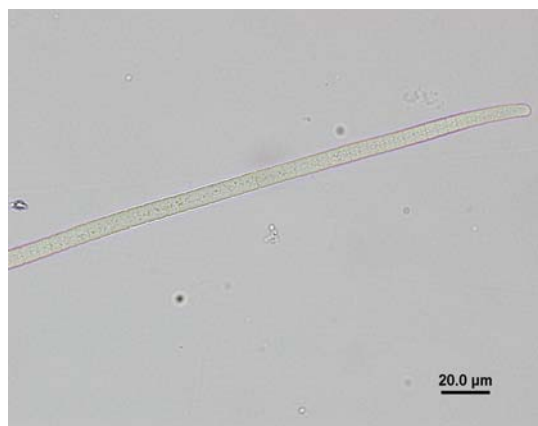


*Cylandropermopsis raciborski*

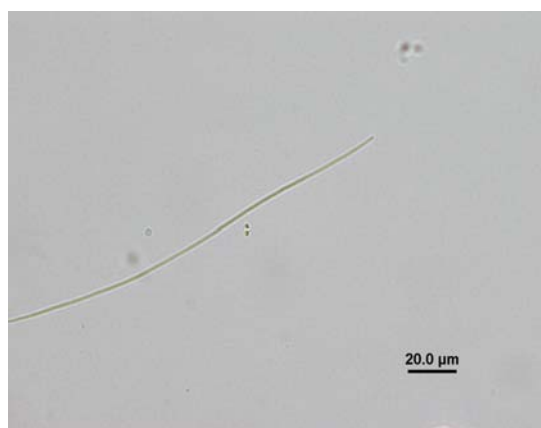
ภาพที่ 14 สกุลแพลงก์ตอน



*Merismopedia* sp.



*Oscillatoria* sp.



*Phormidium* sp.



*Spirulina* sp.

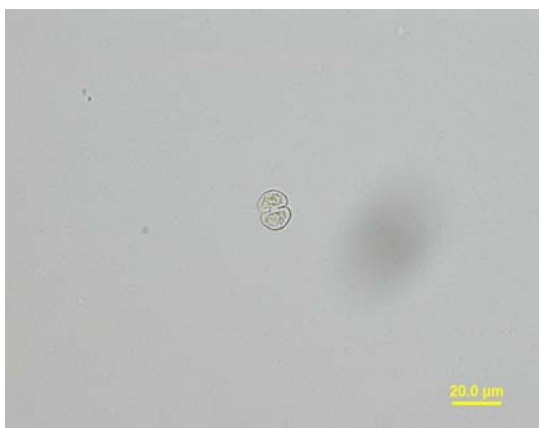
### Division Chlorophyta



*Closterium* sp.



*Lagerheimia ciliata*



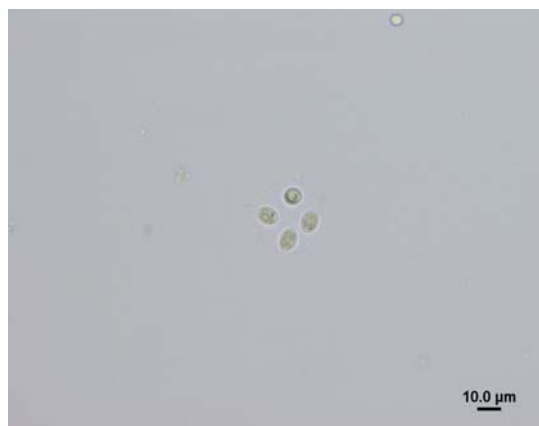
*Cosmarium* sp.



*Dictyosphaerium*



*Euglena* sp.



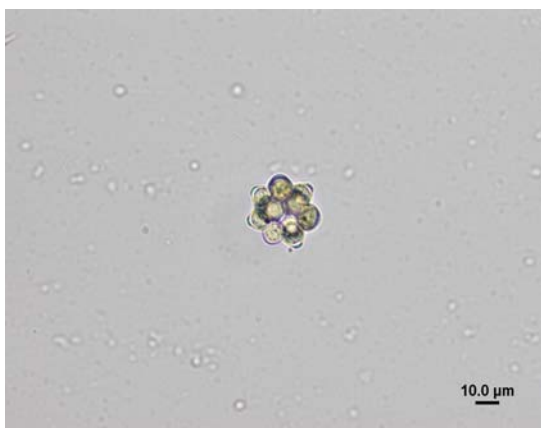
*Oocystis* sp.



*Pediastrum* sp.



*Scenedesmus armatus*



*Coelastrum* sp.



*Scenedesmus acuminatus*

### Division Chromophyta



*Coscinodiscus* sp.



*Cyclotella*



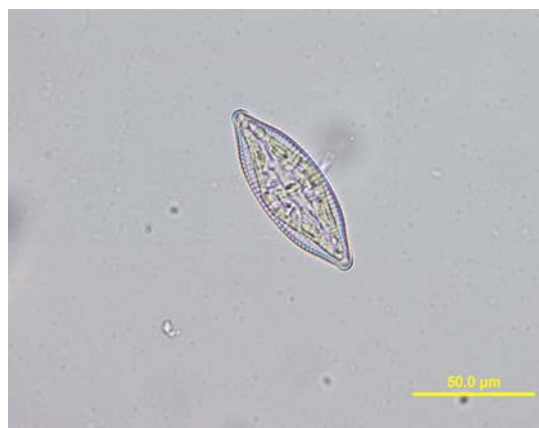
*Gymnodinium* sp.



*Gyrodinium* sp.

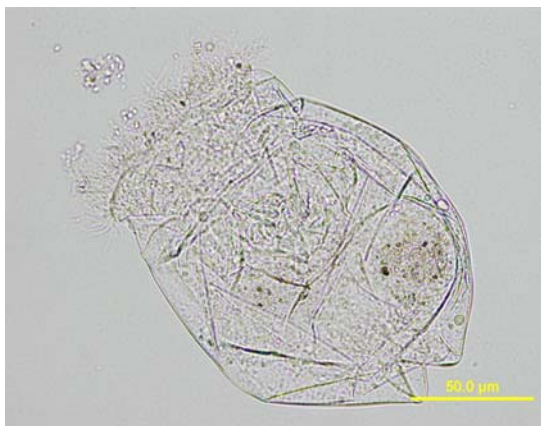


*Nitzschia* sp.

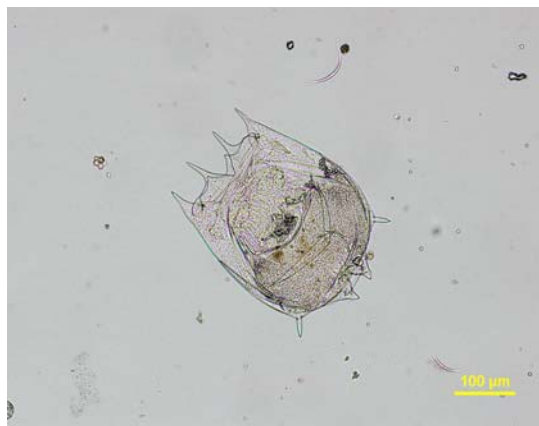


*Navicula*

### Phylum Rotifera



*Asplanchna* sp.



*Brachionus*



*Hexarthra* sp.



*Keratella*



*Trichocerca* sp.

### Phylum Arthropoda



Calanoid



Copepod

ภาพที่ 14 (ต่อ)

#### 4. การเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำ ในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อด้วยวิธีปกติ

คุณสมบัติของน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยน้ำความเค็มต่ำระหว่างบ่อที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์และบ่อที่มีการเตรียมบ่อด้วยวิธีปกติ คือ ความเค็ม อุณหภูมิ พีเอช ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณแอมโมเนียรวม ไนไตรท์ ความเป็นค่ารวม ความกระด้าง ค่าการนำไฟฟ้า และความโปร่งแสง แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 40 เมื่อนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางสถิติระหว่างบ่อที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์และบ่อที่มีการเตรียมบ่อด้วยวิธีปกติค่าเฉลี่ยแสดงไว้ดังตารางที่ 5 และตารางผนวกที่ 39

