# ผลของการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอต่อค่าคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ

# Effect of Supplement Biofloc in Climbing Perch *(Anabas testudineus)* Fingerling Diets on Water Quality in the Water Change System.

**นางสาวรพีพรรณ ศรีสุวรรณ**

**โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต**
**ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร (สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ)**
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**
**วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร**
**ปีการศึกษา 2563**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ผลของการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอต่อค่าคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ

# Effect of Supplement Biofloc in Climbing Perch *(Anabas testudineus)* Fingerling Diets on Water Quality in the Water Change System.


**นางสาวรพีพรรณ ศรีสุวรรณ**


**โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต**
**ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร (สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ)**
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**
**วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร**
**ปีการศึกษา 2563**


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับที่...../.....
งานทะเบียนประมวลผล

**โครงงานพิเศษปีการศึกษา 2563**

**เรื่อง**

# ผลของการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอต่อค่าคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ

# Effect of Supplement Biofloc in Climbing Perch *(Anabas testudineus)* Fingerling Diets on Water Quality in the Water Change System.

**ผู้จัดทำ**
**นางสาวรพีพรรณ ศรีสุวรรณ**

**นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต**
**หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ**
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**
**วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร**

**เห็นชอบ/รับรอง**

---

**(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรพงษ์ นลินานนท์)**
**อาจารย์ที่ปรึกษา**

**โครงงานพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**โครงงานพิเศษ**

**เรื่อง**

# ผลของการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอต่อค่าคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ

# Effect of Supplement Biofloc in Climbing Perch *(Anabas testudineus)* Fingerling Diets on Water Quality in the Water Change System.


**ผู้จัดทำ**

**นางสาวรพีพรรณ ศรีสุวรรณ**


**เสนอ**


**ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร (สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ)**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร**


**เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต**

**(สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ) ปีการศึกษา 2563**


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **สารบัญ** | ก |
| **สารบัญตาราง** | ง |
| **สารบัญภาพ** | จ |
| **บทคัดย่อ** | 1 |
| **Abstract** | 2 |
| **กิตติกรรมประกาศ** | 3 |
| **บทนำ** | 4 |
| **วัตถุประสงค์** | 5 |
| **ผลที่คาดว่าจะได้รับ** | 5 |
| **ตรวจเอกสาร** | |
| **ปลาหมอไทย (Climbing perch)** | |
| ชีววิทยาของปลาหมอไทย | 6 |
| อนุกรมวิธาน | 6 |
| ลักษณะด้านกายวิภาค | 7 |
| แหล่งที่อยู่อาศัย | 7 |
| ความแตกต่างระหว่างเพศและอัตราส่วนเพศ | 7 |
| อาหารและนิสัยการกินอาหาร | 8 |
| ความต้องการโปรตีนของปลาหมอไทย | 8 |
| การอนุบาลลูกปลา | 8 |
| การเลี้ยงปลาหมอไทย | 9 |
| การเตรียมบ่อ | 9 |
| ความสำคัญทางเศรษฐกิจของปลาหมอไทย | 9 |
| **ไบโอฟลอค(น้ำเค็ม)** | |
| การบำบัดไนโตรเจนจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทางชีวภาพ | 11 |
| การบำบัดไนโตรเจนด้วยไบโอฟลอค(น้ำเค็ม) | 11 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์จากการใช้ไบโอฟลอค(น้ำเค็ม) 13
ข้อเสียของการใช้ไบโอฟลอค (Biofloc) 13
**คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ**
อุณหภูมิ (Temperature) 13
ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) 14
ค่าความเป็นกรด – ด่าง (potential of hydrogen) 14
ค่าออกซิเดชั่น-รีดักชั่น (ORP) 14
ค่าแอมโมเนีย (Ammonia) 14
ค่าความกระด้าง (Hardness) 14
ค่า TDS/NaCl 14
**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** 15
**อุปกรณ์และวิธีการ**
**วัสดุ**
สัตว์ทดลอง 17
วัตถุดิบอาหารทดลอง 17
**อุปกรณ์และเครื่องมือ**
สำหรับใช้ในการเลี้ยงปลาหมอ 17
อุปกรณ์ในเตรียมอาหารปลาหมอ 17
อุปกรณ์การตรวจวัดการเจริญเติบโต 17
อุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพน้ำ (test kit) 18
สารเคมีที่ใช้ประกอบการเลี้ยงปลาหมอ 18
**วิธีการทดลอง**
วางแผนการทดลอง 18
ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง 19
การเตรียมอุปกรณ์การทดลองสำหรับเลี้ยง 19
การเตรียมไบโอฟลอค(น้ำเค็ม) 19
การเตรียมอาหารทดลอง 19
เตรียมสัตว์ทดลอง 20
การจัดการทดลอง 21
การเลี้ยงสัตว์ทดลอง 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจวัดคุณภาพน้ำ 21
การวิเคราะห์ข้อมูล 21
การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 21
ระยะเวลาการทำ 22
สถานที่ทำการทดลอง 22
**ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง** 23
**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**
**สรุปผล** 32
**ข้อเสนอแนะ** 32
**เอกสารอ้างอิง** 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | หน้า |
|---|---|
| 1. ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง Biofloc ในอาหารปลาหมอ 2563 | 20 |
| 2.ค่าคุณภาพน้ำของปลาหมอด้วยการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ | 31 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | หน้า |
|---|---|
| 1. ปลาหมอไทย *(Anabas testudineus)* | 6 |
| 2. กระบวนการการสร้างไบโอฟลอคในบ่อเลี้ยงปลา | 12 |
| 3. ความเป็นกรด-ด่างในน้ำที่เลี้ยงปลาหมอด้วยการเสริมไบโอฟลอคใน สูตรอาหารปลาหมอในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ | 24 |
| 4. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในน้ำที่เลี้ยงปลาหมอด้วยการเสริมไบโอฟลอคในสูตร อาหารปลาหมอในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ | 25 |
| 5. ค่าความเป็นด่างในน้ำที่เลี้ยงปลาหมอด้วยการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอ ในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ | 26 |
| 6. ค่า TDS/NaCl ในน้ำที่เลี้ยงปลาหมอด้วยการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอ ในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ | 27 |
| 7. อุณหภูมิในน้ำที่เลี้ยงปลาหมอด้วยการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอ ในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ | 28 |
| 8. ค่าศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชันในน้ำที่เลี้ยงปลาหมอด้วยการเสริมไบโอฟลอค ในสูตรอาหารปลาหมอในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ | 29 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **ชื่อเรื่อง** | ผลของการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอต่อค่าคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ |
| **โดย** | นางสาวรพีพรรณ ศรีสุวรรณ |
| **สาขาวิชา** | วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ |
| **คณะ** | วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ผศ.วรพงษ์ นลินานนท์ |

