

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

คุณภาพน้ำของระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดระหว่างการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นระยะเวลา 3 เดือน (89 วัน) ในทั้งสองชุดการทดลอง คือตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมและแบบได้น้ำซึ่งคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์คือ แอมโมเนียรวม, ไนไตรท์, ไนเตรต, อุณหภูมิ, ค่ากรด-เบส, ความเค็ม และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ผลจากการวิเคราะห์ดังนี้

#### 1. แอมโมเนียรวม

ปริมาณแอมโมเนียรวมของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 0.000-0.149 มก./ล.  $\text{NH}_4\text{-N}$  โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $0.019 \pm 0.025$  มก./ล.  $\text{NH}_4\text{-N}$  ส่วนปริมาณแอมโมเนียรวมของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 0.002-0.068 มก./ล.  $\text{NH}_4\text{-N}$  โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $0.018 \pm 0.019$  มก./ล.  $\text{NH}_4\text{-N}$  และจากการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติไม่พบความแตกต่างของปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างสองชุดการทดลอง (รูปที่ 13) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) และจากรูปที่ 11 และ 12 ซึ่งเป็นรูปแสดงปริมาณแอมโมเนียในไตรท์และไนเตรตของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริม และตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำตามลำดับ ซึ่งสังเกตได้ว่าปริมาณแอมโมเนียรวมในเดือนที่สองของทั้งสองชุดการทดลองมีค่ามากกว่าในช่วงเดือนที่ 1 และ 3

#### 2. ไนไตรท์

ปริมาณไนไตรท์ของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 0.005-0.050 มก./ล.  $\text{NO}_2\text{-N}$  โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $0.019 \pm 0.011$  มก./ล.  $\text{NO}_2\text{-N}$  ส่วนปริมาณไนไตรท์ของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 0.000-0.149 มก./ล.  $\text{NO}_2\text{-N}$  โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $0.019 \pm 0.025$  มก./ล.  $\text{NO}_2\text{-N}$  และจากการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติไม่พบความแตกต่างของปริมาณไนไตรท์ระหว่างสองชุดการทดลอง (รูปที่ 14) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) และจากรูปที่ 11 และ 12 ซึ่งเป็นรูปแสดงปริมาณแอมโมเนียในไตรท์และไนเตรตของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบ

รูปแสดงปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในไตรท์และไนเตรตของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริม และตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำตามลำดับ ซึ่งสังเกตได้ว่าปริมาณไนโตรเจนของทั้งสองชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ ตลอดการทดลองโดยในช่วงแรกไนโตรเจนมีความคงที่น้อยกว่าช่วงปลายของการทดลอง

### 3. ไนเตรต

ปริมาณไนเตรตของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 1.317-9.950 มก./ล.  $\text{NO}_3\text{-N}$  โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $7.611 \pm 2.344$  มก./ล.  $\text{NO}_3\text{-N}$  ส่วนปริมาณไนเตรตของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 1.410-9.862 มก./ล.  $\text{NO}_3\text{-N}$  โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $7.607 \pm 2.510$  มก./ล.  $\text{NO}_3\text{-N}$  และจากการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติไม่พบมีความแตกต่างของปริมาณไนเตรตของทั้งสองชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) และจากรูปที่ 17 ซึ่งเป็นรูปแสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนเตรตระหว่างสองชุดการทดลองซึ่งสังเกตได้ว่าปริมาณไนเตรตของทั้งสองชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา แต่ในประมาณเดือนที่ 3 ของการทดลองแนวโน้มการเพิ่มจะน้อยกว่าช่วงต้นของการทดลอง

### 4. อุณหภูมิน้ำ

อุณหภูมิน้ำของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง  $27.3\text{-}28.8$  °C โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $27.9 \pm 0.444$  °C ส่วนอุณหภูมิน้ำของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง  $28.2\text{-}29.7$  °C โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $28.9 \pm 0.403$  °C และจากรูปที่ 16 การเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำระหว่างสองชุดการทดลองพบว่าอุณหภูมิน้ำมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง

### 5. ความเค็ม

ความเค็มในระหว่างการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีค่าคงที่ตลอด 3 เดือน คือมีค่าเท่ากับ 30 ส่วนในพันส่วนทั้งในสองชุดการทดลอง

### 6. ค่ากรด-เบส

ค่ากรด-เบสของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 7.0-7.9 โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $7.5 \pm 0.282$  ส่วนค่ากรด-เบส ของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 7.0-7.8 โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $7.6 \pm 0.276$  และจากรูปที่ 17 ซึ่ง

เป็นการเปรียบเทียบค่ากรด-เบสระหว่างสองชุดการทดลองซึ่งสังเกตได้ว่าค่ากรด-เบสของทั้งสองชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงในระยะ 40 วันแรกและมีการเพิ่มขึ้นประมาณวันที่ 40 ของการทดลองซึ่งเป็นช่วงที่มีการเติมวัสดุปูนลงในระบบ และมีแนวโน้มลดลงอีกประมาณวันที่ 70 ของการทดลอง

#### 5. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 5.6-6.3 มก./ล. โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $5.8 \pm 0.158$  มก./ล. ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 5.0-5.8 มก./ล. โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $5.5 \pm 0.211$  มก./ล. จากรูปที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบค่ากรด-เบสระหว่างสองชุดการทดลองซึ่งสังเกตได้ว่าออกซิเจนที่ละลายน้ำของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมจะมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำตลอดการทดลอง

#### การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งกุลาดำ

จากการทดลองทำการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวกุ้งกุลาดำก่อนเริ่มทำการทดลอง และทุก ๆ หนึ่งเดือนหลังจากทำการทดลองพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นของกุ้งกุลาดำทั้งสองชุดการทดลองมีค่าประมาณ 14 กรัม และมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 12 ซม. และความยาวลำตัวทั้งสองชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันทั้งในด้านความยาวและน้ำหนักมีค่าดังนี้ ในชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมคือ 0.056 กรัม/วัน และ 0.014 ซม./วัน ส่วนชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำคือ 0.051 กรัม/วัน และ 0.012 ซม./วัน และพบว่าอัตราการเจริญเติบโตมีค่าสูงสุดในเดือนที่สองของการทดลอง

เมื่อทำการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นของน้ำหนักเฉลี่ยกับเวลา แล้วทำการเปรียบเทียบโดยใช้ การวิเคราะห์ co-variance ของทั้งสองชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

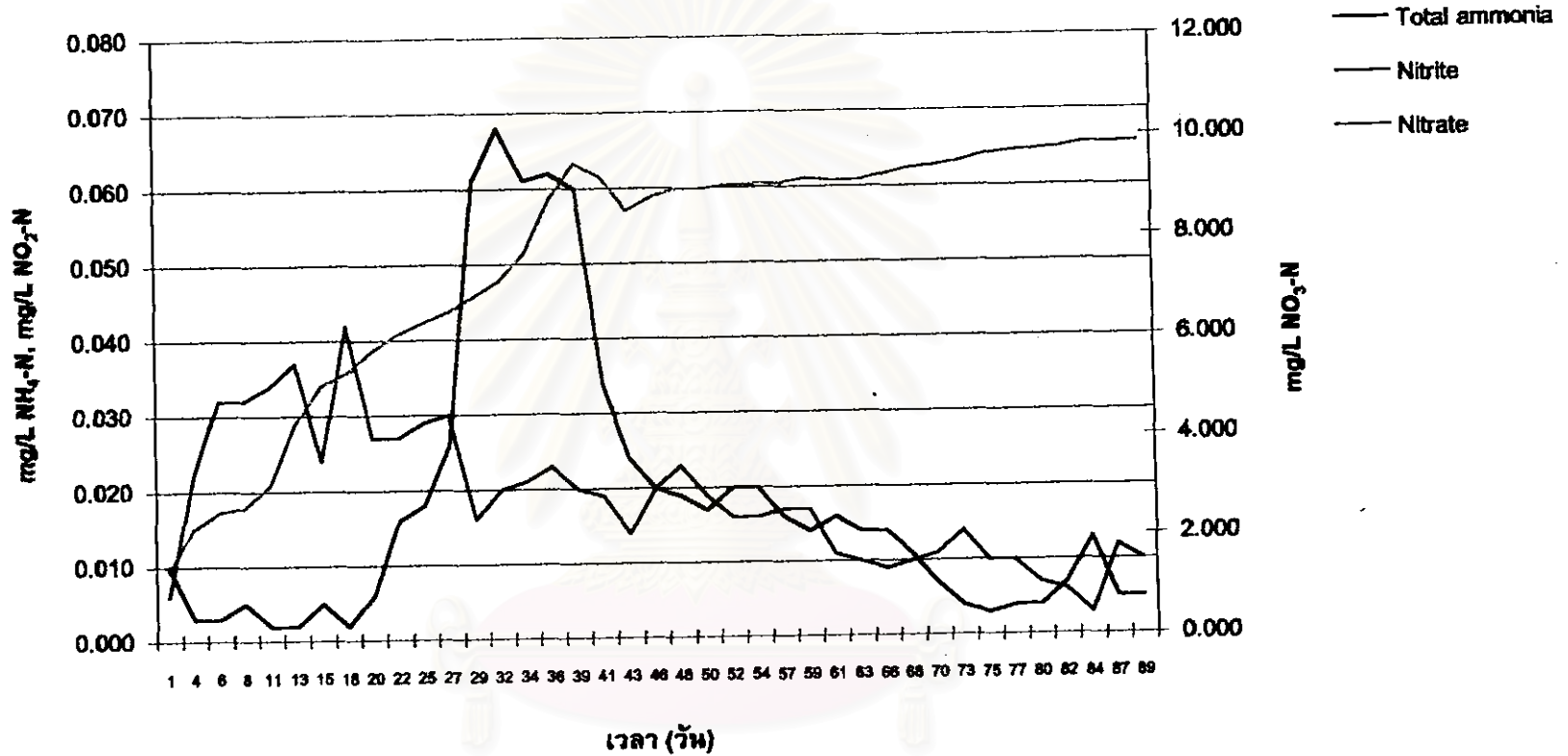
อัตราการรอดตายของทั้งสองชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันโดยในชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมเท่ากับ 6.25% ส่วนชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำเท่ากับ 7.03%

ตารางที่ 3 คุณภาพน้ำประเภทต่างๆ ในการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ใช้ระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดในชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอตรัม และชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำ

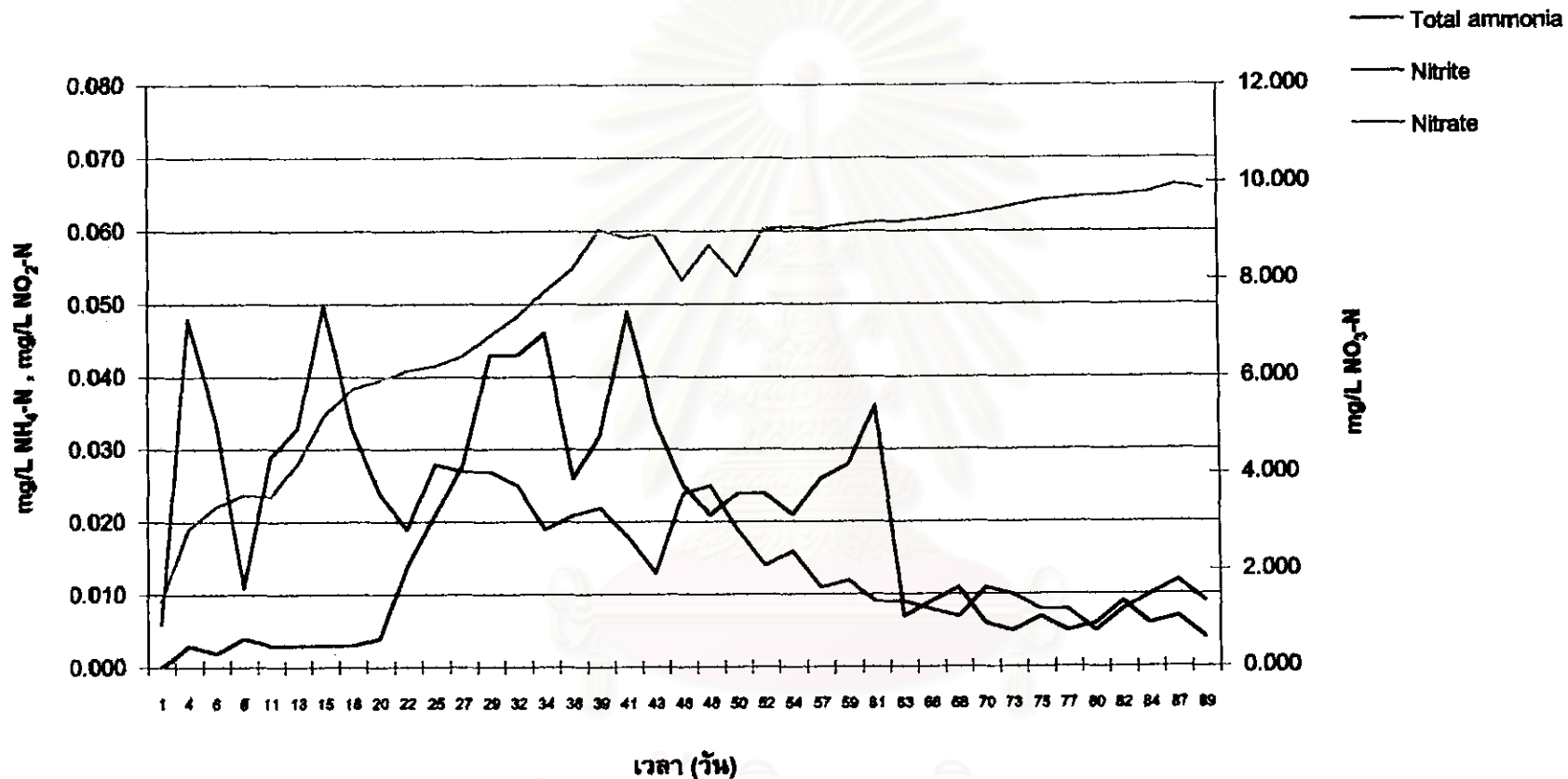
คุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)	
	ชุดการทดลอง ตัวกรองชีวภาพแบบไบโอตรัม	ชุดการทดลอง ตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำ
แอมโมเนียรวม (มก./ล.NH <sub>4</sub> -N)	0.019 ± 0.025 bd-0.149	0.018 ± 0.019 0.002-0.0068
ไนไตรท์ (มก./ล.NO <sub>2</sub> -N)	0.019 ± 0.011 0.005-0.050	0.019 ± 0.025 bd-0.149
ไนเตรต (มก./ล.NO <sub>3</sub> -N)	7.611± 2.344 1.317-9.958	7.607± 2.510 1.410-9.862
ความเค็ม (ส่วนในพันส่วน)	30 ± 0	30 ± 0
ค่ากรดเบส (pH)	7.5±0.282 7.0-7.9	7.6±0.278 7.0-7.8
อุณหภูมิน้ำ (°C)	27.9±0.444 27.3-28.8	28.9±0.403 28.2-29.7
ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มก./ล.)	5.8±0.158 6.3- 5.6	5.5±0.211 5.8 - 5.0

bd=below detection limit

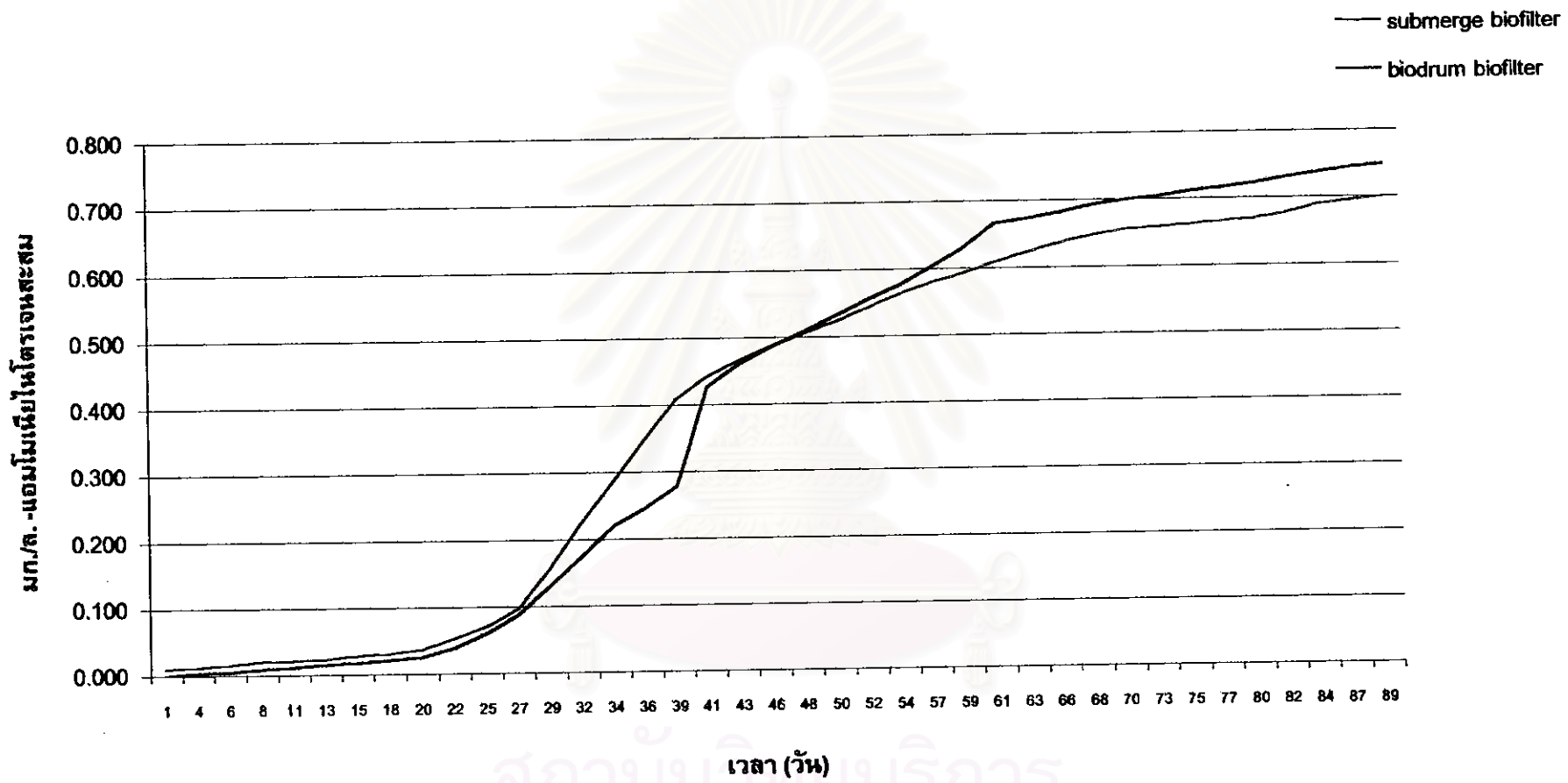
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 11 ปริมาณแอมโมเนียรวม ไนไตรท์ ไนเตรท ของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำใน  
การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

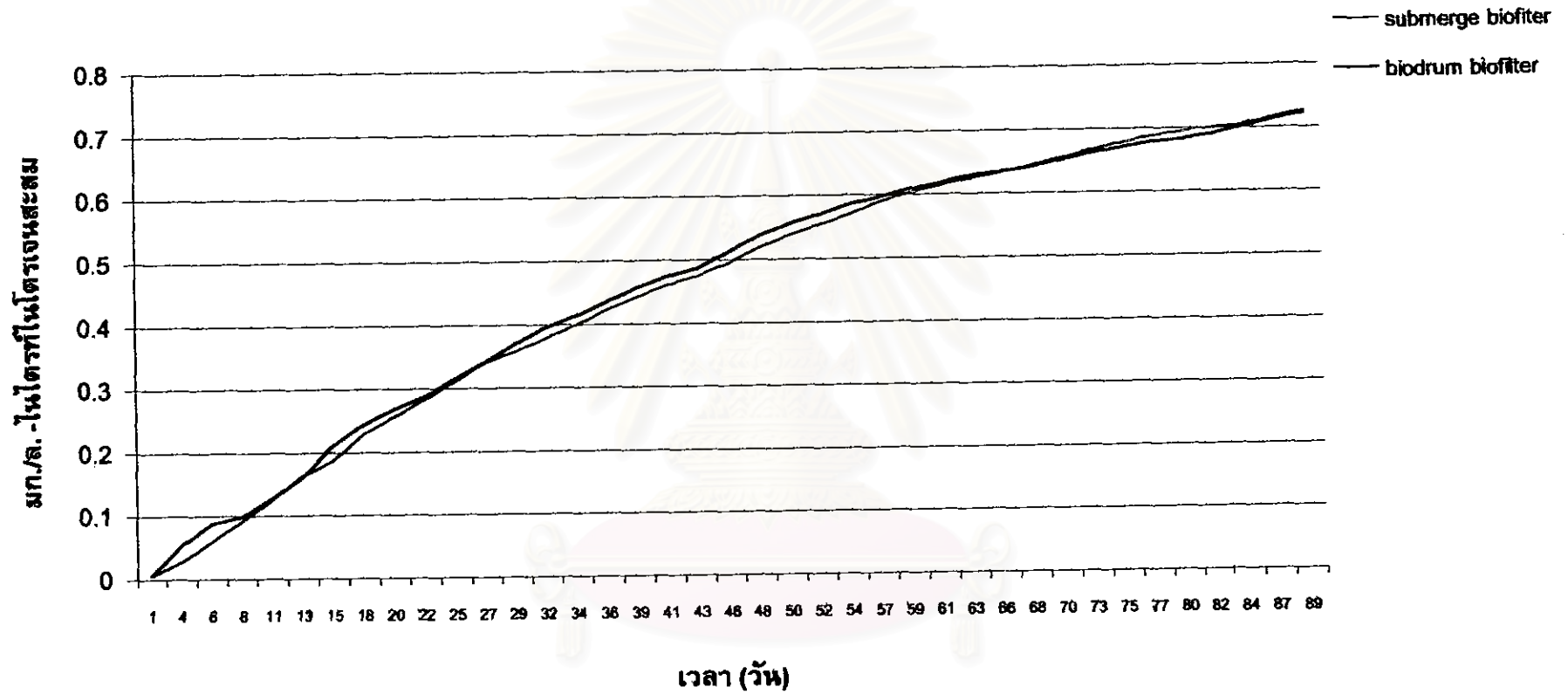


รูปที่ 12 ปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท ในชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอครัมในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ



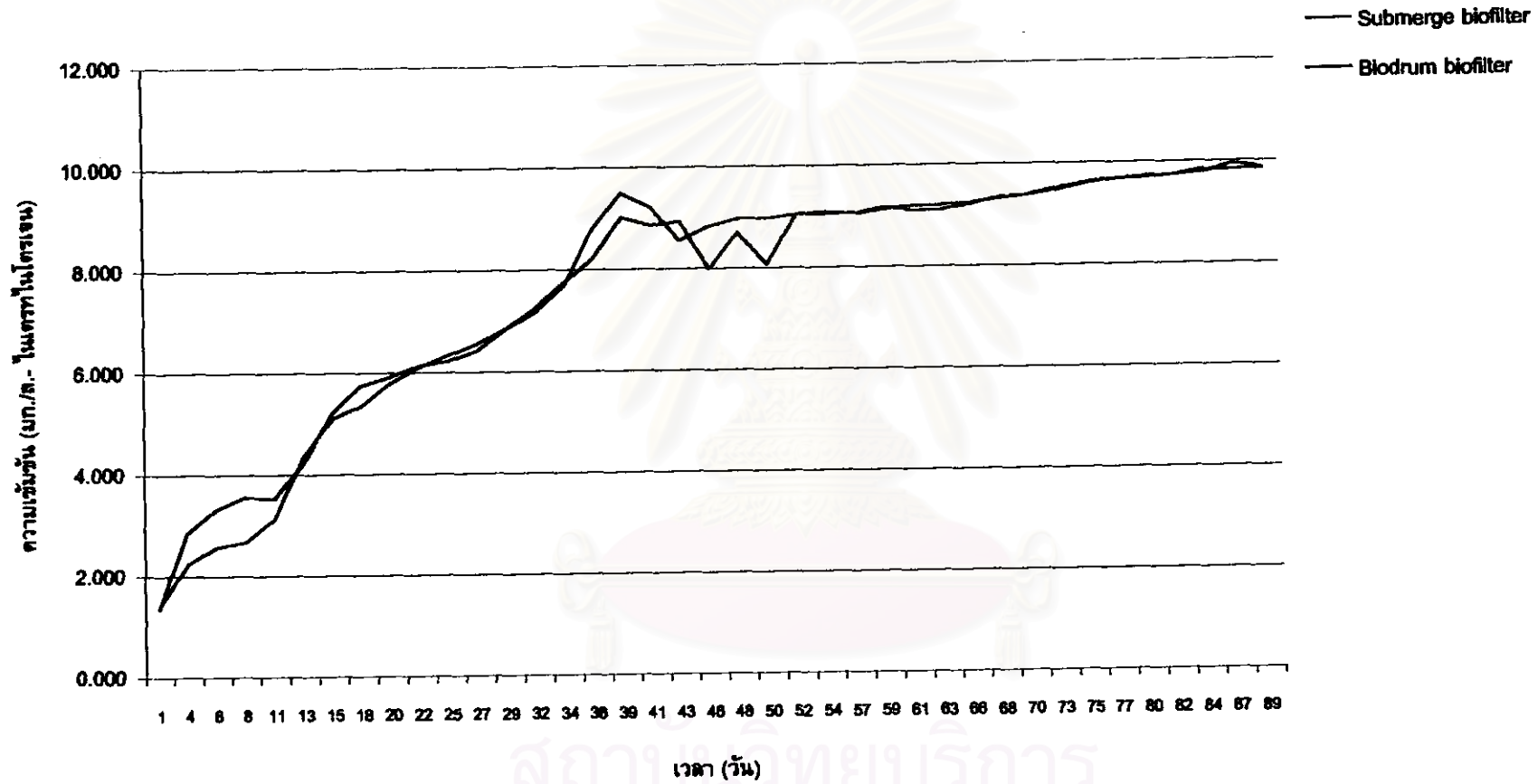
รูปที่ 13 เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียรวมสะสมระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอดรัมและได้น้ำในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ



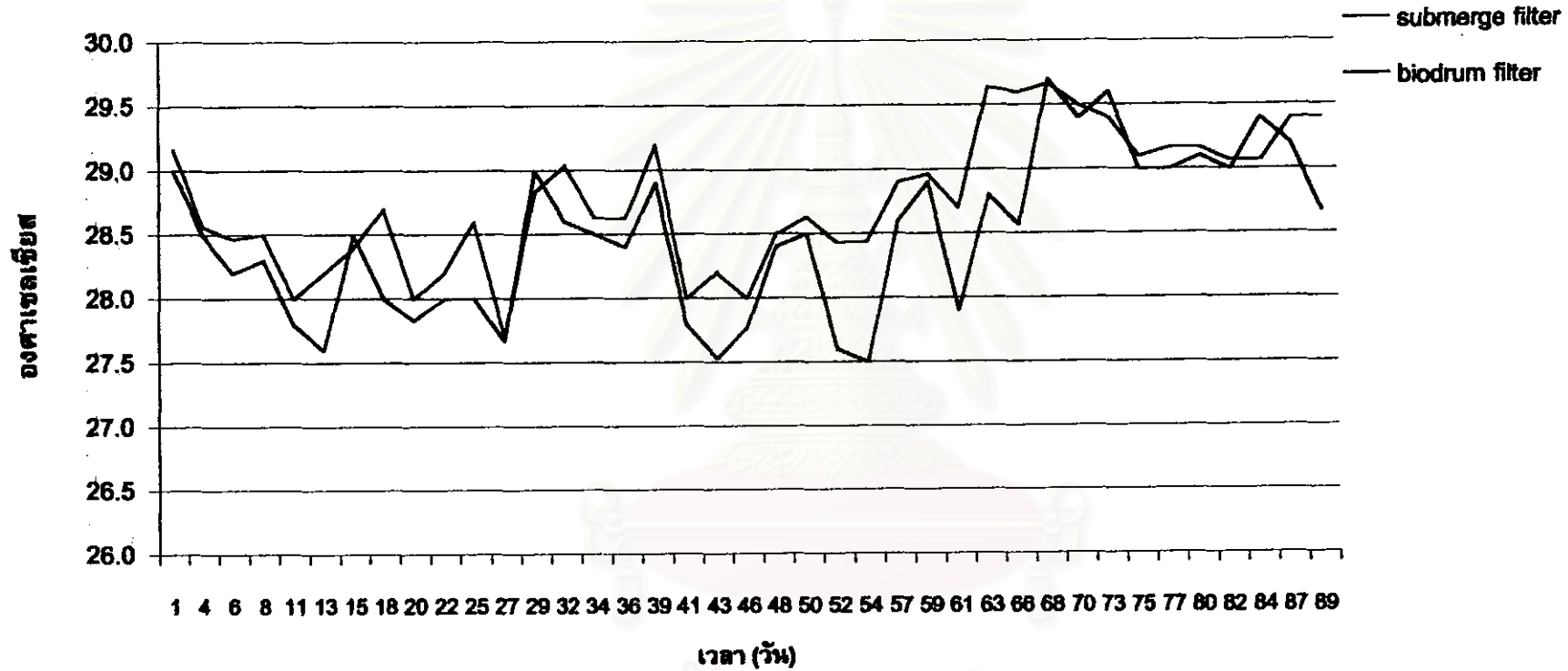


รูปที่ 14 เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนที่สะสมระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอক্রัมและแบบได้น้ำในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ



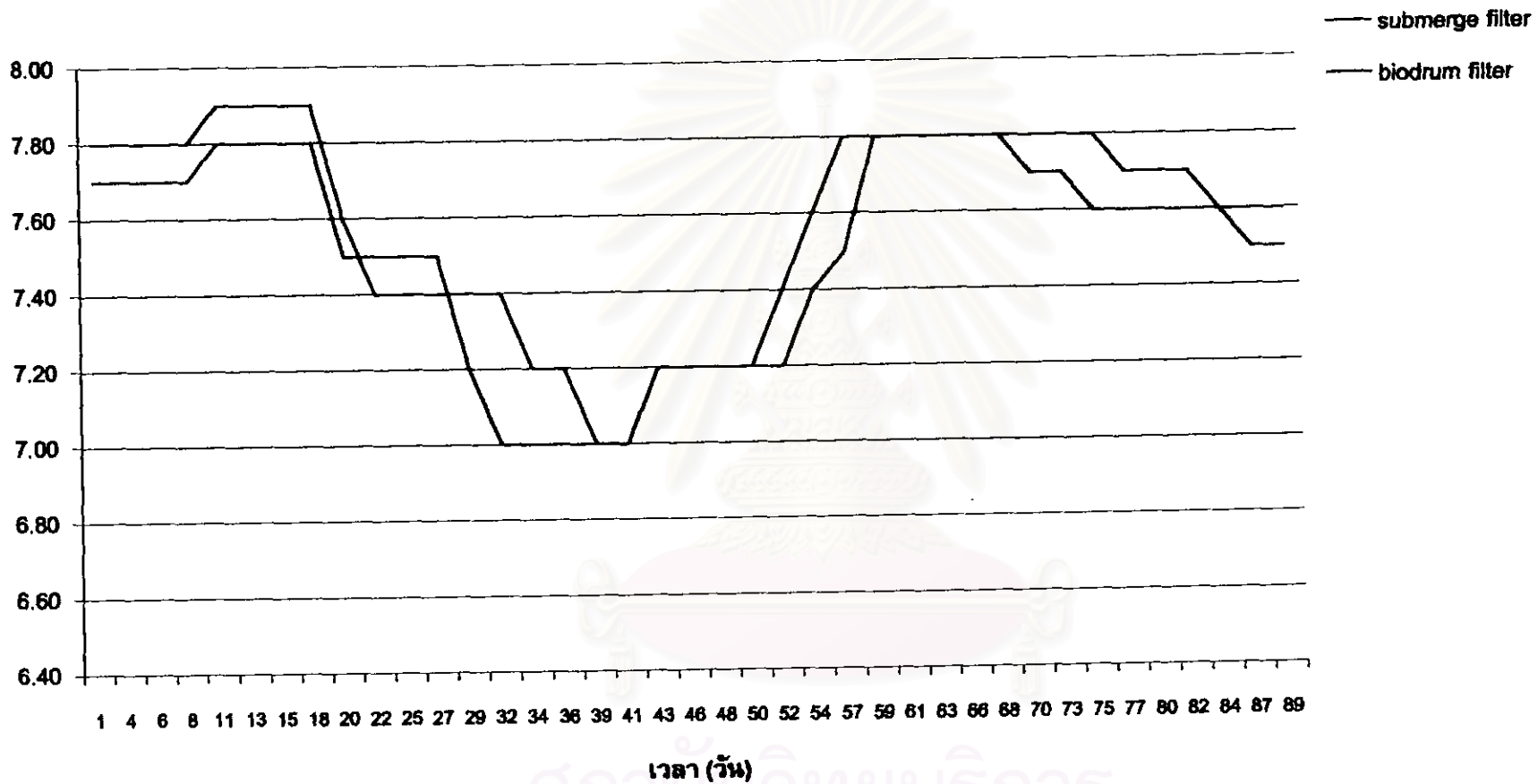


รูปที่ 15 เปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในน้ำระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอক্রิมและแบบได้น้ำ  
ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