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ (บ่อทดลอง) กับบ่อที่เตรียมบ่อด้วยวิธีปกติ (บ่อควบคุม)

| คุณสมบัติของน้ำ                                  | ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                                    |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
|                                                  | บ่อทดลอง                             | บ่อควบคุม                          |
| ความเค็ม (พีพีที)                                | 1.88 $\pm$ 1.39 <sup>a</sup>         | 2.32 $\pm$ 1.27 <sup>a</sup>       |
| อุณหภูมิน้ำเช้า (องศาเซลเซียส)                   | 28.55 $\pm$ 0.58 <sup>a</sup>        | 28.40 $\pm$ 0.55 <sup>a</sup>      |
| อุณหภูมิน้ำบ่าย (องศาเซลเซียส)                   | 30.84 $\pm$ 0.42 <sup>a</sup>        | 30.75 $\pm$ 0.35 <sup>a</sup>      |
| พีเอชเช้า                                        | 7.5 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>          | 7.6 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup>        |
| พีเอชบ่าย                                        | 8.4 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup>          | 8.3 $\pm$ 0.22 <sup>a</sup>        |
| ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเช้า (มิลลิกรัม/ลิตร) | 5.53 $\pm$ 0.71 <sup>a</sup>         | 5.65 $\pm$ 0.82 <sup>a</sup>       |
| ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบ่าย (มิลลิกรัม/ลิตร) | 7.55 $\pm$ 0.79 <sup>a</sup>         | 7.38 $\pm$ 0.73 <sup>a</sup>       |
| ปริมาณแอมโมเนีย (มิลลิกรัม/ลิตร)                 | 0.04 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>         | 0.13 $\pm$ 0.17 <sup>b</sup>       |
| ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัม/ลิตร)                   | 0.04 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>         | 0.02 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>       |
| ค่าความเป็นค่ารวม (มิลลิกรัม/ลิตร)               | 95.37 $\pm$ 18.51 <sup>a</sup>       | 87.20 $\pm$ 14.07 <sup>b</sup>     |
| ค่าความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร)                  | 819.81 $\pm$ 218.98 <sup>a</sup>     | 1,069.62 $\pm$ 347.95 <sup>b</sup> |
| ค่าการนำไฟฟ้า (มิลลิโหมห์/เซนติเมตร)             | 3.51 $\pm$ 2.38 <sup>a</sup>         | 4.33 $\pm$ 2.19 <sup>a</sup>       |
| ความโปร่งแสง (เซนติเมตร)                         | 25.99 $\pm$ 5.83 <sup>a</sup>        | 28.01 $\pm$ 6.93 <sup>a</sup>      |

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวดังที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ(P<0.05)

#### 4.1 ความเค็ม

ความเค็มของน้ำในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ และบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ ในระหว่างการเลี้ยงค่าเฉลี่ยของความเค็ม  $1.88 \pm 1.39$  และ  $2.32 \pm 1.27$  พีพีที ตามลำดับ (ภาพที่ 15) ความเค็มของน้ำมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เพราะมีการเติมน้ำ จืดเข้าไปในบ่อเลี้ยงเพื่อทดแทนน้ำที่ระเหยและรั่วซึม จึงทำให้ความเค็มลดลง นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในช่วงฤดูฝนมีส่วนทำให้ความเค็มลดลงเร็วกว่าปกติอีกด้วย แต่เมื่อเลี้ยงไปถึง 56 วัน มีการเติมน้ำเค็มที่มาจากนาเกลือเข้าสู่บ่อเลี้ยง เพื่อไม่ให้ความเค็มต่ำเกินไป เพราะอาจจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งได้ และเมื่อนำค่าดังกล่าวมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ค่าความเค็มไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) เนื่องจากกุ้งกุลาดำเป็นกุ้งที่สามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในช่วงกว้างและค่าความเค็มเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างช้าๆ จะสามารถปรับตัวอยู่ได้ถึงความเค็มเกือบศูนย์เป็นเวลานานพอสมควร แต่ความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ อยู่ระหว่าง 5–20 พีพีที แต่ในปัจจุบันเกษตรกรนิยมเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ที่ความเค็มต่ำ 3–10 พีพีที เนื่องจากความเค็มต่ำ จะมีปัญหาเรื่องความเสียหายจากโรคน้อยมาก (ชลอ, 2543)

#### 4.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของน้ำช่วงเช้าในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีค่าเฉลี่ย  $28.55 \pm 0.58$  องศาเซลเซียส ส่วนบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีค่าเฉลี่ย  $28.40 \pm 0.55$  องศาเซลเซียส (ภาพที่ 16) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

อุณหภูมิของน้ำในช่วงบ่ายในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีค่าเฉลี่ย  $30.84 \pm 0.42$  องศาเซลเซียส ส่วนบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีค่าเฉลี่ย  $30.75 \pm 0.35$  องศาเซลเซียส (ภาพที่ 17) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

อุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการกินอาหารและการเจริญเติบโตของกุ้ง กุ้งกุลาดำสามารถทนต่ออุณหภูมิได้ในช่วงกว้าง คือ 18–35 องศาเซลเซียส (วรวิทย์, 2531) อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำอยู่ระหว่าง 28–30 องศาเซลเซียส (Lin *et al.*, 1996) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้อุณหภูมิของน้ำทั้งช่วงเช้าและบ่ายอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการเลี้ยงกุลาดำ

#### 4.3 พิเษ

ค่าพิเษในช่วงเช้าตลอดระยะเวลาการเลี้ยงในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีค่าเฉลี่ย  $7.5 \pm 0.13$  ส่วนบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีค่าเฉลี่ย  $7.6 \pm 0.17$  (ภาพที่ 18) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

ค่าพิเษในช่วงบ่ายตลอดระยะเวลาการเลี้ยงในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีค่าเฉลี่ย  $8.4 \pm 0.19$  ส่วนบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ มีค่าเฉลี่ย  $8.3 \pm 0.22$  (ภาพที่ 19) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

จากการศึกษาครั้งนี้ ค่าพิเษทั้งช่วงเช้าและบ่ายตลอดระยะเวลาการเลี้ยงในบ่อที่มีการเตรียมบ่อแตกต่างกัน 2 แบบ อยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ คือ 7.5–8.3 (ชโล, 2543) ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าพิเษในช่วงเช้าจะต่ำและค่าจะสูงขึ้นในช่วงบ่าย เนื่องจากค่าพิเษของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งจะถูกควบคุมโดยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำจะถูกใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนในบ่อ และมีการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของสัตว์น้ำ ดังนั้นในช่วงกลางคืนจนถึงเช้ามืดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกปล่อยมาจากสิ่งมีชีวิตในน้ำ จึงทำให้ค่าพิเษในน้ำช่วงเช้าต่ำลง ส่วนในตอนกลางวันเกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลดลงมีผลทำให้ค่าพิเษในช่วงบ่ายสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงของค่าพิเษในรอบวันมาก จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของกุ้งลดลงเนื่องจากเกิดความเครียดและกุ้งไม่กินอาหาร (Chiang *et al.*, 1989)

#### 4.4 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงเช้าในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีค่าเฉลี่ย  $5.53 \pm 0.71$  มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีค่าเฉลี่ย  $5.65 \pm 0.82$  มิลลิกรัม/ลิตร (ภาพที่ 20) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงบ่ายในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีค่าเฉลี่ย  $7.55 \pm 0.79$  มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีค่าเฉลี่ย  $7.38 \pm 0.73$  มิลลิกรัม/ลิตร (ภาพที่ 21) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) จะสังเกตได้ว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงเช้าจะต่ำกว่าช่วงบ่ายเนื่องจากในตอนกลางวันสิ่งมีชีวิตจะใช้ออกซิเจนในการหายใจทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าลดลง ในขณะที่ตอนกลางวันแพลงก์ตอนพืชเกิดกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในช่วงบ่ายสูงขึ้น

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทั้งช่วงเช้าและบ่ายในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อแตกต่างกัน 2 แบบนี้ อยู่ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสำหรับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำไม่ควรน้อยกว่า 4 มิลลิกรัม/กรัม (ชลธ., 2543)

#### 4.5 ปริมาณแอมโมเนียรวม

ปริมาณแอมโมเนียรวมในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีค่าเฉลี่ย  $0.04 \pm 0.05$  มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีค่าเฉลี่ย  $0.13 \pm 0.17$  มิลลิกรัม/ลิตร (ภาพที่ 22) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อแบบปกติในช่วงสัปดาห์ที่ 1-7 มีปริมาณแอมโมเนียรวม โดยเฉพาะในสัปดาห์ที่ 1-2 สูงถึง 0.04 มิลลิกรัม/ลิตร เนื่องจากยังมีปริมาณสารอินทรีย์สะสมอยู่ที่พื้นบ่อตั้งแต่ช่วงการเตรียมบ่อเมื่อสูบน้ำจากบ่อพักน้ำเข้ามาก่อนที่จะทำการปล่อยลูกกุ้ง จึงทำให้ระดับแอมโมเนียค่อนข้างสูงอยู่ก่อนแล้วและในระยะแรกปริมาณแพลงก์ตอนยังมีไม่มาก การดึงเอาแอมโมเนียไปใช้จึงมีน้อยและในช่วงแรกของการเลี้ยงยังไม่มี การเปลี่ยนถ่ายน้ำทำให้ปริมาณสารอินทรีย์และเศษอาหารสะสมอยู่ในบ่อ ทำให้ปริมาณแอมโมเนียสูงกว่าช่วงท้ายของการเลี้ยงต่อมาหลังจากสัปดาห์ที่ 7 ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำเพื่อลดปริมาณแอมโมเนีย จึงทำให้

ในช่วงท้ายของการเลี้ยงมีปริมาณแอมโมเนียไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งปริมาณแอมโมเนียในระดับที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำโดยปกติอยู่ในช่วง 0.4–2 มิลลิกรัม/ลิตร และในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำไม่ควรเกิน 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร (ชลอ, 2543) และ Regnault (1987) กล่าวว่า ปริมาณแอมโมเนียรวมสามารถเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณการขับถ่ายของไนโตรเจนได้

#### 4.6 ไนโตรท์

ปริมาณไนโตรท์ในน้ำของบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีค่าเฉลี่ย  $0.04 \pm 0.10$  มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีค่าเฉลี่ย  $0.02 \pm 0.03$  มิลลิกรัม/ลิตร (ภาพที่ 23) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