---

## บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพน้ำที่เลี้ยงปลาหมอในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่าย แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 5 ทรีทเมนต์ ชุดการทดลอง 4 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่าค่าคุณภาพน้ำทั้ง 5 ทรีทเมนต์ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 8.17±0.24,ค่าแอมโมเนียเท่ากับ 0.25±0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร,ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 5.32±0.26 มิลลิกรัมต่อลิตร,ค่าความเป็นด่างเท่ากับ 17.98±0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร,ค่าความกระด้างเท่ากับ 25.00±0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร,ค่าTDS/NaCl เท่ากับ 160.67±3.90 มิลลิกรัมต่อลิตร,ค่าอุณหภูมิเท่ากับ 29.42±0.40 องศาเซลเซียส และค่าศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชันเท่ากับ 461.07±30.24 มิลลิโวลต์ ในทุกค่าพารามิเตอร์ที่มีการตรวจวัดอยู่ในช่วงระหว่างที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอวัยอ่อน จนถึงอายุ 8 สัปดาห์ ยกเว้น ค่าความเป็นด่าง และค่าศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชัน

**คำสำคัญ**: ปลาหมอไทย,คุณภาพน้ำ,ไบโอฟลอค(biofloc)

รพีพรรณ ศรีสุวรรณ ..... ลายมือชื่อนักศึกษา

วรพงษ์ นลินานนท์ ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Title** Effect of Supplement Biofloc in Climbing Perch *(Anabas testudineus)* Fingerling Diets on Water Quality in the Water Change System.

**By** Miss.Rapeepan Srisuwan

**Disciplines** Fishery Science and Aquatic Resources

**Faculty** Prince of Chumphon campus

**Advisor** Assistant Professor Warrapong Nalinanon

---

## Abstract

A study of water quality of Climbing Perch *(Anabas testudineus)* Fingerling Diets on water quality in the water change system. The experimental set was divided into 5 treatments and 4 repetitions of the experimental set. The results showed that the water quality of all 5 treatments had pH values. average is equal to 8.17±0.24, ammonia is 0.25±0.00 mg/l, dissolved oxygen is 5.32±0.26 mg/l, alkalinity is 17.98±0.08 mg/l,The hardness was 25.00±0.00 mg/L, the TDS/NaCl was 160.67±3.90 mg/L, the temperature was 29.42±0.40 °C and the oxidation-reduction potential was 461.07±30.24 mV. All parameters measured were between optimal for growth of Climbing Perch *(Anabas testudineus)* until 8 weeks of age, except for alkalinity. and the oxidation-reduction potential.

**Keywords:** Climbing Perch, Water Quality, Biofloc

Rapeepan Srisuwan
.....
**Student's signature**

Warrapong Nalinanon.
.....
**Advisor's signature**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ.วรพงษ์ นลินานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ และ ผศ. ดร.สายชล เลิศสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงงานพิเศษที่กรุณาให้ความสนับสนุน แนะนำ ปรึกษาและแก้ไขปัญหาพิเศษ ชี้แนะบกพร่อง ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการเขียนรายงาน ทำให้การจัดการปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรวิชา วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ ที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำ และเอื้อเฟื้อสถานที่ตลอดถึงการให้ความช่วยเหลือและแนะนำ ตลอดจนการอบรมสั่งสอนข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาทุกท่าน ที่คอยอำนวยความสะดวกทั้งในเรื่อง สถานที่ วัสดุ-อุปกรณ์ แนะนำ และทุกอย่างที่เกี่ยวข้องในการทดลอง รวมไปถึงรายงานฉบับนี้

เหนือสิ่งอื่นใดข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสนาน ศรีสุวรรณ คุณแม่สุยงค์ หอมทอง และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนทั้งกำลังกาย กำลังใจ กำลังทรัพย์ในการศึกษา และดูแลอบรมสั่งสอนให้ข้าพเจ้าเป็นคนดี ขยันหมั่นเพียน อดทน และขอขอบคุณเพื่อนร่วมทำโครงงานพิเศษ นางสาวเบญญพร แสงส่ง และนายอดิสร เทียมประสิทธิ์ ที่ช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในทุกเรื่องและขอบคุณพี่ๆเพื่อนๆที่เกี่ยวข้องตลอดระยะเวลาที่ข้าพเจ้าเริ่มการศึกษาจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

รพีพรรณ ศรีสุวรรณ

19 มิถุนายน 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทนำ

ปลาหมอไทยเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีชื่อสามัญว่า climbing perch และชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Anabas testudineus* ปลาหมอไทยเป็นปลาที่รู้จักกันแพร่หลายที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เป็นปลาที่นิยมรับประทานทั้งของคนไทย เนื่องจากมีรสชาติดี ใช้ประกอบอาหารได้หลายอย่าง เช่น ทอด ย่าง นึ่ง น้ำพริก และซุป เป็นต้น จึงเป็นที่ต้องการของตลาด ในอดีตปลาหมอไทยมีผลผลิตสูงรองจากปลาช่อน ปลาดุก และปลาสวาย แต่ปัจจุบันผลผลิตปลาหมอไทยลดลง เนื่องจากปลาถูกจับก่อนกำหนดมากขึ้นในแหล่งน้ำธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีจำนวนแหล่งน้ำธรรมชาติเสื่อมโทรมมากขึ้นเป็นลำดับ รวมทั้งจำนวนแหล่งน้ำถูกนำมาใช้ประโยชน์ในทางอื่นเพิ่มมากขึ้น ปลาหมอไทยเป็นปลาที่สามารถอยู่ได้ในบริเวณที่มีน้ำน้อยเป็นปลาที่อดทนเนื่องจากมีอวัยวะช่วยในการหายใจที่เรียกว่า Labyrinth organ ซึ่งประกอบด้วยแผ่นกระดูกบางซ้อนพับอย่างไม่เป็นระเบียบอยู่ในช่องเหงือก (สมโภชน์, 2523)

อาหารปลานับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและมีราคาค่อนข้างสูงขึ้นเรื่อยๆ ส่วนประกอบหลักที่ใช้จะเป็นปลาป่น เพราะเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ มีรสชาติ กลิ่นหอม เป็นที่ชอบของปลา ซึ่งปลาสามารถย่อยได้ดีและนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที จึงมีความต้องการใช้ปลาป่นมากขึ้น ทำให้ราคาปลาป่นมีราคาสูงขึ้น เป็นเหตุในการหันมาศึกษาการใช้จุลินทรีย์ให้เปลี่ยนรูปเป็นโปรตีนและเป็นประโยชน์ต่อสัตว์น้ำแทน ซึ่งฟลอคสามารถเกิดได้เองตามธรรมชาติและมีคุณค่าทางอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และยังช่วยลดต้นทุนค่าอาหารในระหว่างการเพาะเลี้ยง อีกทั้งยังช่วยควบคุมคุณภาพน้ำและกำจัดของเสียในระหว่างการเพาะเลี้ยง (นิรนาม.มปป.)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำไบโอฟลอคมาเสริมในอาหารเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ ลดการเปลี่ยนถ่ายน้ำและที่สำคัญยังได้อาหารที่มีโปรตีนสูง ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีการประยุกต์เพิ่มแหล่งคาร์บอนที่นอกเหนือจากกากน้ำตาล เพื่อศึกษาผลที่อาจส่งถึงผลผลิตต่อการเลี้ยงปลาหมอต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการเสริมไบโอฟรอคในสูตรอาหารปลาหมอต่อคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบผลของการเสริมไบโอฟรอคในสูตรอาหารปลาหมอต่อคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ตรวจเอกสาร

## 1. ปลาหมอไทย (Climbing perch)

### 1.1 ชีววิทยาของปลาหมอไทย

ปลาหมอไทย (Climbing perch) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) เป็นปลาที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศไทย อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดทั่วๆไป เป็นปลาที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม เนื่องจากมีอวัยวะพิเศษช่วยหายใจ ปลาหมอไทยนี้มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปแต่ละท้องถิ่น เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า “ปลาสะเด็ด” ภาคเหนือเรียกว่า “ปลาแข็ง” ภาคใต้ตอนล่างเรียกชื่อเป็นภาษายาวีว่า “อีแกปูยู” ทั่วๆไปเรียกว่า “ปลาหมอ” (กำธร, 2514)

### 1.2 การจัดลำดับอนุกรมวิธานของปลาหมอ

ปลาหมอไทยถูกจัดอันดับทางอนุกรมวิธานไว้ดังนี้ (Smith, 1945)

Phylum : Chordata

Class : Pisces

Subclass : Teleostomi

Order : Larbyrinthici

Family : Anabantidae

Genus : *Anabas*

Species : *Testudineus* (Bloch, 1792)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่ 1** ปลาหมอไทย *(Anabas testudineus)*

**ที่มา:** Ratmuangkhwang (2012)

**1.3 ลักษณะด้านกายวิภาค**

ปลาหมอไทยมีลำตัวป้อมค่อนข้างแบน ความยาวประมาณ 3 เท่าของความลึก ลำตัวมีสีน้ำตาลเหลืองปน ดำ ส่วนท้องสีจางกว่าส่วนหลัง เกล็ดแข็งแบบ ctenoid ครีบหลังมีก้านครีบแข็ง 17-18 ก้าน และก้านครีบอ่อน 9-10 ก้าน ครีบก้นมีก้านครีบแข็ง 9-10 ก้าน และก้านครีบอ่อน 10-11 ก้าน ครีบท้องมีก้านครีบแข็ง 2 ก้าน และก้านครีบอ่อน 5 ก้าน ครีบอกมีก้านครีบอ่อนทั้งหมด 15 ก้าน กระดูกสันหลังมี 26-28 ข้อ ตำแหน่งตั้งต้นของครีบหลัง ครีบอก ครีบท้องอยู่ในแนวเดียวกัน เส้นข้างตัวแบ่งขาดเป็น 2 ตอน จำนวนเกล็ดบนเส้นข้างตัวตอนบน 14-18 เกล็ด ตอนล่าง 10-14 เกล็ด ปลายกระดูกกระดุ้งแก้มมีลักษณะเป็นหนามหยัก แหลมคมมากและส่วนล่างของ กระพุ้งแก้มแบ่งแยกอิสระเป็นกระดูกแข็งสำหรับปีนป่าย เรียกว่า ichy feet กระดูกกระพุ้งแก้มงอพับได้ หางเป็น แบบมนกลม เล็กน้อย ตามลำตัวมีแถบสีดำ 7 - 8 แถบ และที่โคนหางมีจุดสีดำกลม ซึ่งซีดจางหายไปได้เมื่อเวลาตกใจ ปากอยู่ตอนปลายสุดของหัวและเฉียงขึ้นเล็กน้อย ริมฝีปากยืดหดไม่ได้ มีฟันแหลมคม เหนือริมฝีปากบนก่อนถึงตาทั้งสองข้าง เป็นหนามแหลมคม บริเวณหนามแหลมของปลายกระดูกกระพุ้งแก้มจะมีลักษณะคล้ายเนื้อเยื่อสีดำติดอยู่ทั้งสองข้าง ปลาหมอไทยมีอวัยวะช่วยหายใจ (labyrinth organ) อยู่ในช่องเหงือกให้ลูกตา จึงทำให้สามารถอยู่บนบกได้นาน ๆ (สมโภชน์ , 2521)

**1.4 แหล่งที่อยู่อาศัย**

ปลาหมอไทยอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดทั่วๆไปในพื้นที่ลุ่มน้ำมักพบในคลอง ทะเลสาบ บ่อและหนองน้ำ เป็นชนิดที่ทนทานและสามารถทนต่อสภาพน้ำที่ไม่เอื้ออำนวยมาก เช่นออกซิเจนต่ำ, อุณหภูมิสูง (Nathan Waltham et al., 2014) เนื่องจากมีอวัยวะพิเศษช่วยในการหายใจ ปลาหมอไทยสามารถปรับตัวเจริญเติบโตเข้ากับสภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำกร่อยที่มีความเค็มไม่เกิน 7 psu ปลาหมอไทยมีชื่อเรียกแตก ต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่นเช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า ปลาสะเด็ด ภาคเหนือ เรียกว่า ปลาแข็ง และภาคใต้ เรียกชื่อเป็นภาษายาวีว่า อีแกปูยู ชาวบ้านทั่วไปเรียกว่า ปลาหมอ ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ลูกปลาจะมีการพัฒนาที่เร็วกว่าปกติ ปลาจะหายใจด้วยเหงือกแต่ปลาหมอจะหายใจด้วยอวัยวะช่วยหายใจส่วนมากส่วนเหงือกจะมีบทบาทในการหายใจน้อย แม้ในน้ำจะมีออกซิเจนมาก (ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดนครราชสีมา, 2552)