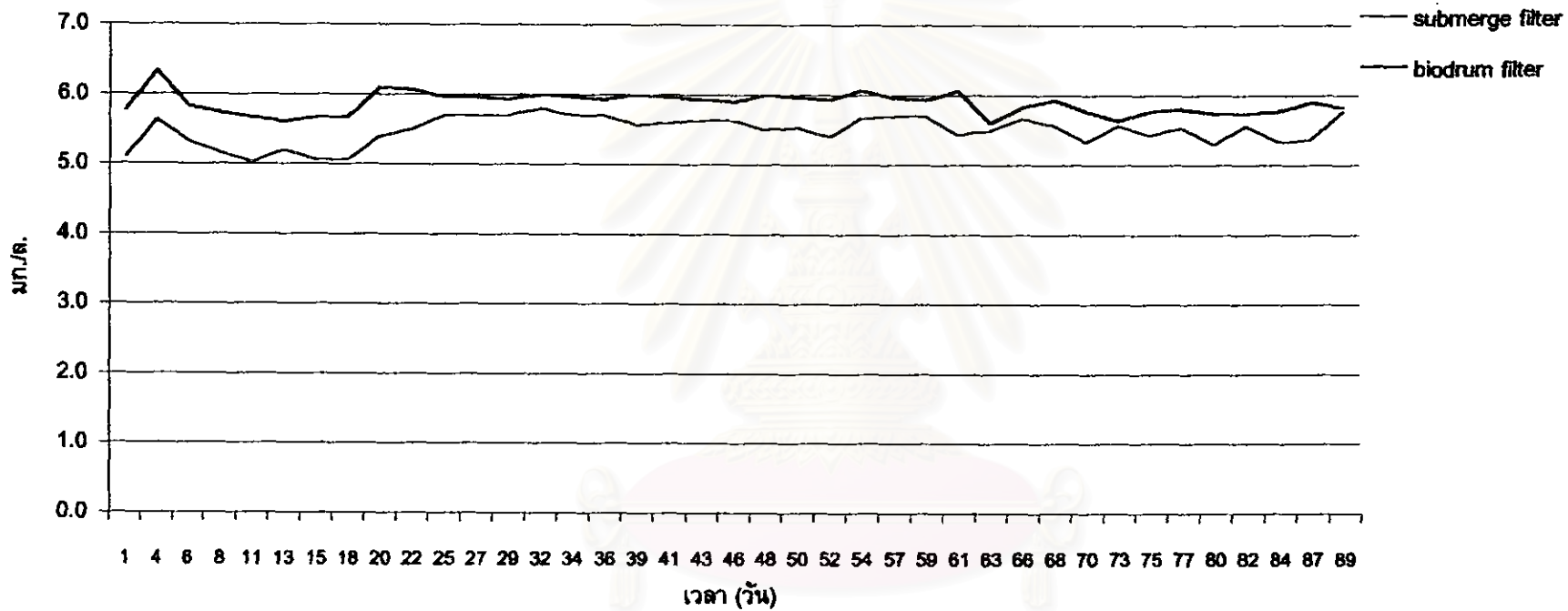


รูปที่ 16 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอครัมและแบบใต้น้ำ  
 ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 17 เปรียบเทียบค่าความเป็นกรดเบสในน้ำระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอক্রัม และแบบได้น้ำในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

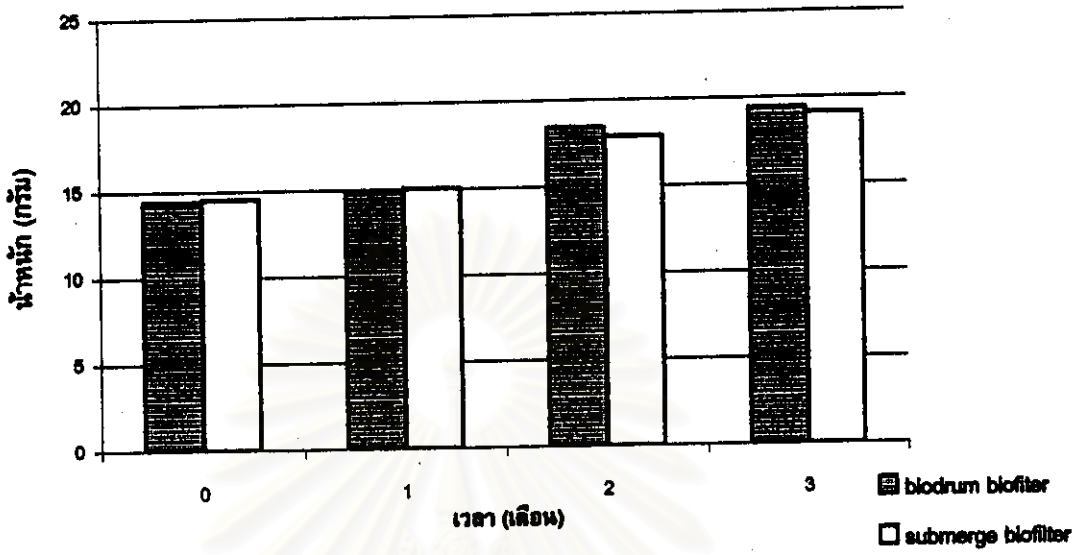


รูปที่ 18 เปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอดรัมและแบบได้น้ำในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

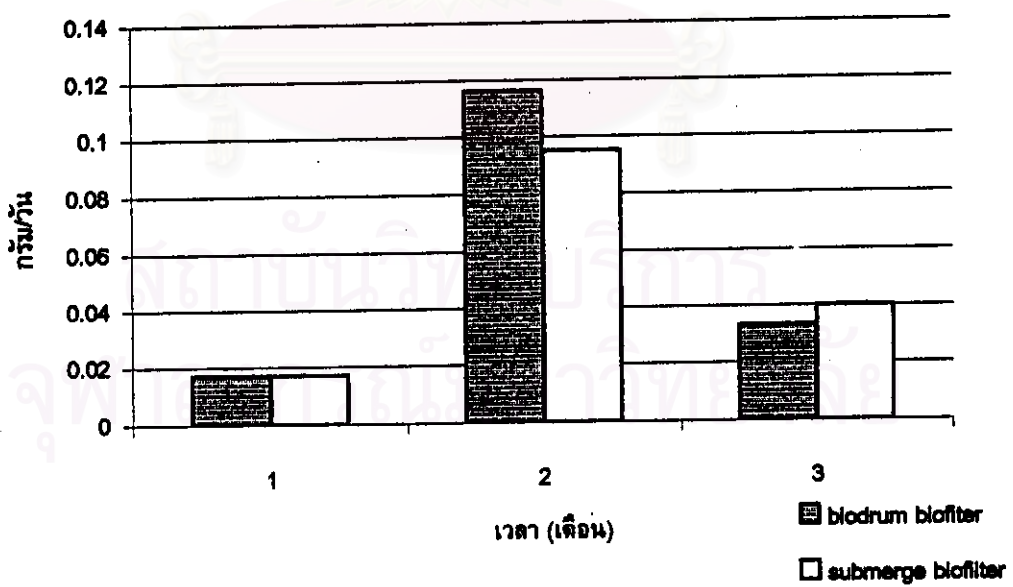
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ย, ความยาวเฉลี่ย และอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ ในการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ใช้ระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด ในชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอক্রิมและตัวกรองชีวภาพแบบไดน้ำ

เวลา(เดือน) / ชุดการทดลอง	น้ำหนักเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กรัม)	อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	ความยาวเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ซม.)	อัตราการเจริญเติบโต (ซม./วัน)	อัตราการรอด (%)
เริ่มต้น ตัวกรองชีวภาพแบบไบโอক্রิม	14.42±2.451	-	12.2±0.814	-	-
ตัวกรองชีวภาพแบบไดน้ำ	14.51±2.683		12.3±0.788		
เดือนที่1 ตัวกรองชีวภาพแบบไบโอক্রิม	14.83±2.880	0.017	12.3±0.706	0.003	65.63
ตัวกรองชีวภาพแบบไดน้ำ	15.04±3.107	0.017	12.4±0.750	0.003	58.89
เดือนที่2 ตัวกรองชีวภาพแบบไบโอক্রิม	18.4±4.532	0.116	13.44±2.216	0.038	22.66
ตัวกรองชีวภาพแบบไดน้ำ	17.89±3.440	0.095	13.1±0.884	0.023	18.95
เดือนที่3 ตัวกรองชีวภาพแบบไบโอক্রิม	19.40±4.155	0.033	13.5±0.981	0.002	6.25
ตัวกรองชีวภาพแบบไดน้ำ	19.09±3.100	0.040	13.4±1.169	0.001	7.03
เฉลี่ย ตัวกรองชีวภาพแบบไบโอক্রิม		0.058		0.014	
ตัวกรองชีวภาพแบบไดน้ำ		0.051		0.012	



รูปที่ 19 เปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของกึ่งกลาดำระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอตรัมและแบบใต้น้ำ



รูปที่ 20 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอตรัมและแบบใต้น้ำ

## คุณภาพน้ำของระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิดในการเลี้ยงปลากะพงขาว

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นระยะเวลา 3 เดือน (92 วัน) ของทั้งสองชุดการทดลอง คือตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมและแบบได้น้ำซึ่งคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์คือ แอมโมเนียรวม, ไนไตรท์, ไนเตรต, อุณหภูมิ, ค่ากรด-เบส, ความเค็ม และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ผลวิเคราะห์ดังนี้