จากการศึกษาครั้งนี้ในช่วงแรกของการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามปกติจะมีปริมาณไนโตรท์สูงในช่วงสัปดาห์ที่ 1–3 เนื่องจากการเตรียมบ่อไม่ดี คือ ในระหว่างการตากบ่อไม่มีการปรับปรุงดินพื้นบ่อหรือพลิกหน้าดินเพื่อให้ดินพื้นบ่อด้านล่างได้รับออกซิเจน ซึ่งทำให้การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่สะสมอยู่ที่พื้นบ่อโดยจุลินทรีย์เกิดขึ้นได้น้อย ตามปกติบริเวณกลางบ่อจะมีการสะสมของเศษอาหารและตะกอนต่างๆ มาก (พุทธร, 2546) หากมีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอการย่อยสลายโดยกระบวนการไนตริฟิเคชันที่จะเปลี่ยนไนโตรท์เป็นไนเตรทไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดการสะสมของไนโตรท์มากขึ้น เมื่อเติมน้ำเข้าในบ่อเพื่อเลี้ยงกุ้งจะทำให้มีปริมาณไนโตรท์สูงในระยะแรก แต่หลังจากที่มีการให้อาหารและเติมจุลินทรีย์ลงในบ่อทำให้ไนโตรท์ถูกออกซิไดซ์เป็นไนเตรทตามกระบวนการไนตริฟิเคชัน ซึ่งการที่ไนโตรท์มีปริมาณสูงในช่วงแรก อาจเป็นสาเหตุทำให้อัตราการรอดตายของลูกกุ้งต่ำ (อรพรรณ, 2547) และหลังจากนั้นค่าไนโตรท์มีแนวโน้มลดลง ต่อมาในสัปดาห์ที่ 9 ค่าไนโตรท์สูงขึ้น เนื่องจากในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์นั้น มีกุ้งจำนวนมากให้อาหารมาก จึงมีการปล่อยของเสียออกมามาก จึงทำให้มีการสะสมของเสียในรูปของสารประกอบไนโตรเจนมาก การเปลี่ยนถ่ายน้ำให้อากาศและเติมจุลินทรีย์เพื่อให้ไนโตรท์ลดลง แต่ปริมาณไนโตรท์จะเพิ่มขึ้นอีกในช่วงท้ายของการเลี้ยง ตามปกติปริมาณไนโตรท์ที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำควรมีค่าต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร (EPA, 1973) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรท์อยู่ในระดับที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

#### 4.7 ความเป็นค่ารวม

ค่าความเป็นค่ารวมในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีค่าเฉลี่ย  $95.37 \pm 18.51$  มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีค่าเฉลี่ย  $87.20 \pm 14.07$  มิลลิกรัม/ลิตร (ภาพที่ 24) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ค่าความเป็นค่ารวมในช่วงท้ายของการเลี้ยงจะต่ำ ทั้งบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์และบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ แต่ค่าความเป็นค่ารวมของน้ำในบ่อเลี้ยงที่ทำการศึกษาค้างนี้มีค่าอยู่ในช่วง 80–150 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยทั่วไปการรักษาระดับความเป็นค่ารวมให้คงที่จะใช้วัสดุปูนในกลุ่มคาร์บอเนตและในการเพิ่มความเป็นค่ารวมอาจใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตหรือโซเดียมคาร์บอเนต แล้วแต่ระดับพีเอชของน้ำ (ชลอ และ พรเลิศ, 2547)

#### 4.8 ความกระด้าง

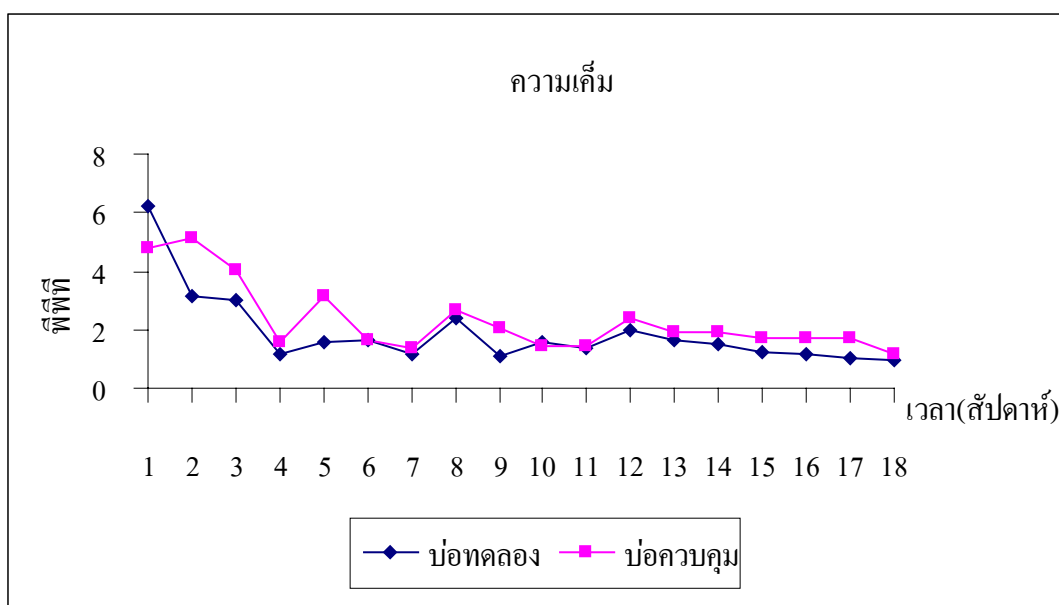
ค่าความกระด้างในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีค่าเฉลี่ย  $819.81 \pm 218.98$  มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $1,069.62 \pm 347.95$  มิลลิกรัม/ลิตร (ภาพที่ 25) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ความกระด้างของน้ำในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อแตกต่างกัน 2 แบบมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยง เช่นเดียวกัน แต่บ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์นั้นมีค่าความกระด้างต่ำกว่า 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร เนื่องจากมีจำนวนกุ้งภายในบ่อเป็นจำนวนมาก เมื่อความเค็มของน้ำลดลง กุ้งจึงต้องใช้พลังงานมากในการรักษาระดับแร่ธาตุต่างๆ ภายในร่างกายให้คงที่ หากปริมาณแร่ธาตุในร่างกายไม่เพียงพอจะส่งผลให้กระบวนการลอกคราบไม่สมบูรณ์ ซึ่งโดยปกติกุ้งสามารถรับแร่ธาตุต่างๆ จากน้ำได้โดยการกินและดูดซึมแร่ธาตุจากทางเดินอาหารหรือการแพร่แร่ธาตุผ่านเหงือกหรือรอยแยกของเปลือกกุ้ง (บุญรัตน์, 2545) แร่ธาตุที่กุ้งต้องการในปริมาณมากมี 7 ชนิด คือ Ca, P, K, S, Na, Cl และ Mg ในขณะที่กุ้งมีการเจริญเติบโตและมีการลอกคราบได้มีการดึงแร่ธาตุต่างๆ ไปใช้จึงทำให้แร่ธาตุต่างๆ ในน้ำลดลง ส่งผลให้ค่าความกระด้างของน้ำลดลง ซึ่งความกระด้างของน้ำโดยตัวของมันเองไม่ถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำ โดยทั่วไปค่าความกระด้างของน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำควรมีค่าประมาณ 1,000 มิลลิกรัม/ลิตรขึ้นไป (สถาพร, 2545)

#### 4.9 ค่าการนำไฟฟ้า

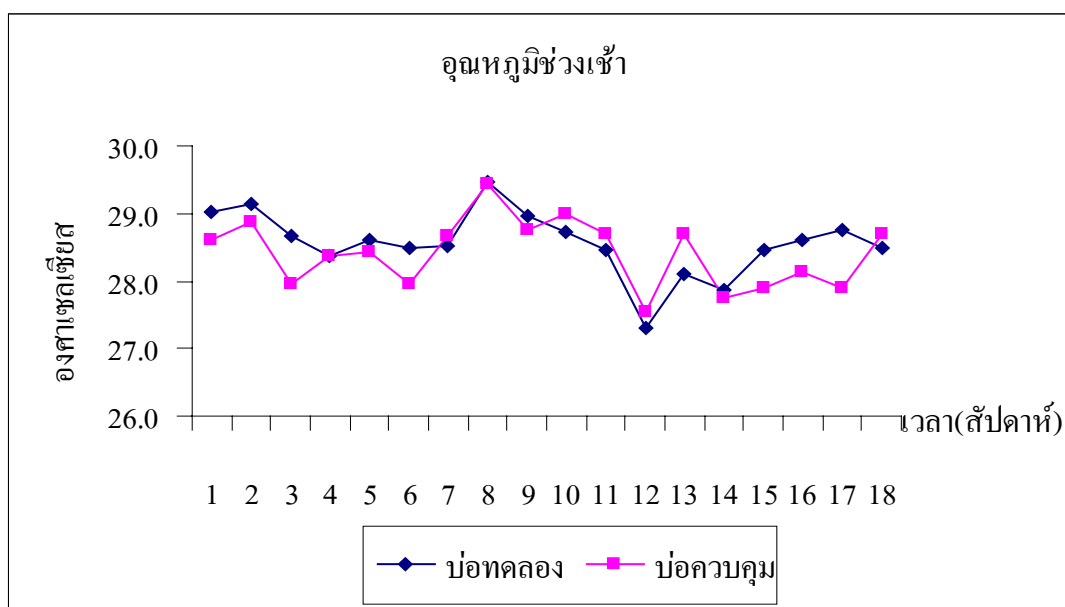
ค่าการนำไฟฟ้าในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ มีค่าเฉลี่ย  $3.51 \pm 2.38$  มิลลิโหมห์/เซนติเมตร ส่วนในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีค่าเฉลี่ย  $4.33 \pm 2.19$  มิลลิโหมห์/เซนติเมตร (ภาพที่ 26) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) ซึ่งค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มไปทางเดียวกับความเค็มของน้ำ และจะค่อยๆ ลดลงในระหว่างการเลี้ยง เนื่องจากมีการเติมน้ำจืดเข้าไปเรื่อยๆ ในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์จะมีค่าเฉลี่ยของค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มต่ำกว่าบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ ซึ่งค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเค็ม โดยพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำขึ้นกับไอออนต่างๆ ได้แก่  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  และ  $\text{Fe}^{3+}$  (ลาวไมย, 2546) สอดคล้องกับ Boyd (1982) ที่อธิบายถึงความสามารถของน้ำในการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเค็มเพิ่มขึ้น