**1.5 ความแตกต่างระหว่างเพศและอัตราส่วนเพศ**

ปลาหมอไทยเพศเมียจะมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากกว่าเพศผู้อย่างชัดเจน เมื่อมีขนาดความยาวเท่ากัน ปลาตัวผู้จะมีลำตัวยาวเรียว ตัวเมียมีความลึกของลำตัวมากกว่าตัวผู้ ในฤดูวางไข่ปลาเพศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมียจะมีส่วนท้องอูมเป่งและโคนหาง (caudal peduncle) ของปลาเพศเมียจะหนากว่าเพศผู้ รังไข่และถุงน้ำเชื้อ มีลักษณะยาวและเป็นคู่ โดยรังไข่ที่เริ่มพัฒนาจะมีลักษณะเป็นสีชมพูแก่และมีเม็ดไข่เป็นจุดสีขาวนวลเกิดขึ้นเล็กน้อย ต่อมาก็จะเพิ่มจำนวน มากขึ้น รังไข่ที่แก่จะมีไข่สีเหลืองและแยกออกเป็นสองพูอยู่เต็มบริเวณช่องท้อง รังไข่ที่แก่จัดจะเห็นเส้นโลหิตฝอย (ovarian arteries) ถุงน้ำเชื้อในระยะแรกจะมีสีชมพูใส เมื่อพัฒนาสมบูรณ์ มีลักษณะสีขาวขุ่น แยกเป็น 2 สาย ซึ่ง ยึดติดกับบริเวณเนื้อเยื่อในช่องท้อง ในธรรมชาติพบอัตราส่วนเพศ ระหว่างเพศเมียต่อเพศผู้ เท่ากับ 1 : 1 อย่างไร ก็ตาม เนื่องจากปลาเพศผู้มักมีความสมบูรณ์เพศต่ำและน้ำเชื้อมักมีน้อย ในการเพาะพันธุ์ นักวิชาการประมงมักใช้ สัดส่วนปลาเพศเมียต่อเพศผู้ ประมาณ 1 : 2 (ศราวุธ และคณะ, 2547)

**1.6 อาหารและนิสัยการกินอาหาร**

ปลาหมอไทยกินอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ (carnivorous fish) กินสัตว์น้ำที่มีขนาดเล็กกว่าและชอบกินอาหารที่ผิวน้ำและกลางน้ำ สามารถกินเมล็ดข้าว ธัญพืช ปลวก ตัวอ่อน แมลงน้ำ ตั๊กแตน กุ้งฝอยหรือลูกปลาเล็ก ที่มีชีวิตหรือตายแล้วเป็นอาหาร (กี, 2552) ปลาหมอขนาดเล็กมีความต้องการอาหารสูงกว่าปลาหมอที่มีขนาดใหญ่เนื่องจากกระเพาะอาหารมีขนาดใหญ่ เมื่อเทียบกับขนาดของลำตัว (สมพงษ์, 2542) ระยะ 3 วันแรกใช้ถุงอาหาร (yolk sac) เป็นอาหาร แล้วจะเริ่มกินอาหารมีชีวิตขนาดเล็กๆ (zooplankton feeder) พวก protozoa, rotifer หลังจากนั้นจึงเริ่มกินอาหารที่มีขนาดใหญ่ขึ้น พวกไรแดง และโคพีพอดและลูกน้ำ หลังจากฟันปลาพัฒนาสมบูรณ์แล้ว จึงสามารถกินตัวอ่อนแมลง สัตว์หน้าดินลูกกุ้งและลูกปลาวัยอ่อน อาหารสำเร็จรูปได้ (เทพรัตน์ และคณะ, 2556)

**1.7 ความต้องการโปรตีนของปลาหมอไทย**

การเลี้ยงปลาหมอไทยแบบกึ่งพัฒนาต้องมีอาหารตามธรรมชาติในบ่อและให้อาหารสมทบจำพวกเศษอาหารจากครัวเรือน รำละเอียด ปลาสดสับ ปลวกและการใช้ไฟล่อแมลงกลางคืนตลอดจนอาหารสำเร็จรูปบางส่วน ส่วนการเลี้ยงปลาหมอไทยแบบธุรกิจเชิงพาณิชย์นั้น เน้นการปล่อยเลี้ยงแบบหนาแน่นสูงมาก (supper intensive system) ใช้ปัจจัยการผลิต คือ อาหารปลา ยาป้องกันรักษาโรคและการถ่ายเปลี่ยนน้ำ หวังผลผลิตที่สูงมาก ปลาหมอเป็นปลากินเนื้อ ในช่วงลูกปลาขนาดใบมะขามเป็นปลารุ่น (อายุ 1–2 เดือน) ต้องการอาหารที่มีโปรตีนสูงไม่ต่ำกว่า 40 % ประมาณ 5-10 % ของน้ำหนักตัว หลังจากนั้น เมื่ออายุ 2-3 เดือน ต้องการอาหารระดับโปรตีนต่ำลงมา คือ 35-37 % โดยให้ในอัตรา 3-5 % ของน้ำหนักตัว วันละ 3–4 มื้อ การให้ต้องเดินหว่านอาหารให้รอบบ่อ (ศราวุธ และคณะ, 2547)

**1.8 การอนุบาลลูกปลา**

จุดประสงค์หลักของการอนุบาลลูกปลาก็คือ เพื่อให้ได้ลูกปลาที่สมบูรณ์แข็งแรงและมีอัตราการรอดตายสูง (สมเจตน์, 2549) การอนุบาลลูกปลาหมอควรอนุบาลในบ่อดิน จะทำให้ลูกปลาได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารอาหารครบถ้วน จะได้ลูกปลาที่อ้วน ป้อม ส่วนหัวค่อนข้างใหญ่คล้ายกระสวยและสมบูรณ์แข็งแรง (สุจินต์, 2550) อาจมีการอนุบาลและฟักไข่ในบริเวณที่มีน้ำกร่อย (Piyapong and Piyathap, 2010)

**1.9 การเลี้ยงปลาหมอไทย**

การเลือกสถานที่เลี้ยงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้การเลี้ยงปลาหมอไทยประสบความสำเร็จ ดังนั้น การเลือกสถานที่เลี้ยงและการออกแบบบ่อเลี้ยงปลา ควรทำด้วยความรอบคอบโดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. ลักษณะดิน ควรเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทราย น้ำไม่รั่วซึม สามารถเก็บกักน้ำได้ 4-6 เดือน ไม่ควรเลือกพื้นที่ที่เป็นดินทราย หรือ ดินปนกรวด