### 1. แอมโมเนียรวม

ปริมาณแอมโมเนียรวมของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 0.003-0.430 มก./ล.  $\text{NH}_4\text{-N}$  โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $0.214 \pm 0.110$  มก./ล.  $\text{NH}_4\text{-N}$  ส่วนปริมาณแอมโมเนียรวมของการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 0.008-0.758 มก./ล.  $\text{NH}_4\text{-N}$  โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $0.283 \pm 0.179$  มก./ล.  $\text{NH}_4\text{-N}$  และจากการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของของแอมโมเนียรวมสะสมระหว่างสองชุดการทดลอง (รูปที่ 23) พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และจากรูปที่ 21 และ 22 ซึ่งเป็นรูปแสดงปริมาณแอมโมเนียในไตรท์และไนเตรตของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริม และตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำตามลำดับ สังเกตได้ว่าปริมาณแอมโมเนียรวมของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมมีค่าค่อนข้างคงที่กว่าปริมาณแอมโมเนียในชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำ

### 2. ไนไตรท์

ปริมาณไนไตรท์ชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 0.002-0.546 มก./ล.  $\text{NO}_2\text{-N}$  โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $0.216 \pm 0.546$  มก./ล.  $\text{NO}_2\text{-N}$  ส่วนปริมาณไนไตรท์ของการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 0.002-1.376 มก./ล.  $\text{NO}_2\text{-N}$  โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $0.372 \pm 0.441$  มก./ล.  $\text{NH}_4\text{-N}$  และจากการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของของแอมโมเนียรวมสะสมระหว่างสองชุดการทดลอง (รูปที่ 24) พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และจากรูปที่ 21 และ 22 ซึ่งเป็นรูปแสดงปริมาณแอมโมเนียในไตรท์และไนเตรตของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริม และตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำตามลำดับ สังเกตได้ว่าปริมาณไนไตรท์ของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำมีแนวโน้มเพิ่มในช่วงเดือนสุดท้ายของการทดลองในขณะที่ปริมาณไนไตรท์ชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมมีค่าค่อนข้างคงที่กว่า



### 3. ไนเตรท

ปริมาณไนเตรทของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอตรัมมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 1.655-58.894 มก./ล.  $\text{NO}_3\text{-N}$  โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $18.954 \pm 16.890$  มก./ล.  $\text{NO}_3\text{-N}$  ส่วนปริมาณไนเตรทของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 1.410-9.862 มก./ล.  $\text{NO}_3\text{-N}$  โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $17.780 \pm 15.127$  มก./ล.  $\text{NO}_3\text{-N}$  และจากการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติไม่พบความแตกต่างของปริมาณไนเตรทระหว่างสองชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) และจากรูปที่ 25 การเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทระหว่างสองชุดการทดลองซึ่งสังเกตได้ว่าปริมาณไนเตรทของทั้งสองชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลา

### 4. อุณหภูมิน้ำ

อุณหภูมิน้ำของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอตรัมมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง  $28.5\text{-}30.8$  °C โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $29.6 \pm 0.606$  °C ส่วนอุณหภูมิน้ำของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง  $28.9\text{-}31.0$  °C โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $29.9 \pm 0.570$  °C และจากรูปที่ 26 การเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำระหว่างสองชุดการทดลองซึ่งสังเกตได้ว่าอุณหภูมิน้ำมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง

### 5. ความเค็ม

ความเค็มในระหว่างการเลี้ยงปลากระพงขาวตลอด 3 เดือน ความเค็มมีค่าคงที่คือมีค่าเท่ากับ 32 ส่วนในพันส่วน ทั้งในสองชุดการทดลอง

### 6. ค่ากรด-เบส

ค่ากรด-เบสของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอตรัมมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 7.1-8.0 โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $7.5 \pm 0.288$  ส่วนค่ากรด-เบส ของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 7.2-8.0 โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $7.6 \pm 0.263$  และจากรูปที่ 27 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่ากรด-เบสระหว่างสองชุดการทดลองซึ่งสังเกตได้ว่าค่ากรด-เบสของทั้งสองชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงตามเวลา

## 7. ออกซิเจนที่ละลายน้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 5.0-6.0 มก./ล. โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $5.4 \pm 0.253$  มก./ล. ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้นำมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 4.2-5.5 มก./ล. โดยมีค่าเฉลี่ยคือ  $5.0 \pm 0.241$  มก./ล. จากรูปที่ 28 แสดงการเปรียบเทียบค่ากรด-เบสระหว่างสองชุดการทดลองซึ่งสังเกตได้ว่าออกซิเจนที่ละลายน้ำของชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมจะมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้นำตลอดการทดลอง

## การเจริญเติบโต, อัตราการแลกเนื้อ และการรอดของปลากะพงขาว

จากการทดลองทำการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวปลากะพงขาวก่อนเริ่มทำการทดลองและทุก ๆ หนึ่งเดือนหลังจากทำการทดลองได้ผลดังนี้ น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นของปลากะพงขาวทั้งสองชุดการทดลองมีค่าประมาณ 1.6 กรัม และมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 3.8 ซม. แต่ปลามีความแปรปรวนของขนาดมากคือมีน้ำหนักอยู่ในช่วง 0.5-4 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก และความยาวลำตัวมีดังนี้ ในชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอ คริมคือ 1.273 กรัม/วัน และ 0.135 ซม./วัน ส่วนชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้นำคือ 1.228 กรัม/วัน และ 0.131 ซม./วัน โดยอัตราการเจริญเติบโตมีค่าสูงสุดในเดือนที่สองของการทดลอง

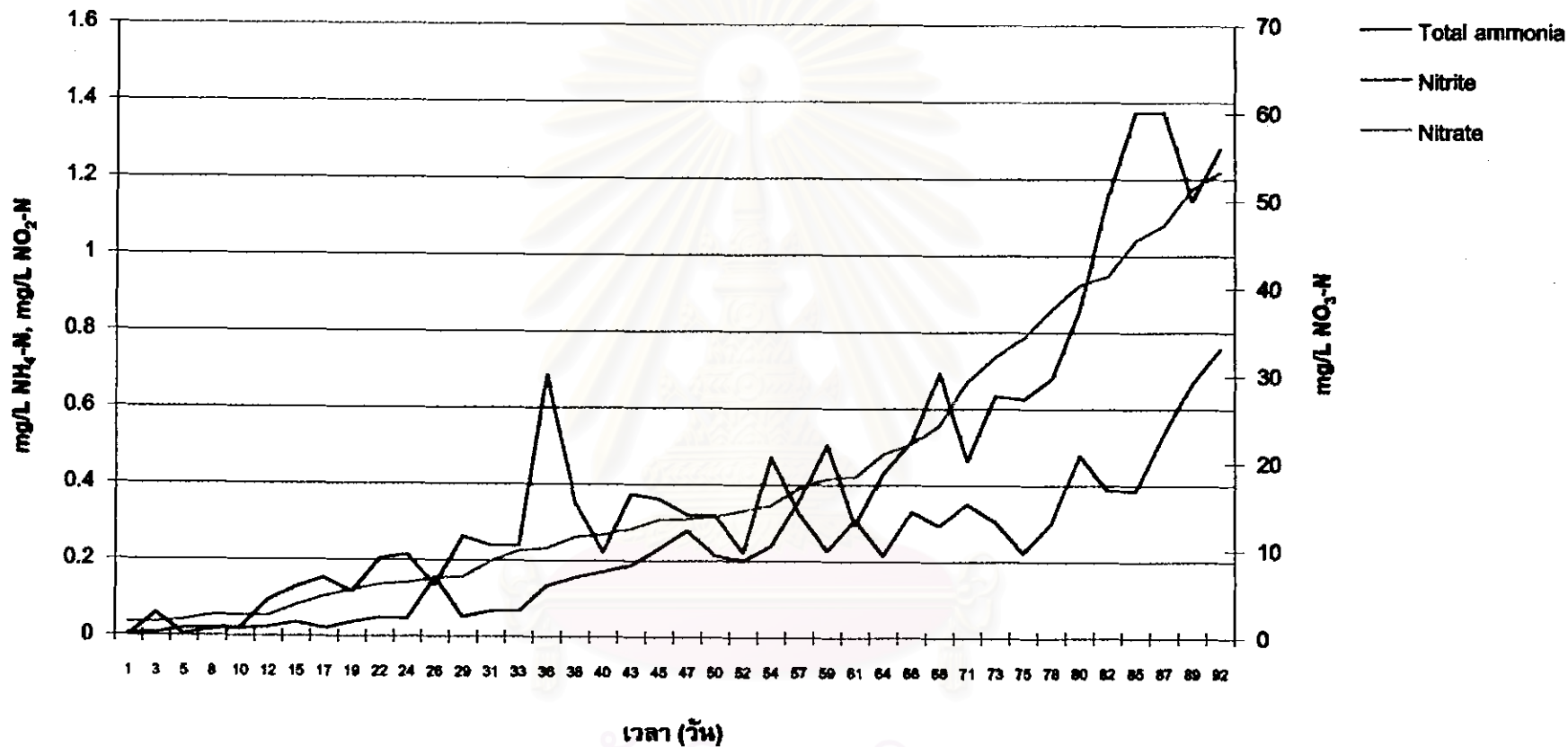
เมื่อทำการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นของน้ำหนักเฉลี่ยกับเวลา แล้วทำการเปรียบเทียบโดยใช้ การวิเคราะห์ co-variance ของทั้งสองชุดการทดลอง ไม่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

อัตราการรอดตายของทั้งสองชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันโดยในชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมเท่ากับ 58.42% ส่วนชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้นำเท่ากับ 57.00% ส่วนผลผลิตรวมในชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมมีค่ามากกว่าชุดการทดลองแบบได้นำเล็กน้อย คือ ชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมมีผลผลิตรวม 86.034 กก. (2.15 กก./ตร.ม.) ส่วนในชุดตัวกรองชีวภาพแบบได้นำมีผลผลิตรวม 76.905 กก. (1.92 กก./ตร.ม.)