#### 4.10 ความโปร่งแสง

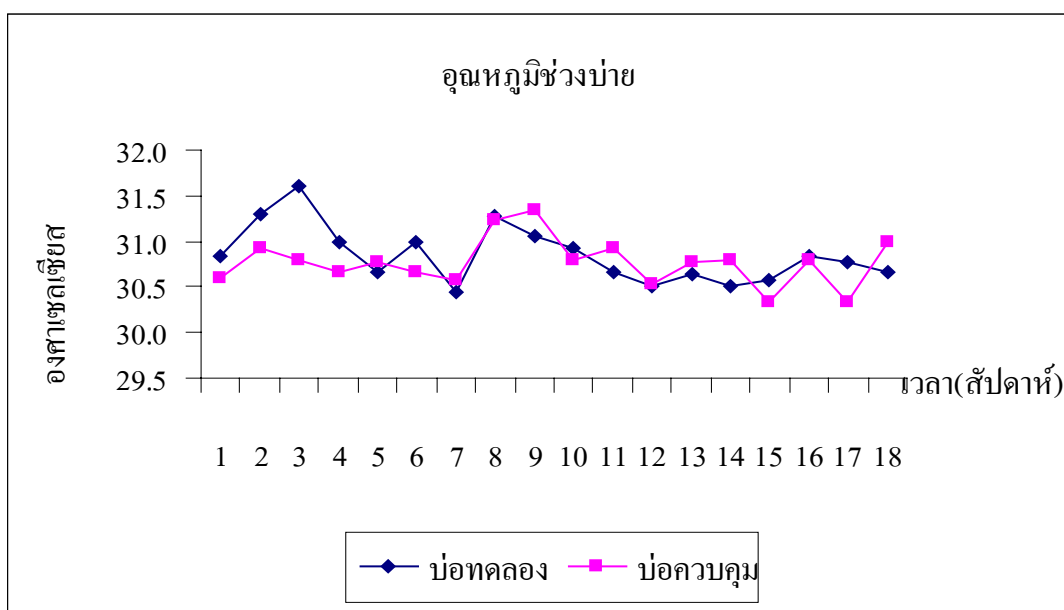
ค่าความโปร่งแสงในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ มีค่าเฉลี่ย  $25.99 \pm 5.83$  เซนติเมตร ส่วนในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติมีค่าเฉลี่ย  $28.01 \pm 6.93$  เซนติเมตร (ภาพที่ 27) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) ในบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์จะมีค่าต่ำกว่าเนื่องจากในระหว่างการเลี้ยงกึ่งมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำน้อย สีนํ้าจึงเข้มและมีปริมาณแพลงก์ตอนมาก ทำให้ค่าความโปร่งแสงน้อยกว่าบ่อเลี้ยงที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ ซึ่งค่าความโปร่งแสงจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยง ค่าความโปร่งแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำอยู่ระหว่าง 30–60 เซนติเมตร หากต่ำกว่า 30 เซนติเมตรแสดงว่าน้ำขุ่นเกินไปหรือมีปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไป ผลการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับโดย ลวไมย (2546) รุจเรช (2546) และอรพรรณ (2547) ซึ่งพบว่าความโปร่งแสงจะค่อยๆ ลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยง



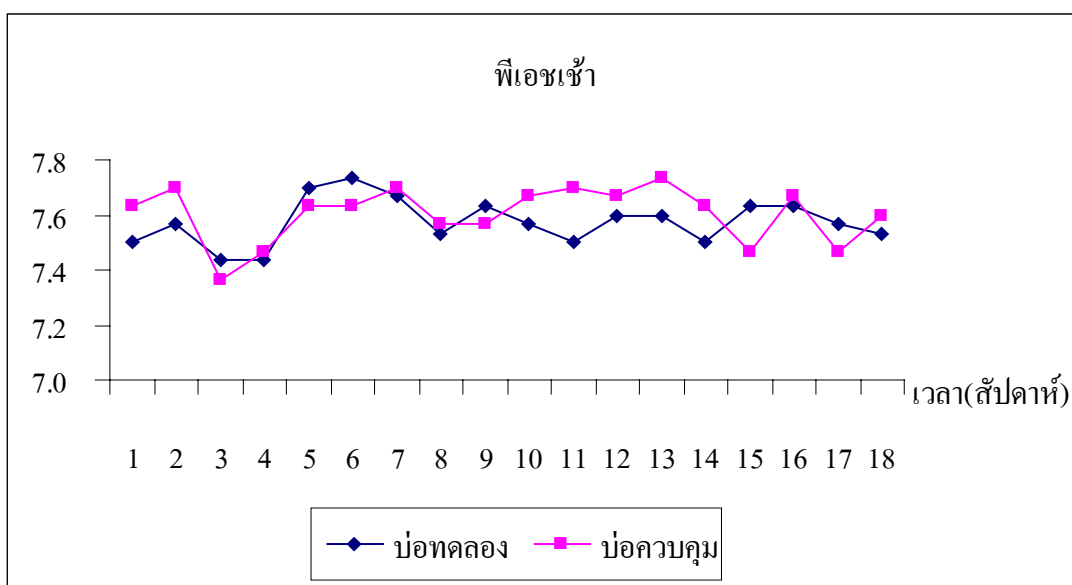
ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงความเค็มตลอดการเลี้ยงในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ (บ่อทดลอง) กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ (บ่อควบคุม)



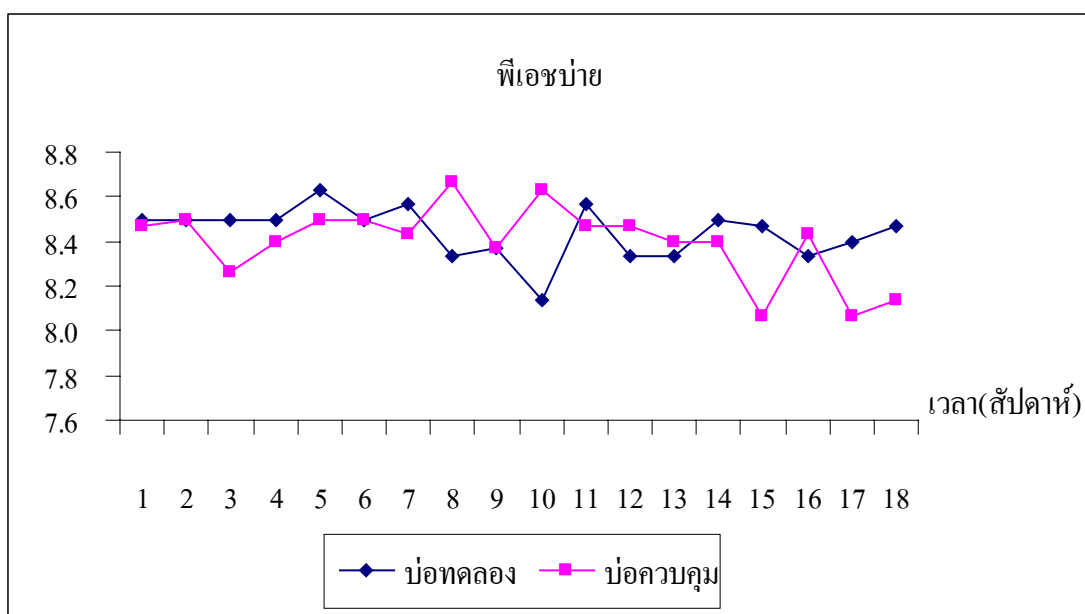
ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิช่วงเช้าตลอดการเลี้ยงในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วย สารอินทรีย์ (บ่อทดลอง) กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ (บ่อควบคุม)