2. ลักษณะน้ำ พื้นที่เลี้ยงควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง ที่มีน้ำตลอดปี หรืออยู่ในเขตชลประทาน หากเป็นพื้นที่ที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ควรพิจารณาปริมาณน้ำฝนที่ตกในรอบปีด้วย

3. แหล่งพันธุ์ปลา เพื่อความสะดวกในการลำเลียงปลามาเลี้ยง พื้นที่เลี้ยงไม่ควรอยู่ห่างไกลจากแหล่งพันธุ์ปลา

4. ตลาด แม้ว่าหลังจากจับปลาขายจะมีพ่อค้ามารับซื้อถึงปากบ่อ แต่หากพื้นที่เลี้ยงอยู่ใกล้ตลาด จะทำให้ได้เปรียบในการขนส่งผลผลิตเพื่อการจำหน่าย อย่างไรก็ตาม บ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่อยู่ในเขตพื้นที่น้ำจืด สามารถนำมาใช้เป็นบ่อเลี้ยงปลาหมอไทยได้ (แสงอรุณ, มปป.)

**1.10 การเตรียมบ่อ**

การเตรียมบ่อนับเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ บ่อเก่าต้องสูบน้ำออกให้แห้งและกำจัดศัตรูปลา กำจัดวัชพืชและพันธุ์ไม้น้ำออกให้หมดเพื่อไม่ให้เป็นที่หลบซ่อนตัวของศัตรูปลาหมอไทยและยังทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงด้วย จากนั้นหว่านปูนขาวในอัตรา 150-200 กิโลกรัม/ไร่เพื่อลดความเป็นกรดของดิน แล้วตากบ่อให้แห้งเป็นเวลา 2-3 สัปดาห์เพื่อให้แก๊สพิษในดินบางชนิดสลายตัว และเป็นการฆ่าเชื้อโรคและศัตรูปลาด้วย ส่วนบ่อขุดใหม่ให้ หว่านปูนขาวในอัตรา 100 กิโลกรัม/ไร่ ใช้อวนไนล่อนสีฟ้ากันรอบบ่อให้สูงประมาณ 90 เซนติเมตร เพื่อป้องกันปลาหลบหนีออกจากบ่อ เนื่องจากปลาหมอชอบปีนป่ายโดยเฉพาะในขณะที่ฝนตก

สูบน้ำเข้าบ่อให้ได้ระดับประมาณ 60-100 เซนติเมตร โดยกรองน้ำด้วยอวนมุ้งตาถี่หรืออาจ ฆ่าเชื้อในน้ำด้วยคลอรีน 3 กรัมต่อน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร ทำสีน้ำสร้างห่วงโซ่อาหารธรรมชาติแล้วจึงปล่อยลูกปลาลงเลี้ยงได้ (สมเจตน์, 2549)

**1.11 ความสำคัญทางเศรษฐกิจของปลาหมอไทย**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงปลาหมอไทยมีความสำคัญกับเศรษฐกิจมากพอสมควร เนื่องจากปลาหมอไทยกำลังเป็นที่นิยมบริโภคและเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศมาก (สุจินต์, 2550) ขายยังประเทศมาเลเซีย และอนาคตปลาหมอไทยมีลู่ทางที่ดี (สุทธิชัย, 2545) เพราะปลาหมอเป็นปลาที่เนื้อมีรสชาติดี เนื้อแน่น นุ่ม และสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลายอย่างไม่แพ้สัตว์น้ำชนิดอื่น แต่ในการเพาะเลี้ยงปลาหมอนั้นสิ่งสำคัญที่ผู้เลี้ยงควรคำนึงถึงมากที่สุดคือ การตลาด เพราะเกษตรกรยังหาตลาดที่จำหน่ายไม่ได้ ทำให้โอกาสที่จะประสบกับความขาดทุนก็เป็นไปได้สูง (สุจินต์, 2550)

ตลาดที่เป็นแหล่งซื้อขายปลาหมอไทยหรือปลาน้ำจืดอื่นๆขนาดใหญ่ ที่มีการประมูลราคา หรือซื้อขายล่วงหน้า เช่น ตลาดกลางสัตว์น้ำ มหาชัย ตลาดกลางหัวเกาะ จังหวัดสมุทรปราการ ตลาดกลางสัตว์น้ำอ่างทอง นอกจากนี้ยังมี ตลาดไท รังสิต ตลาดบางประกง ตลาดลาดกระบัง และสะพานปลากรุงเทพฯ ในภาคเหนือ เช่น ตลาดแม่น้ำ จังหวัดพะเยา ตลอดจนตลาดสดประจำตำบล อำเภอ และจังหวัดต่างๆ (ประเทือง, 2536) วางปลาหมอจำหน่ายในลักษณะปลามีชีวิตและปลาสดที่ขอดเกล็ด ผ่าท้องทำความสะอาด พร้อมนำไปประกอบอาหาร (สุจินต์, 2550)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมอไทย ทดแทนการจำหน่ายสดแบบมีชีวิต เช่น ปลา Clean (ปลาทั้งตัวขอดเกล็ด ผ่าท้อง เอาเหงือกและไส้ออก) แช่แข็งพร้อมปรุงอาหาร หรือปลาชิ้นเคลือบ เกล็ดน้ำแข็ง (Glazing) และเพิ่มช่องทางกระจายผลิตภัณฑ์ โดยวางจำหน่ายในซุปเปอร์มาร์เก็ตหรือร้านสะดวกซื้อ พร้อมพัฒนาการบรรจุหีบห่อ โฆษณาประชาสัมพันธ์สู่ผู้บริโภคให้กว้างขวางมากขึ้น (สันต์, 2548)