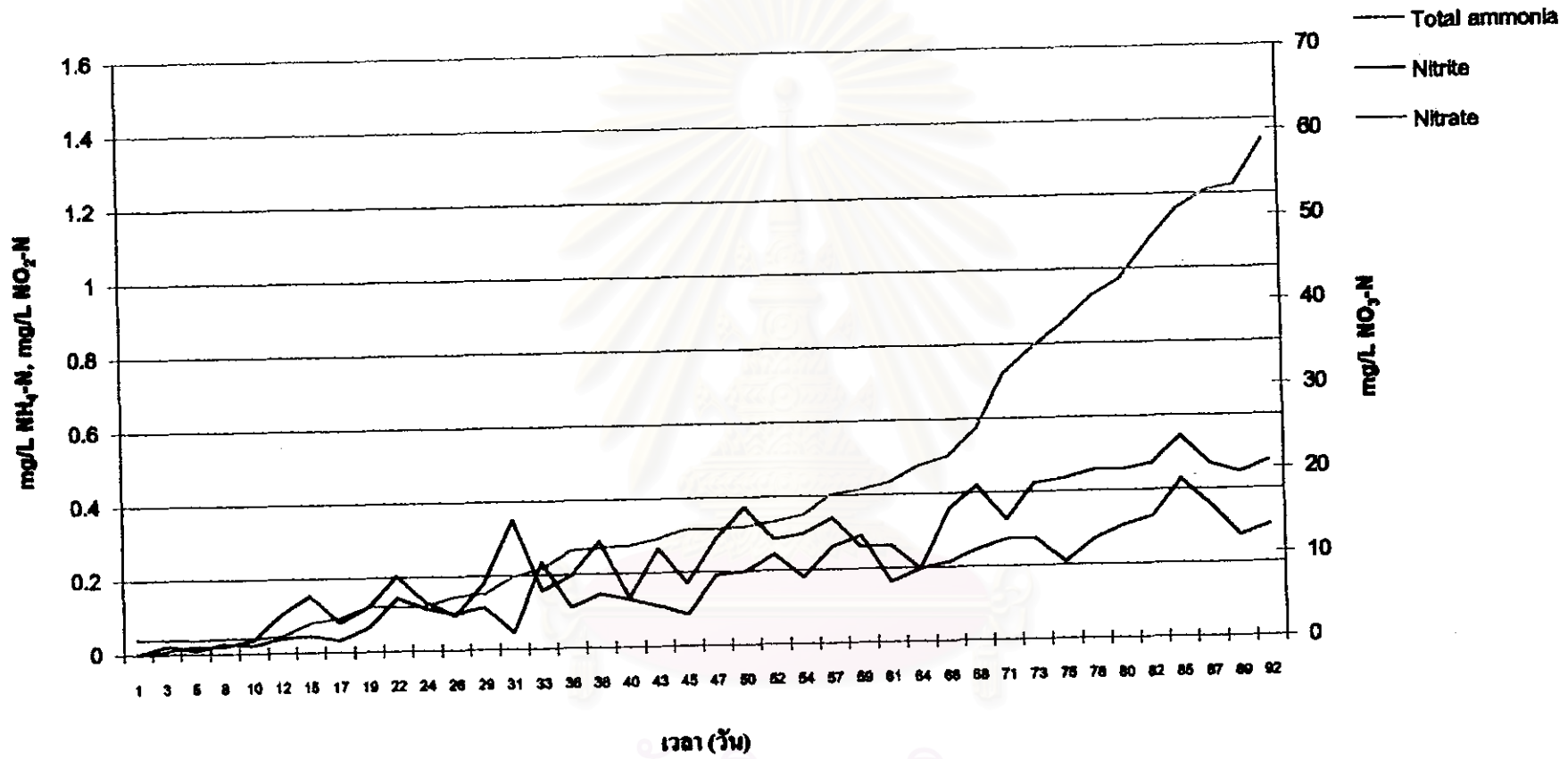
ตารางที่ 5 คุณภาพน้ำประเภทต่างๆ ในการทดลองเลี้ยงปลากะพงขาวที่ใช้ระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด ในชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริม และชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไดน้ำ

คุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)	
	ชุดการทดลอง ตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริม	ชุดการทดลอง ตัวกรองชีวภาพแบบไดน้ำ
แอมโมเนียรวม (มก./ล.NH <sub>4</sub> -N)	0.214 ± 0.110 0.003-0.430	0.283 ± 0.179 0.008-0.758
ไนไตรท์ (มก./ล.NO <sub>2</sub> -N)	0.216 ± 0.167 0.002-0.546	0.372 ± 0.441 0.002-1.376
ไนเตรต (มก./ล.NO <sub>3</sub> -N)	18.954± 16.890 1.655-58.894	17.780± 15.127 1.410-59.862
ความเค็ม (ส่วนในพันส่วน)	32 ± 0	32± 0
ค่ากรดเบส (pH)	7.5±0.288 7.1-8.0	7.6±0.263 7.2-8.0
อุณหภูมิน้ำ (°C)	29.6±0.606 28.5 - 30.8	28.9±0.403 31.0 - 28.9
ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มก./ล.)	5.4±0.253 5.0- 6.0	5.0±0.241 4.2 - 5.5

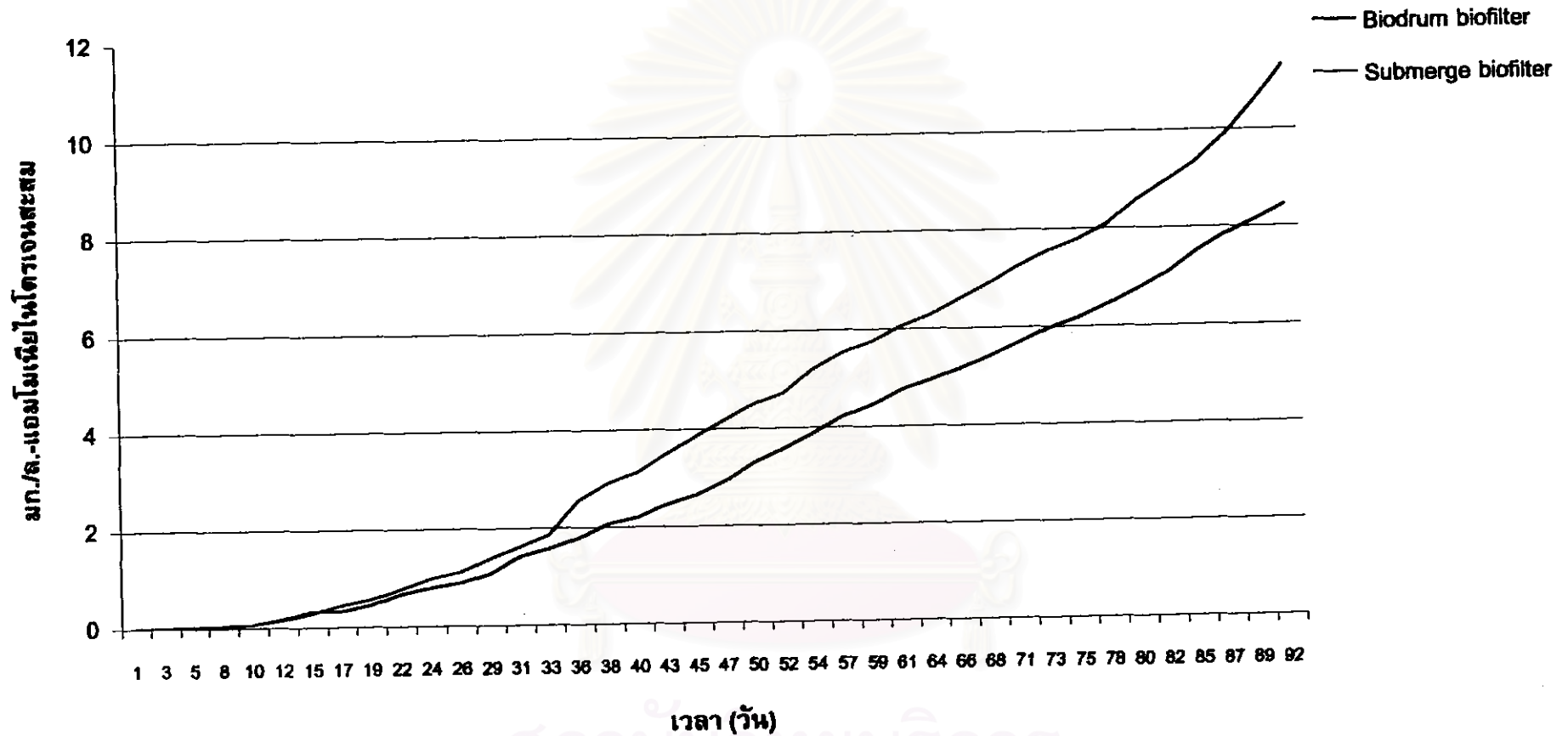
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



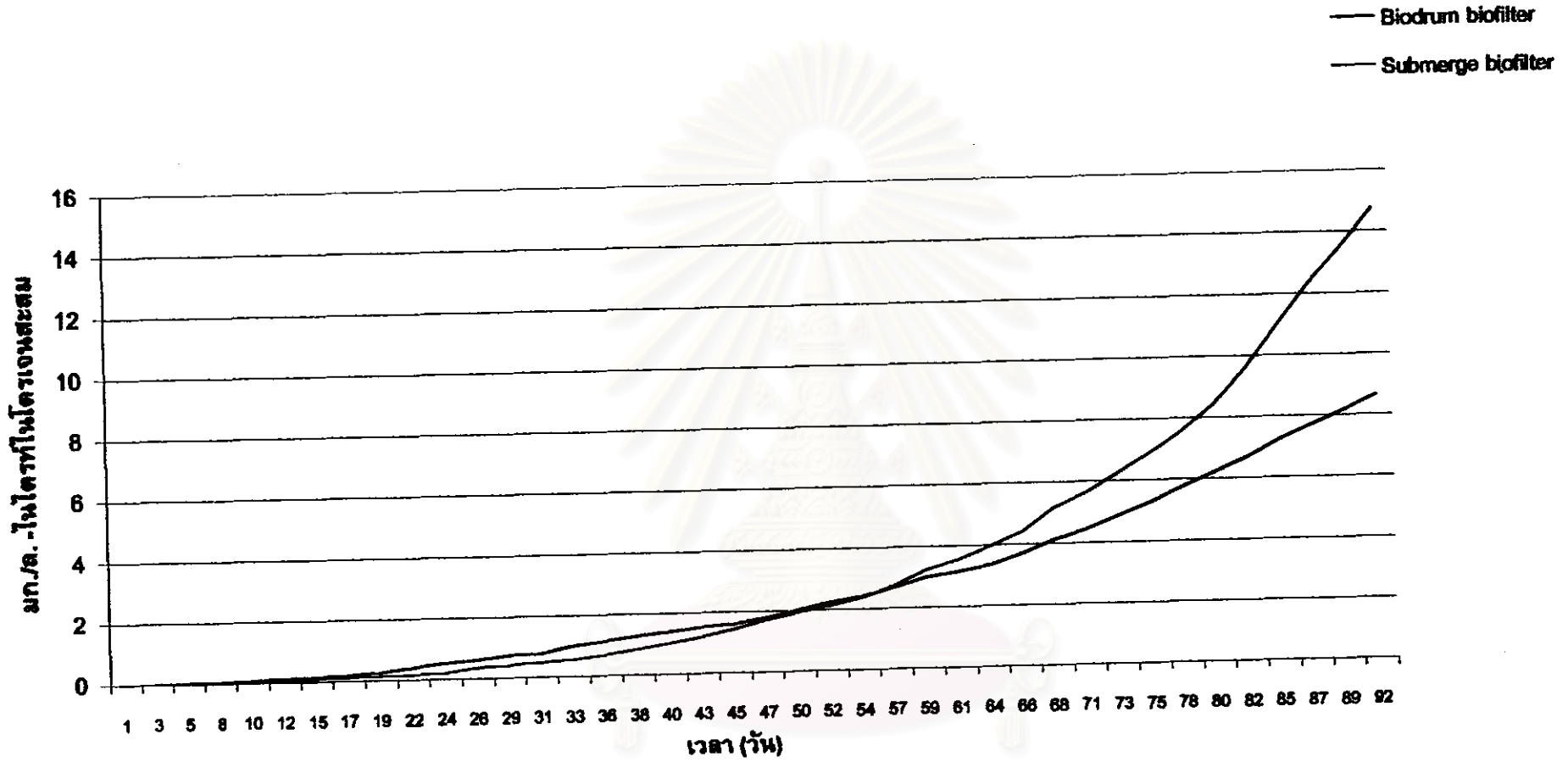
รูปที่ 21 ปริมาณแอมโมเนียรวม ไนไตรท์ ไนเตรท ในชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำในการเลี้ยงปลากะพงขาว