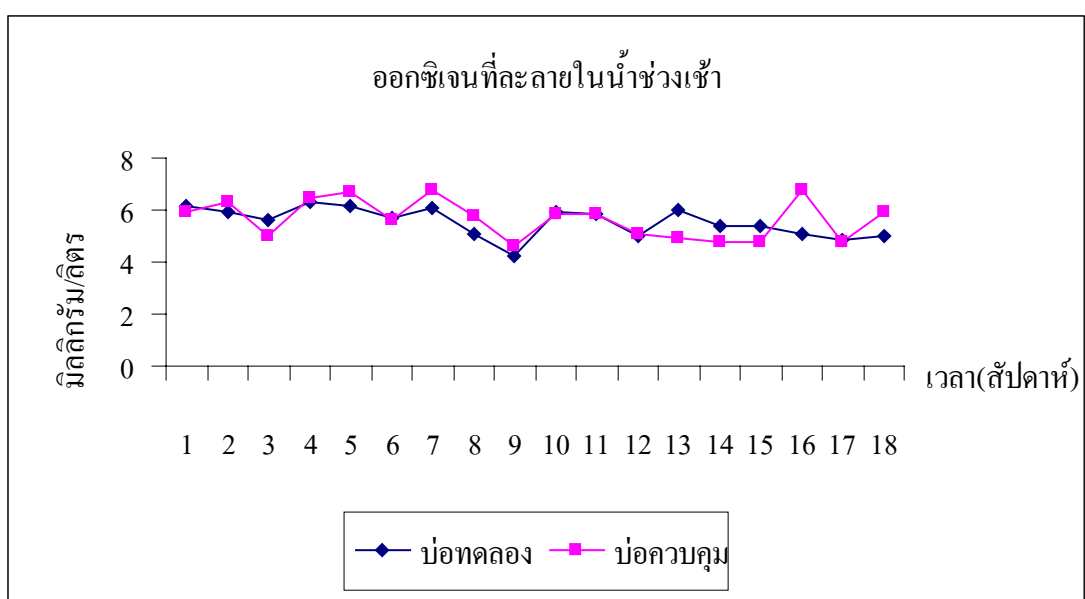
ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิช่วงบ่ายตลอดการเลี้ยงในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ (บ่อทดลอง) กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ (บ่อควบคุม)



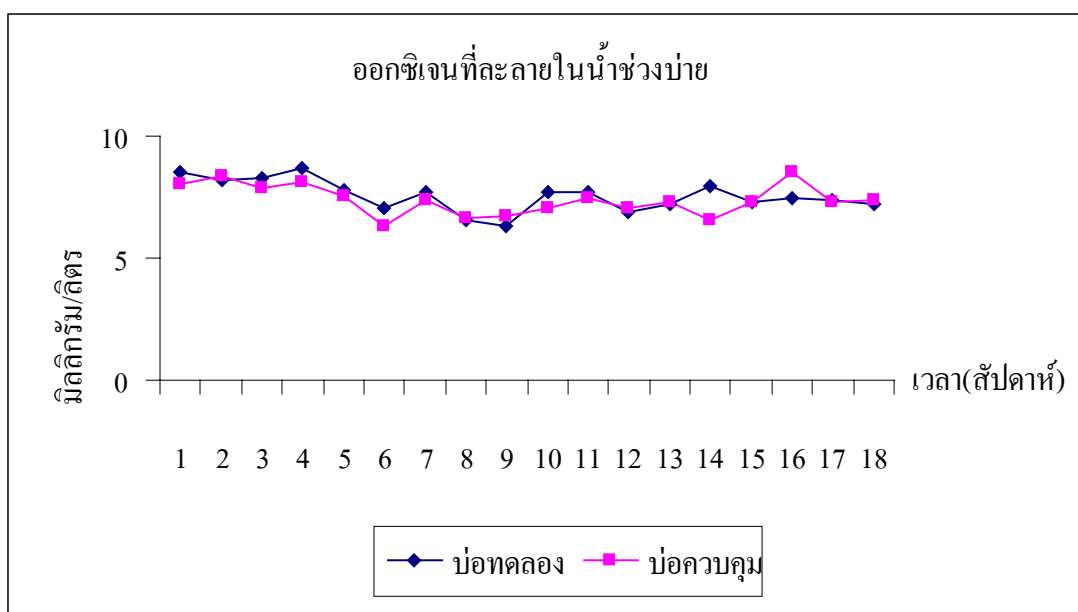
ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงพีเอชเช้าตลอดการเลี้ยงในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ (บ่อทดลอง) กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ (บ่อควบคุม)



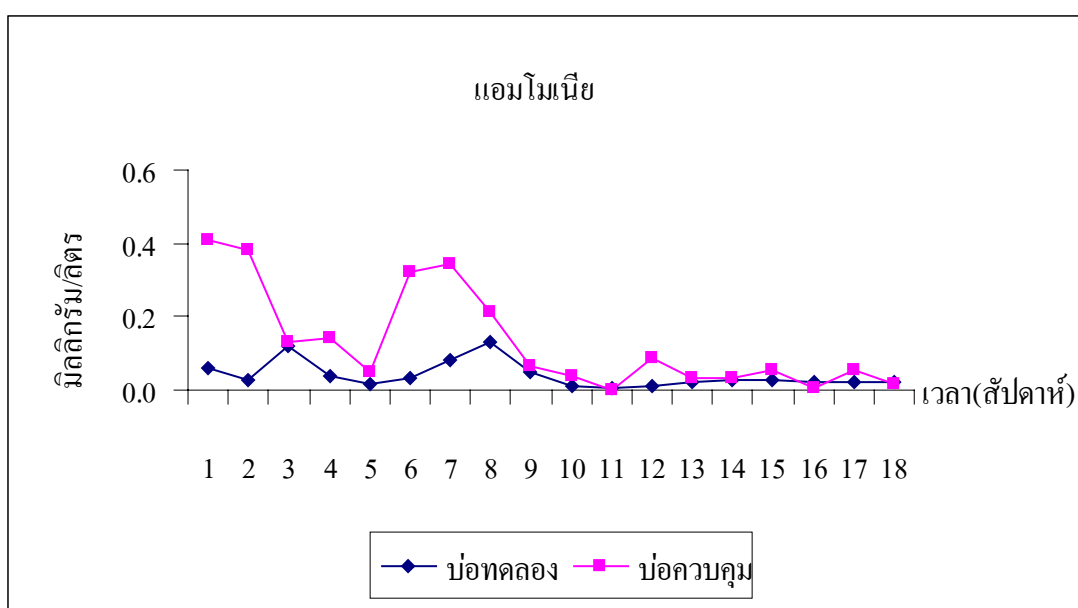
**ภาพที่ 19** การเปลี่ยนแปลงพีเอชบ่บ่ตลอดการเลี้ยงในบ่ที่ปรับปรุงดินพื้นบ่ด้วยสารอินทรีย์ (บ่ทดลอง) กับบ่ที่มีการเตรียมบ่ตามวิธีปกติ (บ่ควบคุม)



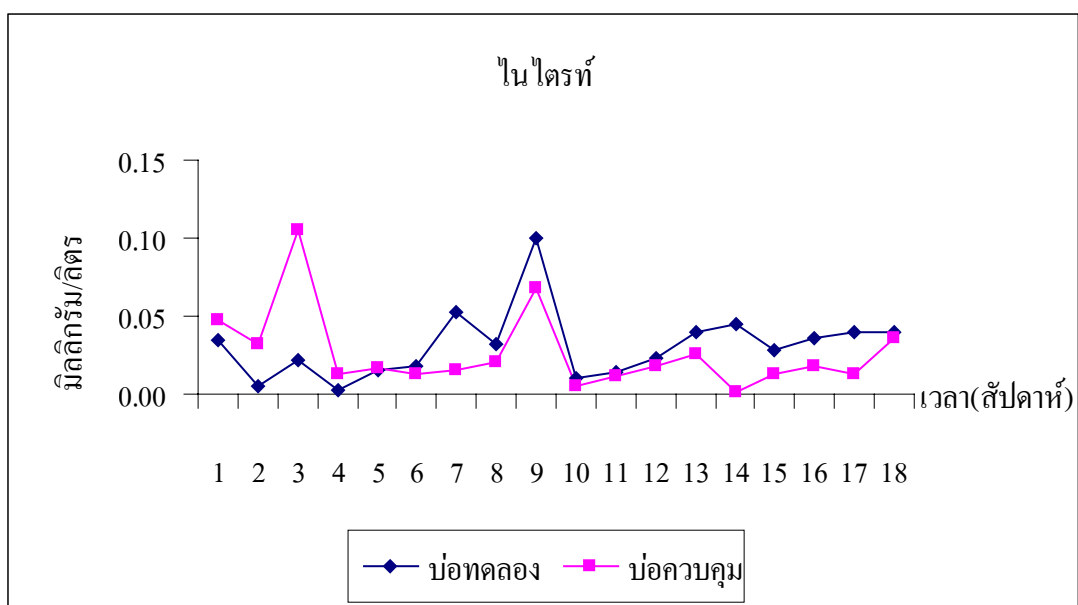
**ภาพที่ 20** การเปลี่ยนแปลงออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงเช้าตลอดการเลี้ยงในบ่ที่ปรับปรุงดินพื้นบ่ด้วยสารอินทรีย์ (บ่ทดลอง) กับบ่ที่มีการเตรียมบ่ตามวิธีปกติ (บ่ควบคุม)