**2.ไบโอฟลอค(น้ำเค็ม)**

Roselien et al. (2012) กล่าวว่า ไบโอฟลอค คือ การใช้ตะกอนจุลินทรีย์ไบโอฟลอคมาช่วยในการย่อยสลายซากของเสีย (แอมโมเนีย) เปลี่ยนของเสียให้กลายเป็นของดีเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ไบโอฟลอคสามารถเกิดได้เองตามธรรมชาติแต่ถ้าน้ำไม่หมุนเวียนหรือเคลื่อนไหวฟลอคนั้นก็จะตกตะกอนสะสมที่พื้นก้นบ่อกลายเป็นของเสียเช่นเดิม ไบโอฟลอคจะเกิดเมื่อเกิดความสมดุลของอัตราส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจนในน้ำถ้ามีการปล่อยของเสียจำพวกสารอินทรีย์ซึ่งมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ กรดอะมิโน (amino acid) โปรตีน (protein) ซึ่งจะกลายไปเป็นแอมโมเนียม ($NH_4^+$) และสารอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรต (แหล่งคาร์บอน) ได้แก่ แป้ง (starch) น้ำตาล (sugar) เซลลูโลส (cellulose) และพวกกากใย (fiber) ลงไปในน้ำ ของเสียนี้จะถูกเปลี่ยนไปเป็นตะกอนจุลินทรีย์ ตะกอนจุลินทรีย์นี้จะเป็นกลุ่มของจุลินทรีย์จำพวกเฮทเทอโรโทรฟิค(Heterotrophic bacteria) ที่มารวมตัวกันเป็นตะกอนแขวนลอยขนาดของกลุ่มฟลอคอยู่ที่0.2 - 2.0 มิลลิเมตร ถ้ามีการเติมสารอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตลงไปอีกมันจะไปกระตุ้นให้ไบโอฟลอคดึงไนโตรเจน (แอมโมเนีย) มาใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่มากขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ก็จะเพิ่มมากขึ้น ปริมาณแอมโมเนียใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำก็จะลดลง ซึ่งเนื้อเซลล์ใหม่ที่ว่านี้ก็คือสารพวกโปรตีน เมื่อสัตว์น้ำกินจุลินทรีย์ที่รวมตัวเป็นฟลอคเข้าไปก็เท่ากับว่าสัตว์น้ำได้กินอาหารที่มีโปรตีนนั่นเอง การใช้กลุ่มฟลอคในการกำจัดแอมโมเนียนี้จะเร็วกว่าการเกิดกระบวนการไนตริฟิกเคชัน(nitrification) เนื่องจาก Heterotropic bacteria จะเจริญเติบโตเร็วกว่า Nitrifying bacteria ประมาณ 10 เท่า ทำให้น้ำที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำมีคุณภาพดี การเปลี่ยนถ่ายน้ำน้อยลงและส่งผลให้สัตว์มีสุขภาพดีตามไปด้วย (อานุภาพ,2556)

**2.1 การบำบัดไนโตรเจนจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทางชีวภาพ**

การที่ไนโตรเจนสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบได้นั้นจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการของสิ่งมีชีวิตเล็กๆ จำพวกแบคทีเรียเข้ามาเป็นตัวช่วย โดยผ่านกระบวนการไนโตรเจน 2 กระบวนการ ดังนี้

2.1.1 กระบวนการไนตริฟิกเคชัน (Nitrification)

กระบวนการไนตริฟิกเคชันอาศัยการทำงานของแบคทีเรียกลุ่มไนตริไฟอิง เช่น *Nitrosomonas sp.* โดยจะเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนไตรท์และ *Nitrobacter sp.* จะเปลี่ยนจากไนไตรท์เป็นไนเตรท ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มนี้จะใช้คาร์บอนจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งพลังงานในการเปลี่ยนรูปแอมโมเนียซึ่งเป็นพิษรุนแรงต่อสัตว์น้ำให้เป็นไนเตรทที่มีความเป็นพิษต่ำ กระบวนการไนตริฟิกเคชันจะเกิดขึ้นในสภาวะที่มีก๊าซออกซิเจน กล่าวคือ ต้องการปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมากกว่า 4 mg/l จึงถือได้ว่ามีความเหมาะสมต่อกระบวนการนี้ (อานุภาพ,2556)

2.1.2 กระบวนการดีไนตริฟิกเคชัน (Denitrification)

กระบวนการดีไนตริฟิกเคชันเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนไนเตรทให้อยู่ในรูปของก๊าซไนโตรเจนและจะเกิดขึ้นในสภาวะที่ปราศจากออกซิเจน กระบวนการนี้อาศัยการทำงานของแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทโรโทรฟิก(Heterotrophic bacteria) ซึ่งเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่ไม่สามารถสร้างอาหารขึ้นเองได้จึงจำเป็นต้องอาศัยสารอินทรีย์หรือซากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เพื่อเป็นวัตถุดิบในการเจริญเติบโตและเป็นแหล่งพลังงาน ตัวอย่างของแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทโรโทรฟิกนี้ เช่น *Bacillus denitricans* และ *Pseudomonas sp.* (อานุภาพ,2556)

**2.2 การบำบัดไนโตรเจนด้วยไบโอฟลอค(น้ำเค็ม)**

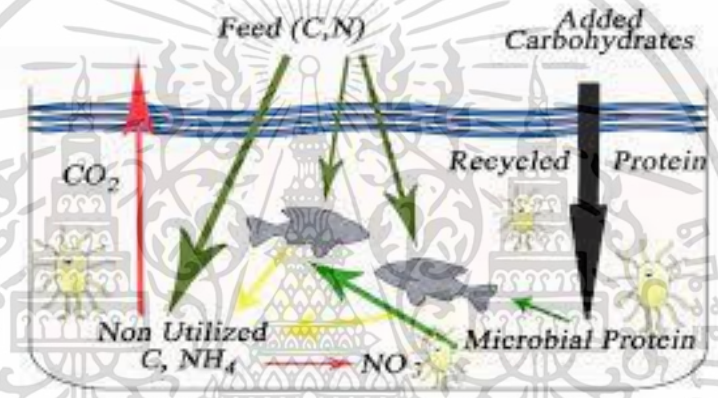
โดยปกติแล้วอาหารที่เหลือจากการใช้ประโยชน์แก่สัตว์น้ำก็มักจะตกตะกอนอยู่ที่ก้นบ่อ หรือไม่ก็อุดตันอยู่ตามตัวกรองต่างๆ ซึ่งถือเป็นต้นเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดการสะสมของสารอนินทรีย์ไนโตรเจนภายในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำนั่นเอง ด้วยเหตุนี้แนวคิดเกี่ยวกับการใช้ไบโอฟลอคมาเป็นตัวช่วยบำบัดไนโตรเจนจึงได้เกิดขึ้น ภายใต้เงื่อนไขที่ว่าการที่จะให้ไบโอฟลอคทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพภายในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

-จะต้องมีการผสมและหมุนเวียนของน้ำภายในบ่อเป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ต้องทำการเติมก๊าซออกซิเจนให้มากพอ