รูปที่ 22 ปริมาณแอมโมเนียรวม ไนไตรท์ ไนเตรต ในชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอครัมในการเลี้ยงปลากระพงขาว

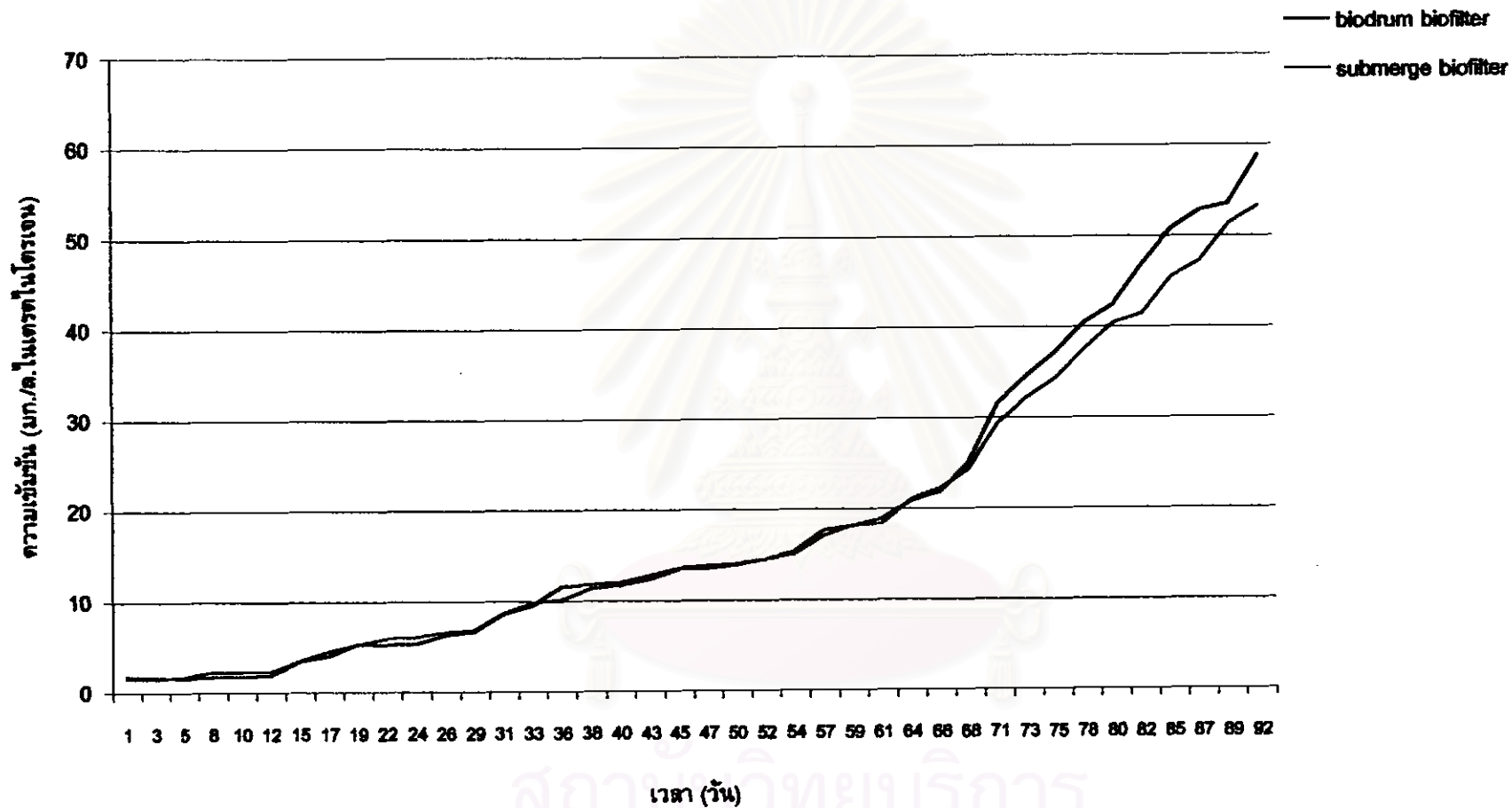


รูปที่ 23 ปริมาณแอมโมเนียรวมสะสมเปรียบเทียบระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบ  
ไบโอตรัมและแบบใต้หน้าในการเลี้ยงปลากระพงขาว

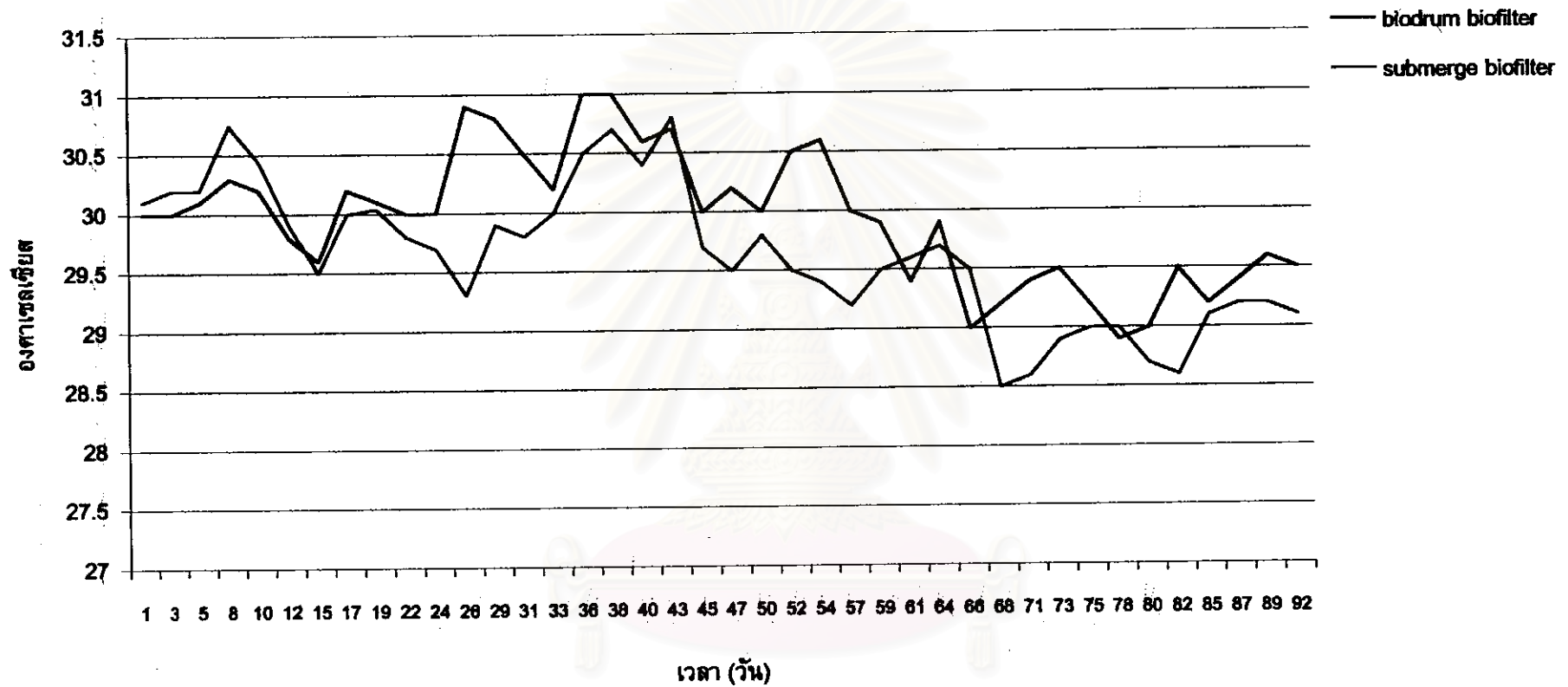


รูปที่ 24 เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนสะสมระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบใต้น้ำและแบบ  
 ใต้อากาศในการเลี้ยงปลากระพงขาว



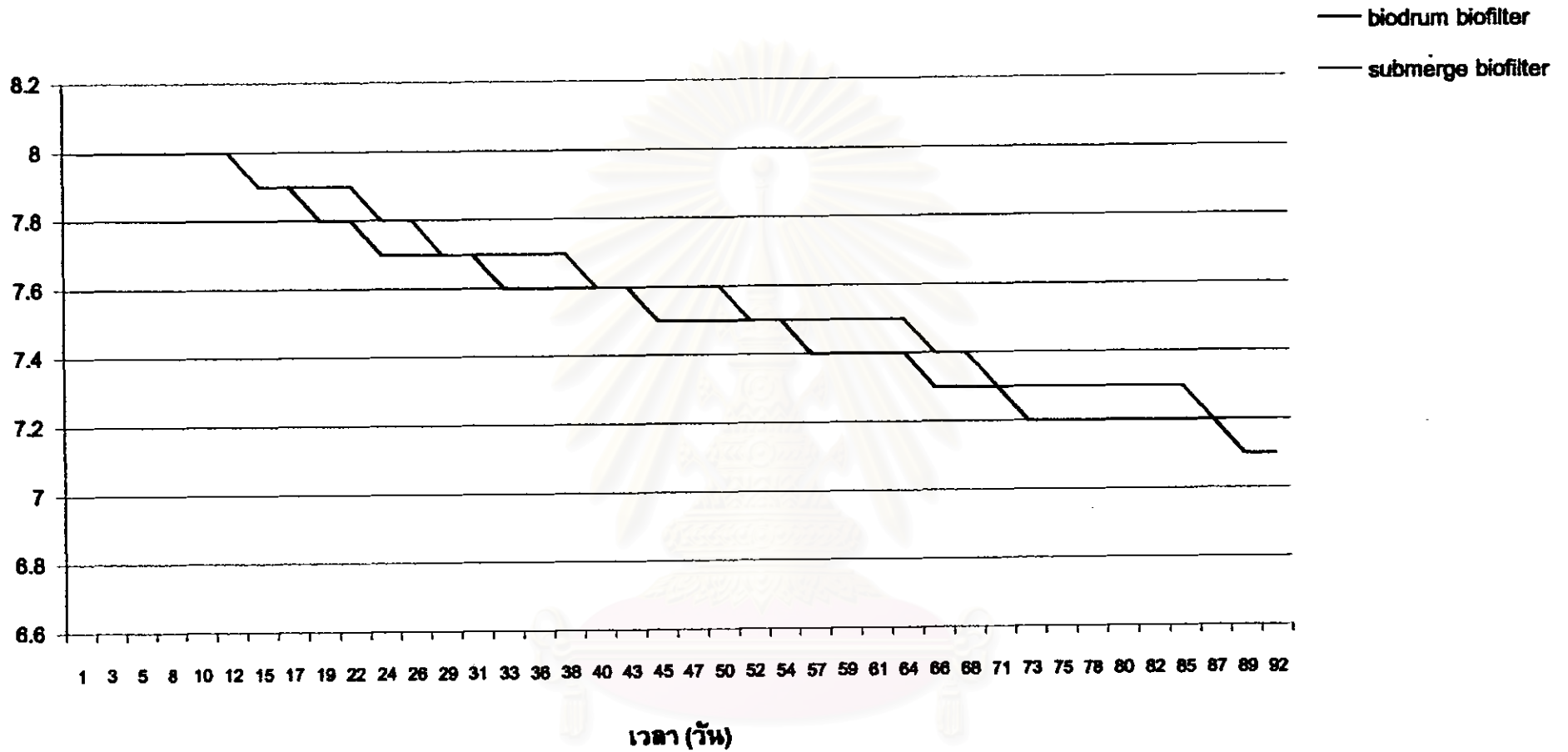


รูปที่ 25 เปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในน้ำระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอক্রัมและแบบใต้ฟ้าในการเลี้ยงปลากะพงขาว