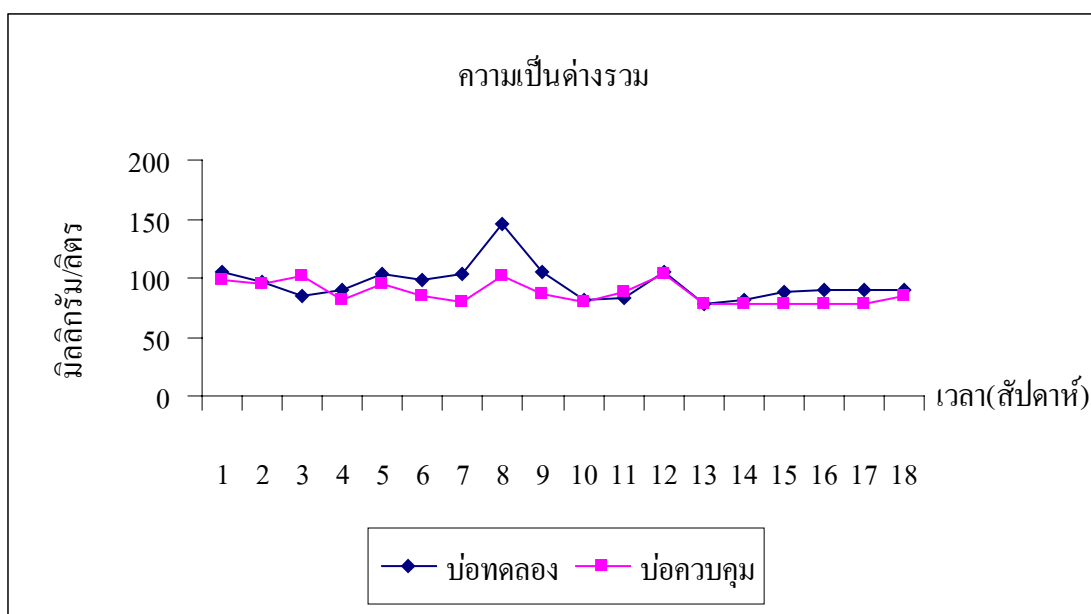
ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงบ่ายตลอดการเลี้ยงในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ (บ่อทดลอง) กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ (บ่อควบคุม)



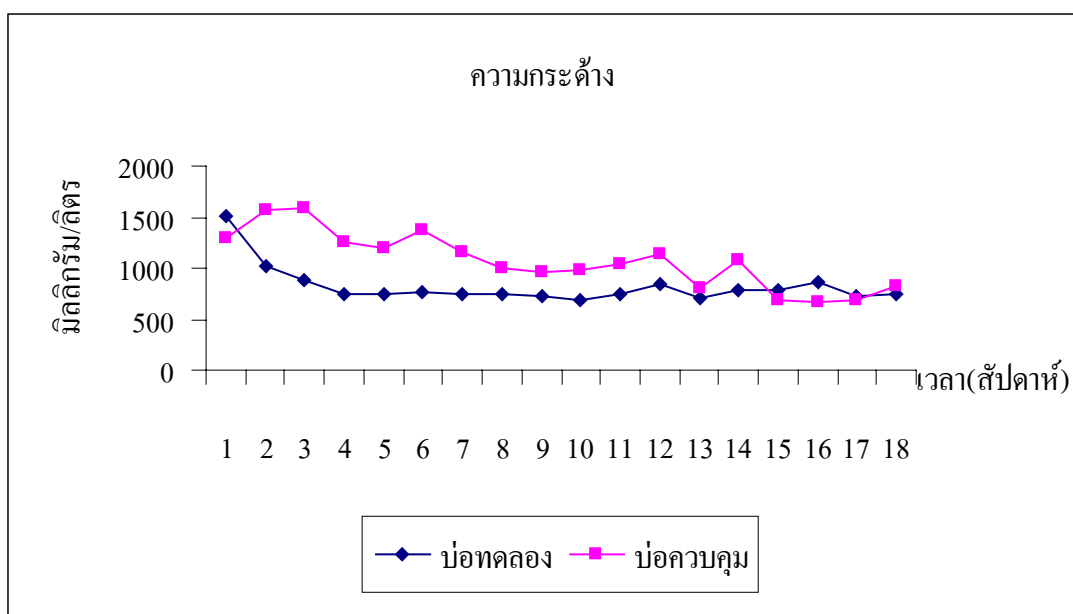
ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียตลอดการเลี้ยงในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ (บ่อทดลอง) กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ (บ่อควบคุม)



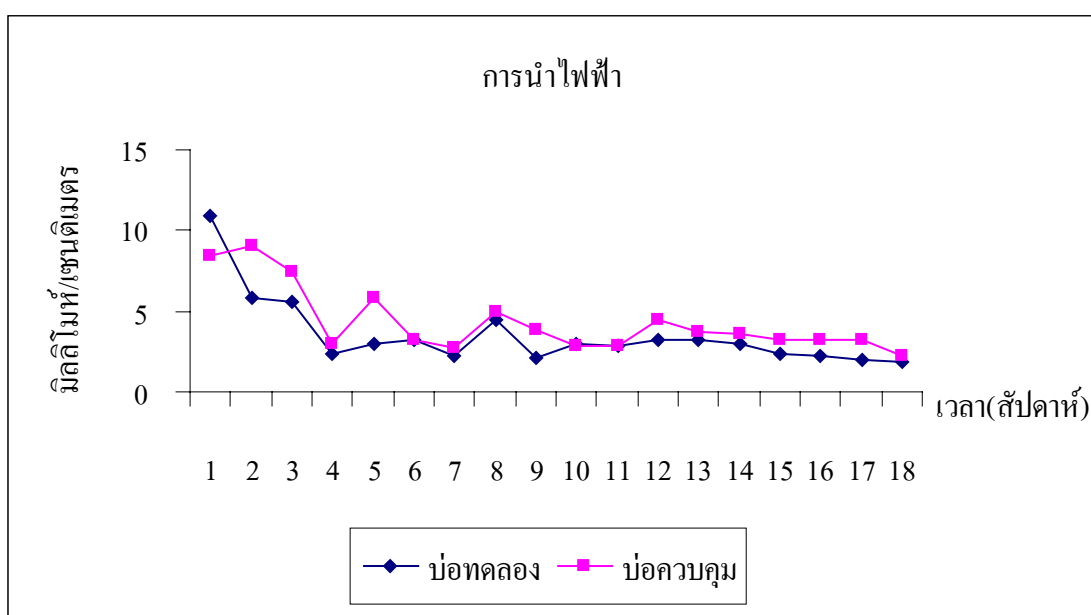
**ภาพที่ 23** การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนตลอดการเลี้ยงในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ (บ่อทดลอง) กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ (บ่อควบคุม)



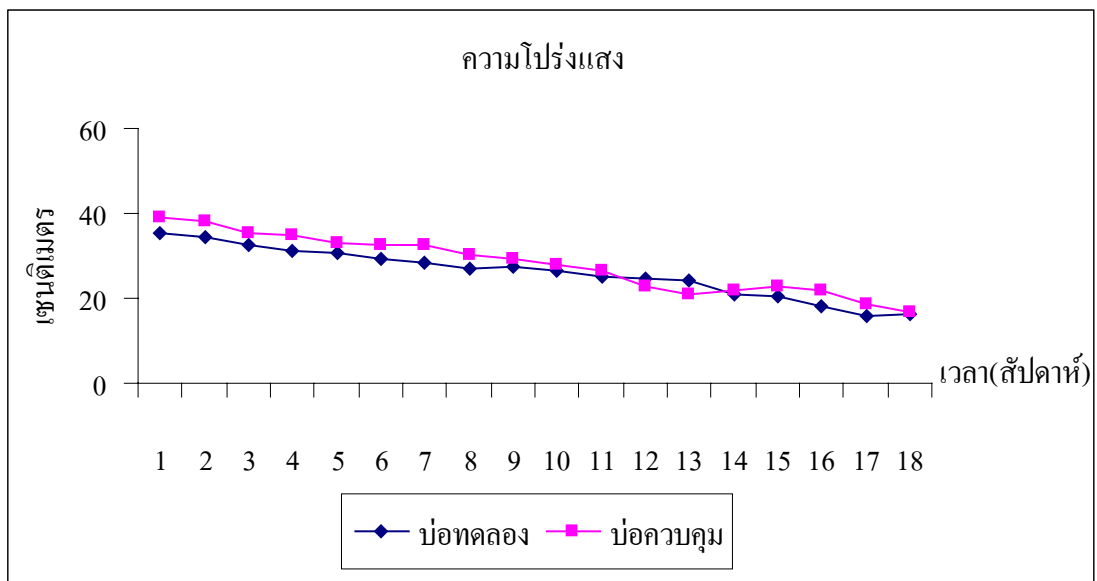
**ภาพที่ 24** การเปลี่ยนแปลงความเป็นต่างรวมตลอดการเลี้ยงในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ (บ่อทดลอง) กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ (บ่อควบคุม)



ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงความกระด้างตลอดการเลี้ยงในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ (ป๋อทดลอง) กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ (ป๋อควบคุม)



ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้าตลอดการเลี้ยงในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ (ป๋อทดลอง) กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ (ป๋อควบคุม)



ภาพที่ 27 การเปลี่ยนแปลงความโปร่งแสงตลอดการเลี้ยงในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วย  
สารอินทรีย์ (บ่อทดลอง) กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติ (บ่อควบคุม)

## สรุป

### 1. การเปรียบเทียบอัตราการรอดตาย การเจริญเติบโตและผลผลิตของกิ้งกูดำจากบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามปกติ

ผลการเลี้ยงกิ้งกูดำด้วยน้ำความเค็มต่ำที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีผลผลิตรวม 3,125.83 กิโลกรัม ผลผลิตเฉลี่ย 788.2 กิโลกรัม/ไร่ น้ำหนักเฉลี่ย 17.97 กรัม และ อัตราการรอดตาย 87.9 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าการเลี้ยงกิ้งกูดำที่มีการเตรียมบ่อตามวิธีปกติที่มีผลผลิตรวม 1,788.5 กิโลกรัม ผลผลิตเฉลี่ย 447.12 กิโลกรัม/ไร่ น้ำหนักเฉลี่ย 14.08 กรัม และ อัตราการรอดตาย 63.43 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอัตราแลกเนื้อเฉลี่ยในบ่อที่มีการเตรียมบ่อโดยปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์มีค่าเท่ากับ 1.47 และในบ่อที่มีการเตรียมตามปกติมีค่าเท่ากับ 1.47

### 2. การเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก (benthos) ในบ่อที่ปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามปกติ

ในการศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในบ่อเลี้ยงกิ้งกูดำด้วยน้ำความเค็มต่ำทั้ง 6 บ่อ พบสัตว์หน้าดินขนาดเล็กทั้งหมด 3 Phylum ได้แก่ Phylum Arthropoda 4 กลุ่ม คือ chironomids, insect larvae, copepod และ ostracods Phylum Annelida 1 กลุ่ม คือ polychaetes และ Phylum Nematoda 1 กลุ่ม คือ nematodes ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงในการศึกษาครั้งนี้ พบปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดเล็กมากในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการเลี้ยง กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กที่พบมากที่สุด คือ chironomids รองลงมาคือ ostracods insect larvae, polychaete และ copepods ตามลำดับ และกลุ่มที่พบน้อยที่สุด คือ nematodes

### 3. การเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนในบ่อที่มีการปรับปรุงพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามปกติ

การศึกษาชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยน้ำความเค็มต่ำทั้ง 6 บ่อ พบแพลงก์ตอนทั้งหมด 65 สกุล 6 กลุ่ม ประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืช 52 สกุล 3 กลุ่ม ได้แก่ Division Cyanophyta 13 สกุล Division Chlorophyta 29 สกุล และ Division Chromophyta 10 สกุล และแพลงก์ตอนสัตว์ 13 สกุล 3 กลุ่ม ได้แก่ Phylum Protozoa 2 สกุล Phylum Rotifera 9 สกุล และ Phylum Arthropoda 2 สกุล แพลงก์ตอนพืชกลุ่มที่พบมากตลอดการเลี้ยง คือ *Chroococcus*, *Merismopedia* และ *Oscillatoria* และสาหร่ายสีเขียวที่พบมากคือ *Oocystis*, *Cosmarium* และ *Scenedesmus*

### 4. การเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำในบ่อที่มีการปรับปรุงพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์กับบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามปกติ

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติ น้ำ พบว่า ความเค็ม อุณหภูมิ พีเอช ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณไนโตรเจน และค่าการนำไฟฟ้า ไม่มีความแตกต่างกันมากและอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ยกเว้นค่าความกระด้าง และค่าความเป็นด่างรวมมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ แต่ความกระด้างของน้ำ ไม่ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำ ซึ่งจะมีค่าสัมพันธ์กับความเป็นด่างและพีเอช ค่าความเป็นด่างรวมในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ส่วนปริมาณแอมโมเนียรวมในบ่อที่มีการเตรียมบ่อตามปกติมีค่าสูงกว่าบ่อที่มีการปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ เนื่องจากของเสียที่สะสมที่พื้นบ่อได้รับการบำบัดไม่เพียงพอ ส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียรวมมีค่าสูงตั้งแต่ช่วงแรกของการเลี้ยง มีผลทำให้กุ้งมีอัตราการรอดตายต่ำกว่าบ่อที่มีการปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์

### ข้อเสนอแนะ

1. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยน้ำความเค็มต่ำ ควรมีการปรับปรุงดินพื้นบ่อด้วยสารอินทรีย์ เพื่อลดการหมักหมมของของเสียที่พื้นบ่อ และเพื่อเพิ่มปริมาณสัณฐานดินซึ่งเป็นอาหารธรรมชาติของกุ้ง
2. การใช้สารอินทรีย์ในการเตรียมบ่อโดยเฉพาะบ่อที่มีปัญหาการเตรียมสีน้ำหรือปริมาณแพลงก์ตอนจะมีประโยชน์มาก จะทำให้มีอาหารธรรมชาติเพิ่มขึ้น เหมาะสมในการปล่อยลูกกุ้ง
3. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบการใช้สารอินทรีย์ปรับปรุงดินพื้นบ่อกับการใช้รำ ในการเตรียมบ่อเพื่อเพิ่มปริมาณสัณฐานดินในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยน้ำความเค็มต่ำ
4. ควรมีการศึกษาการใช้สารอินทรีย์ปรับปรุงดินพื้นบ่อในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยน้ำความเค็มปกติด้วย

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2535. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, กรุงเทพฯ. 730 น.

จารุวัฒน์ นกิตะภักดิ์ และ สมนึก กบิลรัมย์. 2529. การบริโภคออกซิเจนของลูกกุ้งกุลาดำในระยะการเจริญต่างๆ. รายงานวิชาการ ฉบับที่ 1/2529. สถานีประมงน้ำจืดร้อยจังหวัระของ, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 260 น.

ชลอ ลิมสุวรรณ. 2535. **คัมภีร์การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัทฐานเศรษฐกิจ จำกัด, กรุงเทพฯ. 202 น.

\_\_\_\_\_. 2543. **กุ้งไทย 2000 คู่ความยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม**. เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 260 น.

ชลอ ลิมสุวรรณ และ พรเลิศ จันทรรักษ์กุล. 2547. **อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย**. สนับสนุนการจัดการพิมพ์โดยสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช เนื่องในวโรกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 5 ธันวาคม พ.ศ. 2547, บริษัทเมจิค พับบลิชัน จำกัด. 206 น.

ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง. 2540. **ผลกระทบของน้ำทิ้งจากนาุ้งต่อคุณภาพดิน และตะกอนในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2536. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 177 น.

ธัญญนันท์ สุนทรมงคล. 2547. **ผลของปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำต่อคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยน้ำความเค็มต่ำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญรัตน์ ประทุมชาติ. 2545. ความสำคัญของการเฝ้าระวังการเลี้ยงกุ้ง. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ บริษัทซิสเคมแอนด์คัลเจอร์รีล จำกัด, กรุงเทพฯ.

พุทธ ส่องแสงจินดา. 2546. ออกซิเจนกับการจัดการการเลี้ยงกุ้งและการพัฒนา. น. 229–244. ใน กุ้งไทยก้าวใหม่สู่หนึ่งในผู้นำกุ้งโลกอย่างยั่งยืน. กรุงเทพฯ.

พรเลิศ จันทรรักษ์กุล, เจ เอฟ เทอร์นบอล และ ชลอ ลิมสุวรรณ. 2537. คู่มือการเลี้ยงและป้องกัน โรคกุ้งกุลาดำ. สถาบันวิจัยสุขภาพสัตว์น้ำ, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 90 น.

มันสิน ตันทุลเวศน์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2539. การจัดการคุณภาพน้ำ และการบำบัดน้ำเสีย ในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ เล่ม 1. การจัดการคุณภาพน้ำ. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ. 214 น.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการ วิจัยทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 115 น.

ยนต์ มุสิก. 2530. คุณภาพน้ำและกำลังผลิตในบ่อเลี้ยงปลา. เอกสารประกอบคำสอนภาควิชา เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 180 น.

รุจเรข บำราศอรินทร์พ่าย. 2546. การศึกษาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยน้ำความเค็มต่ำ 2 ระดับ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2530. แพลงก์ตอน. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 289 น.

\_\_\_\_\_. 2541. แพลงก์ตอนสัตว์. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 787 น.

- ลัดดา วงศ์รัตน์. 2542. แพลงก์ตอนพืช. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 851 น.
- ลวไมย สาวะรณ. 2546. การศึกษาการใช้แร่ธาตุผสมในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรวิทย์ ชีวพร. 2531. คุณภาพน้ำ-ดินในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ, น. 171-182. ใน การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ชลบุรี.
- วรินธา วสินะเมรินทร์. 2548. การศึกษาการติดเชื้อ *Monodon Baculovirus Hepatopancreatic Parvovirus* และพยาธิสภาพของต่อมน้ำเหลืองในกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon Fabricius*). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมศักดิ์ กิตติพงศ์. 2518. การสลายตัวของอินทรีย์สารในดินองครักษ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมเจตน์ จันทวัฒน์, ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา, จงรัก จันทร์เจริญสุข, วิโรจน์ อัมพพิทักษ์ และ อัญชลี สุทธิปรการ. 2529. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 117 น.
- สถาพร ดิเรกบุษราคัม. 2545. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเรื่องเทคนิคฟาร์มกุ้งกุลาดำเลี้ยงกุ้งกุลาดำแก่เกษตรกร. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, นครศรีธรรมราช.
- สมศักดิ์ วั่งโน. 2528. จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ. 193 น.
- สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. 2511. เคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดินนา. แผนกวิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 238 น.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2542. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลในประเทศไทยช่วงปี 2528-2538. กองคลังข้อมูลและสนเทศสถิติ, กรุงเทพฯ. 69 น.