- การควบคุมสัดส่วนของคาร์บอนกับไนโตรเจนให้เหมาะสม ซึ่งสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจน (C:N ratio) ที่เหมาะสมคือ 20 กล่าวคือ หากน้ำในบ่อมีไนโตรเจนเท่ากับ 1 คาร์บอนก็มีเท่ากับ 20 จึงจะทำให้จุลินทรีย์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับแหล่งที่มาของคาร์บอนคือ สารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ แป้ง (starch) น้ำตาล (sugar) 5 เซลลูโลส (cellulose) และพวกกากใย (fiber) ส่วนแหล่งที่มาของไนโตรเจน คือสารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ กรดอะมิโน (amino acid) โปรตีน (protein) (อานุภาพ,2556)




**ภาพที่ 2** กระบวนการการสร้างไบโอฟลอคในบ่อเลี้ยงปลา

**ที่มา**: อานุภาพ (2556)

ปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นนี้ถือเป็นปัจจัยที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทโรโทรฟิกให้มีปริมาณเพียงพอภายในบ่อเลี้ยงนั่นเองและรวมกลุ่มกันกลายเป็นกลุ่มไบโอฟลอคในที่สุด

กลุ่มไบโอฟลอคจะเกิดจากการรวมตัวกันของแบคทีเรีย โปรโตซัวและของแข็งอนินทรีย์ ที่เข้ามาเกาะกลุ่มรวมกันอย่างหลวมๆ โดยใช้สารจากเซลล์แบคทีเรียที่เรียกว่า Extracellular Polymer มาช่วยในการยึดเกาะและมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.1 -2.0 มิลลิเมตร (อานุภาพ,2556)

นอกจากนี้ในต่างประเทศที่มีการนำไบโอฟลอคมาใช้ในการเลี้ยงปลานิลพบว่าปลานิลที่เลี้ยงโดยใช้ไบโอฟลอคจะไม่กระโจนเข้าหาอาหารเหมือนกับปลานิลที่เลี้ยงโดยไม่ใช้ไบโอฟลอค ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าปลานิลที่เลี้ยงโดยใช้ไบโอฟลอคจะมีการกินอาหารที่อยู่ในรูปกลุ่มไบโอฟลอคอย่างต่อเนื่อง ขณะที่ปลานิลที่เลี้ยงแบบธรรมดานั้นจะกินอาหารเป็นช่วงเวลา และนี่ก็คือข้อแตกต่างที่เป็นผลมาจากการใช้ไบโอฟลอคกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้ง 2 กรณีในการบำบัดน้ำ ทั้งการบำบัดไนโตรเจนจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทางชีวภาพ และการบำบัดไนโตรเจนด้วยไบโอฟลอคล้วนแต่เป็นกระบวนการที่ช่วยลดปริมาณไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบของแอมโมเนียของเสียที่ไม่มีใครอยากให้มีภายในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ต่างกันตรงที่การบำบัดโดยใช้ไบโอ ฟลอคสามารถนำโปรตีนในอาหารกลับมาใช้ใหม่ได้ (อานุภาพ,2556)

**2.3 ประโยชน์จากการใช้ไบโอฟลอค(น้ำเค็ม)**

1. ต่อตัวสัตว์น้ำ: เนื่องจาก Biofloc เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่นำมาใช้เพื่อบำบัดน้ำให้มีคุณภาพที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังนั้นสัตว์น้ำย่อมมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น เนื่องจากสัตว์น้ำสามารถกินไบโอฟลอคเป็นอาหารได้อีกทางหนึ่งด้วย

2. ความถี่ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำ: หากมีการนำ Biofloc มาใช้กับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจุลินทรีย์ก็จะเป็นตัวที่คอยควบคุมคุณภาพน้ำภายในบ่อโดยอัตโนมัติเพราะช่วยในเรื่องของการบำบัดไนโตรเจน ฉะนั้นจึงไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำบ่อยๆ ทำให้ประหยัดการใช้น้ำในการเพาะเลี้ยง

3. ผลผลิตที่ได้: เมื่อกลไกการบำบัดน้ำเสียภายในบ่อเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อัตราการตายของสัตว์น้ำย่อมต่ำ ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้มีความคุ้มค่ากับการลงทุน

4. ค่าใช้จ่าย: Biofloc เป็นกลไกการรักษาสมดุลภายในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจึงสามารถช่วยลดต้นทุนแก่ผู้ประกอบการในแง่ของการซื้อพวกจุลินทรีย์ผงมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อีกทั้งการที่ไม่ต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำบ่อยๆยังเป็นการช่วยลดค่าพลังงานจากการ สูบน้ำออกจากบ่อได้อีกทางหนึ่งด้วย และที่สำคัญผลพลอยได้อีกอย่างหนึ่งก็คือถือได้ว่าช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของอาหารสัตว์น้ำเป็นอย่างดี (อนุสรา, 2012)

**2.4 ข้อเสียของการใช้ไบโอฟลอค (Biofloc)**

กับการเพาะเลี้ยงสัตว์มักจะพบว่าจะมีความขุ่นมากกว่าปกติซึ่งอาจจะส่งผลต่อสัตว์น้ำในระยะยาวได้ การแก้ไขก็คือให้มีการสูบตะกอนที่ก้นบ่อทิ้งสัปดาห์ละครั้งหรือบ่อยกว่านั้นก็จะเป็นผลดีต่อสัตว์น้ำในระยะยาว

**3. คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ**

**3.1 อุณหภูมิ (Temperature)**

นฤมล, (มปป.) กล่าวว่า ปลาเป็นสัตว์เลือดเย็น ไม่สามารถรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ได้ แสดงว่าเมื่ออุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงไปอุณหภูมิร่างกายของปลาเปลี่ยนแปลงด้วย หากมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็วทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ ปลาที่อาศัยอยู่ในเขตโซนร้อนอุณหภูมิของน้ำจะอยู่ในช่วงประมาณ 25-32 องศาเซลเซียสจึงจะเจริญเติบโตได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.2 ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen; DO)**

นฤมล, (มปป.) กล่าวว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเป็นสิ่งที่สำคัญต่อสัตว์น้ำทุกชนิด เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการออกซิเจนเพื่อการหายใจ และออกซิเจนช่วยในการย่อยสลายอินทรียวัตถุในน้ำโดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความกดดันของน้ำด้วย โดยอุณหภูมิสูงความสามารถของออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะลดลง การควบคุมป้องกันไม่ให้สัตว์น้ำได้รับอันตรายไม่ควรให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 3 mg/l

**3.3 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (potential of hydrogen)**

นฤมล, (มปป.) กล่าวว่า ค่าความเป็นกรด – ด่าง เป็นการวัดปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนที่มีอยู่ในน้ำ ระดับความเป็นกรดด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 โดย 7 เป็นกลาง ถ้าต่ำกว่า 7 มีค่าเป็นกรดและสูงกว่าเป็นด่าง pH ต่ำหรือสูงเกินไปก็ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ pH 6.5-9.0 เป็นระดับที่เหมาะสม