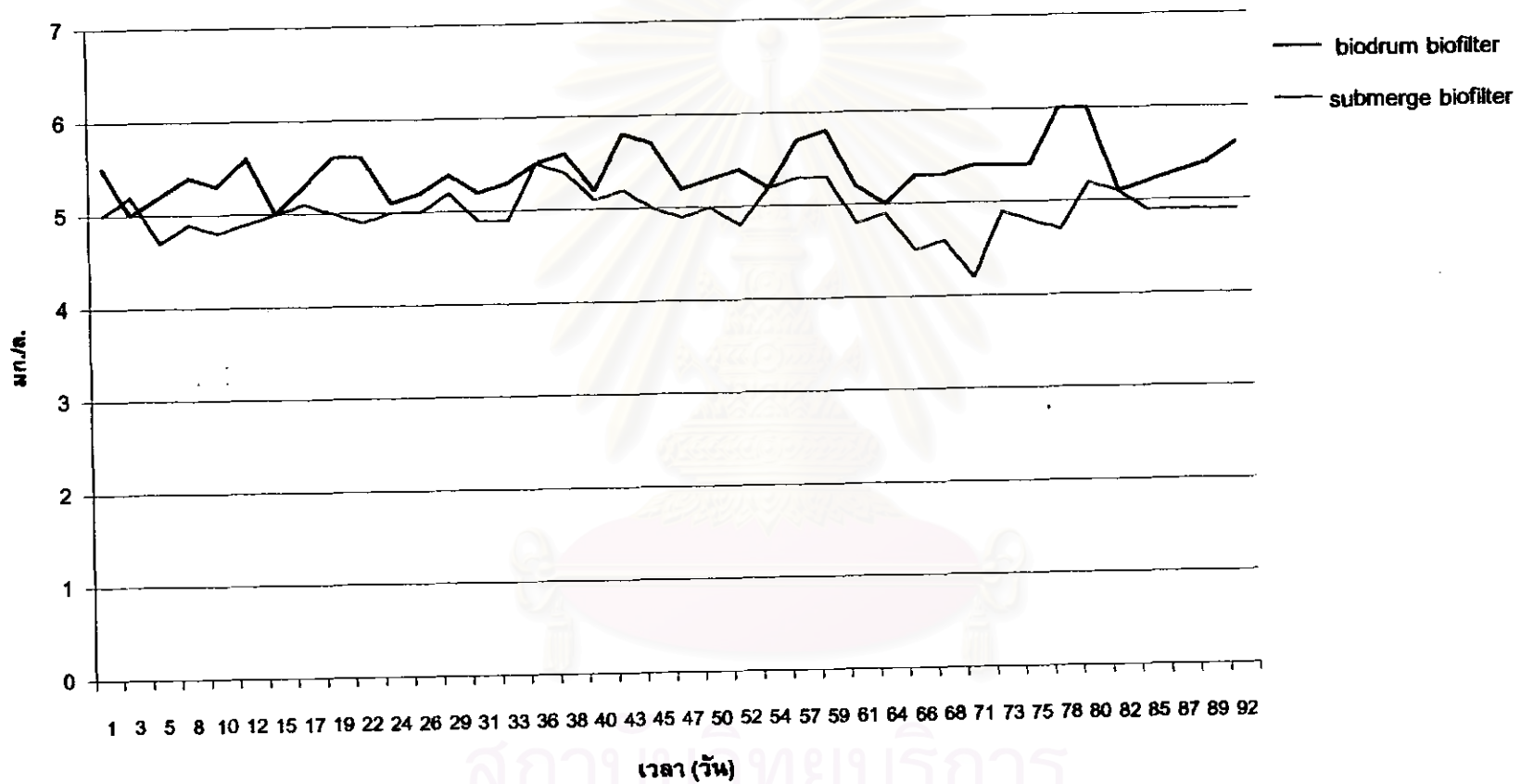
รูปที่ 26 เปรียบเทียบอุณหภูมิในน้ำระหว่างชุดการทดลองชีวภาพแบบไบโอดรัมและแบบได้น้ำใน การเลี้ยงปลากระพงขาว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 27 เปรียบเทียบค่ากรดเบสในน้ำระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคั้มและแบบได้น้ำใน การเลี้ยงปลากะพงขาว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

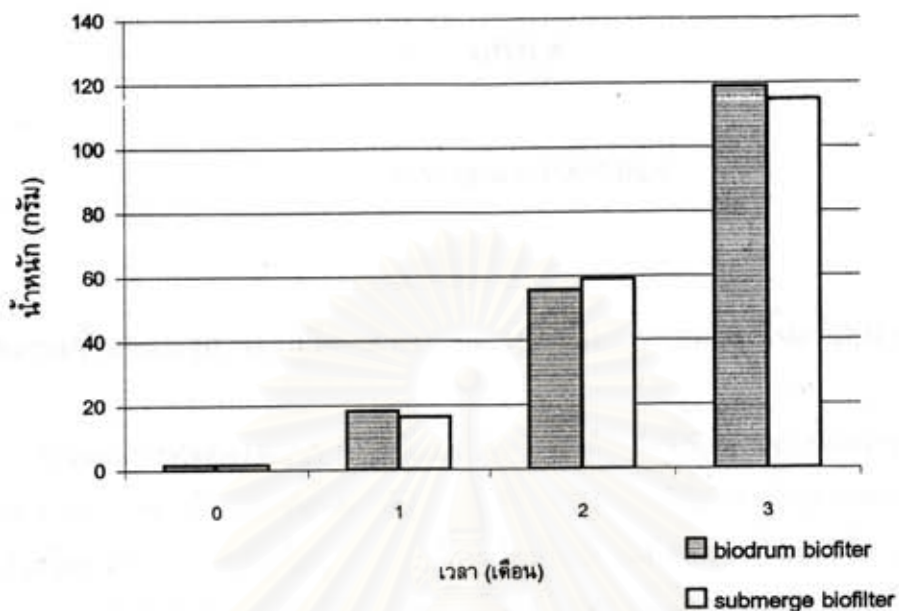


รูปที่ 28 เปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนในน้ำระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอดรุ่มและแบบใต้้ำในการเลี้ยงปลากะพงขาว

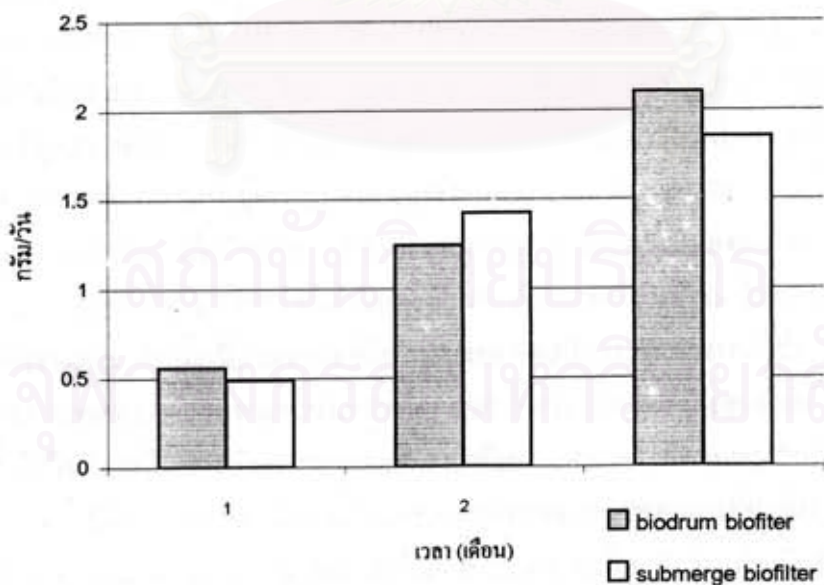
ตารางที่ 6 น้ำหนักเฉลี่ย, ความยาวเฉลี่ย, อัตรารอด, อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการเติบโตของปลากะพงขาว ในการทดลองเลี้ยงปลากะพงขาวที่ใช้ระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด ในชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริมและตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำ

เวลา(เดือน) / ชุดการทดลอง	น้ำหนักเฉลี่ย ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กรัม)	อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	ความยาวเฉลี่ย ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ซม.)	อัตราการเจริญเติบโต (ซม./วัน)	อัตรารอด (%)	อัตราการแลกเนื้อ
เริ่มต้น ตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริม ตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำ	1.60±0.759 1.65±0.73	-	3.82±0.62 3.82±0.59	-	-	-
เดือนที่1 ตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริม ตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำ	18.31±6.30 16.35±6.16	0.557 0.490	8.78±1.13 8.26±1.13	0.165 0.148	-	-
เดือนที่2 ตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริม ตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำ	55.60±22.30 59.11±22.86	1.243 1.426	12.66±1.72 12.88±1.70	0.128 0.154	-	-
เดือนที่3 ตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริม ตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำ	118.68±33.72 114.67±39.21	2.103 1.852	16.30±1.50 15.91±1.80	0.123 0.101	58.42 57.0	-
เฉลี่ย ตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคริม ตัวกรองชีวภาพแบบได้น้ำ	-	1.273 1.228	-	0.135 0.131	-	1.711 1.963

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 29 เปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของปลากะพงขาวระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคั้มและแบบใต้น้ำ



รูปที่ 30 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ของปลากะพงขาวระหว่างชุดการทดลองตัวกรองชีวภาพแบบไบโอคั้มและแบบใต้น้ำ