สุภาวดี จุลละสร. 2543. ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในแหล่งอาศัยที่แตกต่างกันของ  
เกาะภูเก็ต. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการ  
ทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. 138 น.

\_\_\_\_\_. 2547. ผลของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กและปัจจัยสภาวะแวดล้อมที่มีต่อผลผลิตกุ้ง  
ในบ่อเลี้ยงกุ้งในพื้นที่น้ำกร่อย, น.81-99. ใน การประชุมวิชาการกุ้งทะเลแห่งชาติ ครั้งที่ 5.

สุริยา สานสนรักกิจ. 2547. สมดุลของแร่ธาตุในน้ำและดินสำหรับการเลี้ยงกุ้ง, น. 83-92. ใน งาน  
วันกุ้งไทยครั้งที่ 14, ชมรมผู้เลี้ยงกุ้งสุราษฎร์ธานี สมาคมผู้เลี้ยงกุ้งทะเลไทย.

อรพรรณ เล่นวาริ. 2547. อัตราที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยน้ำความเค็มต่ำ.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุมาภรณ์ จรดล. 2548. ผลของการติดเชื้อ *Monodon Baculovirus (MBV)* และเชื้อ  
*Hepatopancreatic Parvovirus (HPV)* ต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของกุ้ง  
กุลาดำ *Penaeus monodon* Fabricius. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Allan, G.L. and G.B. Maguire. 1993. The use of model ponds to evaluate phytoplankton  
blooms and benthic algal mats for *Penaeus monodon* Fabricius culture. **Aquac. Fish.**  
**Manage.** 24: 235-243.

Allan, G.L. , J.W. Moriarty and G.B. Maguire. 1995. Effect of pond preparation and feeding  
rate on production of *Penaeus monodon* Fabricius farming ponds. **Aquaculture**, 130:  
329-349.

Alexander, M. 1976. **Introduction to Soil Microbiology**. 2<sup>nd</sup>. Ed., John Wiley and Sons, New  
York. 427 p.

- Angsupanich, S., I. Phromthong and K. Srichuer. 1997. Meiofauna in Thale Sap Songkhla, a lagoonal lake in southern Thailand. **J. Sci. Soc. Thai.** 23: 347-358.
- APHA , AWWA and AWCA. 1992. **Standard Methods for the Examination Water and Wastewater.** 19<sup>th</sup>. ed., American Public Health Association, Washington. D.C. 1,391 p.
- Aryuthaka, C. 1991. Meiofauna community in Khung Kraben bay, Chanthaburi, eastern Thailand. **Thai Mar. Res. Bull.** 2: 47-58.
- Aryuthaka, C. 1994. Preliminary report on the meiofauna community in shrimp culture ponds in the Khung Kraben bay area, Chanthaburi, eastern Thailand. pp. 41-52. *In* **Proceeding of the NRCT-JSPS Joint Seminar on Marine Science.**
- Banerja, S.M. 1967. Water quality and soil condition of fish ponds in some state of India in relation to fish production. **Indian J.Fish.** 14: 133-144.
- Boyd, C.E. 1982. **Water Quality Management for Pond Fish Culture.** Elsevier Sci Publ. Co., Amsterdam. 319 p.
- \_\_\_\_\_. 1987. **Water Quality Management for Brackishwater Ponds with Emphasis on Shrimp Farming in Thailand.** Auburn University, Alabama.
- \_\_\_\_\_. 1989. **Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming Series 2.** Fisheries and Allied Aquaculture Department, Auburn University, Auburn. 77 p.
- \_\_\_\_\_. 1992. Shrimp pond bottom soil and sediment management. pp. 16-181. *In* **Proceeding of the Special Session on Shrimp Farming.** World Aquaculture Society Baton Rouge, Louisiana, USA.

- Boyd, C.E. 1995. **Bottom Soil Sediment and Pond Aquaculture**. Department of Fisheries and Allied Aquaculture Auburn University, Alabama. 347 p.
- Chiang, P., C.H. Huo and C.F. Liu. 1989. **Pond Preparation for Shrimp Growth-out**. Paper Presented at Shrimp Farmer Workshop. 8–10 August 1989. Songkhla Province, Thailand, Thai Department and American Soybean Association, Bangkok. 25 p.
- Chullasorn, S. 1991. Preliminary study on meiofauna abundance at Rawon canal, eastern Thailand. **J. Ramkhamhaeng Univ.** 4(2): 8-14.
- Chullasorn, S. 1992. Distribution of meiofauna inside and outside seagrass patches, Khung Kraben bay, eastern coast of Thailand. pp. 197-214. *In* **Proceedings of the 14<sup>th</sup> Biennial Conference of the Asian Association for Biology Education**.
- \_\_\_\_\_. 1997. Distribution of harpacticoid copepods in seagrass area, *Halodule pinifolia* (Miki) den Hartog. pp. 65-78. *In* **Proceedings of the Eight Joint Seminar on Marine Science NRCT-JSPS**.
- Coull, B. C. and S. S. Bell. 1979. Perspectives of meiofauna ecology. pp. 189-216 *In* : R.J. Livingston (ed.), **Ecological Processes in Coastal and Marine Ecosystems**. Plenum Press, New York.
- Coull, B.C. 1988. Ecology of the marine meiofauna. pp. 18-38. *In* : R.P. Higgins and H. Thiel(eds.), **Introduction to the Study of Meiofauna**. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- EPA, 1973. **Water Quality Criteria 1972**. A Report of the Committee on Quality Criteria, Environmental Studies Board. U.S. Government Printing office, Washington D.C., 125 p.

- Gee, J.M. 1989. An ecological and economic review of meiofauna as food for fish.  
**Zool. J. Linn. Soc.** 96: 243-261.
- Gray, J.S. and R. M. Johnson. 1970. The bacteria of a sandy beach as an ecological Factor affecting the interstitial gastrotrich *Turbanella hyaline* Schultze. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 4: 119-133.
- Hick, G.R.F. and B.C. Coull. 1983. The ecology of marine meiobenthic harpacticoid copepods.  
**Oceanogr. Mar. Biol.** Annual Review, 21: 67-175.
- Higgins, R.P. and H. Thiel. 1988. **Introduction to the Study of Meiofauna.** Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. 488 p.
- Jackson, M.L. 1958. **Organic Matter Determinations for Soils in the Soil Chemical Analysis.** New York. 356 p.
- Lee, J.J., H. Tietjen., C. Mastropaolo and H. Rubin. 1977. Food quality and the heterogeneous spatial distributuin of meiofauna. **Helgol. Wissenschaftliche Muresunters.** 30: 272-282.
- Lin, C.K. and G.L. Nash. 1996. **Asia Shrimp News Collected.** Volume, 1989-1995. Bangkok, Thailand: Asian Shrimp Culture Councill. 312 p.
- McIntyre, A.D. 1969. Ecology of marine meiobenthos. **Biol. Rev.** 44: 245-290.
- Moncrief, J.W. and W.H. Jones. 1977. **Element of Physical Chemistry.** Addison-Wesley Publ. Co., Inc., Reading Mass. 450 p.
- Nozawa, K., N. Yoshikawa, S. Shokita and S. Limskul. 1983. Mangrove meiofauna in Thailand. pp.64-72. **In Bulletin prepared by grants from the Japanese Ministry of Education Science and Culture.**

- Paphavasit, N., S. Dheerapongpaiboom, J. Jivalak and A. Piumsomboon. 1997. Preliminary report on meiofauna community in Samut Songkhram mangrove swamp. pp. 159-170. *In* **Thailand Report of the International Scientific Research (Field research)**. Ministry of Education, Science, Sport and Culture of Japan.
- Regnanlt, M. 1987. Nitrogen excretion in marine and fresh-water crustacean. **Biol. Rev.** 62: 1-24.
- Reid, G.H. 1961. **Ecology of Inland Water and Estuarine**. Reingold Pulb.Co., New York. 375p.
- Shishehchian, F. and F.M. Yusoff. 1999. Composition and abundance of macrobenthos in intensive tropical marine shrimp culture ponds. **J. World Aquac. Soc.** 30(1): 128-133.
- Sonnenholzner, S and C. E. Boyd. 2000a. Chemical and physical properties of shrimps pond bottom soil in Ecuador. **J. World Aquac. Soc.** 31: 358-375.
- Sonnenholzner, S and C.E. Boyd. 2000b. Vertical gradient organic matter concentration and respiration rate in pond bottom soils. **J. World Aquac. Soc.** 31: 376-380.
- Swennen, C. and J.I J. Witte. 1989. Meiofauna in two intertidal plants in southern Thailand. **Wallaceana**, 55-56: 11-13.
- Tietjen, J.H. 1969. The ecology of shallow water meiofauna in two New England estuaries. **Oecologia**. 2: 251-291.
- Westheide, W. and G. Purschke. 1988. Organism processing. pp. 146-160. *In*: R.P. Higgins and H. Thiel (eds.). **Introduction to the Study of Meiofauna**. Smithsonian Press, Washington D.C.

Zhang, Z.Z., Z.S. Yu and R.B. Ji. 1995. **The Role of the Meiofauna in the Shrimp Mariculture Ecosystem.** Ninth International Meiofauna Conference. France. 21 p.

## ภาคผนวก