**3.4 Oxidation Reduction Potential (ORP)**

ค่าศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชัน (ORP) คือค่าที่วัดความเข้มข้นของอิเล็คตรอนในน้ำ ในน้ำค่า PRP เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ pH ความเค็มและความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายน้ำและสารออกซิไดซ์ที่ละลายเช่น โอโซน ในน้ำที่มีคุณภาพดีมีค่า ORP ระหว่าง 330 – 500 มิลลิโวลล์ (Li et al. 2014)

**3.5 ค่าแอมโมเนีย (Ammonia)**

สารประกอบที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ แหล่งของสารประกอบไนไตรท์ในน้ำส่วนใหญ่มาจากสารอินทรีย์ ซึ่งเกิดจากกระบวนการเน่าสลายของเศษอาหารที่เหลือ แพลงก์ตอนที่ตาย เศษซากพืช ซากสัตว์ สารอินทรีย์อื่นๆ ความเป็นพิษของแอมโมเนียจะรบกวนทำให้สัตว์น้ำสูญเสียพลังงานในการกำจัดแอมโมเนียออกนอกร่างกายมากกว่าปกติ ปริมาณแอมโมเนียรวมในบ่อปลาไม่ควรเกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (นฤมล, มปป.)

**3.6 ค่าความกระด้าง (Hardness)**

เกิดจากปริมาณของเกลือแคลเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำทั้งหมด มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำเพราะเป็นส่วนประกอบของกระดูก เปลือก กุ้ง หอย ปู และมีผลต่อการฟัก และการเจริญของตัวอ่อน ถ้าน้ำมีความกระด้างในบ่อเลี้ยงปลามีค่าความกระด้างต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ปลาเจริญเติบโตช้า เครียด และตายได้ (นฤมล, มปป.)

**3.7 ค่า TDS/NaCl**

TDS (Total Dissolve Solid) คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายเจือปนอยู่ในน้ำ ซึ่งรวมทั้งแร่ธาตุต่างๆ เกลือ หรือ โลหะหนดก ที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยหน่วยของการวัดค่า TDS คือ มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ ppm ค่า TDS เกี่ยวเนื่องโดยตรงกับค่าความบริสุทธิ์ของน้ำและคุณภาพของระบบทำน้ำกลั่น หรือ น้ำบริสุทธิ์ซึ่งถ้า TDS มากแสดงว่าน้ำมีสารละลายแปลกปลอมมากค่า TDS จะบอกค่าความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระด้างของน้ำได้ ซึ่งความกระด้างของน้ำเป็นสาเหตุของการก่อตัวของหินปูนในท่อ ค่าสูงสุดของสิ่งเจือปนในน้ำ หรือค่า TDS ไม่ควรเกิน 500 mg/L หรือ 500 ppm ซึ่งโดยส่วนใหญ่ในระบบน้ำจะมี 4 ค่า TDS เกิน 500 mg/L แต่หากค่า TDS เกิน 1000 mg/L จะเป็นน้ำที่ไม่เหมาะสำหรับใช้ในชีวิตประจำวัน เพราะค่า TDS ที่สูงจะบ่งบอกถึงความเป็นไปได้ของสิ่งเจือปนที่อันตรายและต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติม โดยส่วนใหญ่ค่า TDS สูงจะเกิดจากน้ำมีส่วนผสมของโพแทสเซียม, คลอไรด์ และโซเดียม ซึ่งหากมีอยู่ไม่มากก็จะไม่มีผลในระยะสั้นแต่ค่า TDS ที่สูงก็อาจมีสารพิษ เช่น ตะกั่ว, ไนเตรท , แคดเมียมละลายอยู่ (นิรนาม, 2560)

**3.8 ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity)**

คุณภาพน้ำที่ทำให้กรดเป็นกลาง ความเป็นด่างของน้ำ ประกอบด้วย คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์ เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งไม่มีพิษต่อปลา แต่เป็นตัวช่วย ควบคุมไม่ให้น้ำมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง อย่างรวดเร็ว ค่าความเป็นด่างที่เหมาะสม สำหรับการเลี้ยงปลามีค่าอยู่ระหว่าง 25-500 มิลลิกรัมต่อลิตร (นิรนาม,มปป)

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

สุทธิพงศ์ และคณะ (2556) ศึกษาผลของอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนใน การเลี้ยงกุ้งขาวร่วมกับปลานิลด้วยเทคโนโลยีไบโอฟลอค โดยแหล่งอินทรีย์คาร์บอนที่อัตราส่วน คาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio) 16:1 และ 20:1 เท่ากับ 360 กรัม และ 720 กรัม ตามลำดับ เป็น เวลา 100 วัน โดยแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองที่ 1 เป็นชุดควบคุมไม่เติมแหล่ง คาร์บอน ชุดการทดลองที่ 2 เติมแหล่งคาร์บอนในอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 16:1 และ ชุดการทดลองที่ 3 เติมแหล่งคาร์บอนในอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 20:1 พบว่า อัตรา การเจริญเติบโตและผลผลิตรวมของกุ้งขาว และปลานิล ในชุดการทดลองที่มีการเติมแหล่งอินทรีย์คาร์บอนสูงกว่าชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) ที่ไม่มีการเติมแหล่งอินทรีย์คาร์บอน ($P<0.05$)

Cialdini et al., (2015) ได้รายงานการใช้ผลิตภัณฑ์จากตะกอนฟลอคแบบไม่อบแห้ง (Wet biofloc) และแบบอบแห้ง (Dyyed biofioc) เสริมกับอาหารสำเร็จรูปในสัดส่วนที่ต่างกันในการเลี้ยงปลานิลพบว่า การใช้อาหารสำเร็จรูปเสริมด้วยตะกอนฟลอคอบแห้ง ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับชุดการใช้อาหารสำเร็จรูปที่เสริมด้วยตะกอนฟลอคแบบไม่อบแห้ง เมื่อพิจารณาอัตราการรอดตายเฉลี่ยพบว่าทุกชุดการทดลองทั้งหมดไม่มีความต่างทางสถิติ โดยมีอัตราการรอดตายสูงถึง 87.8% สืบเนื่องจากในตะกอนฟลอคจะมีกระบวนการผลิตกรดไขมันสายสั้น ซึ่งเป็นกลไกที่จุลินทรีย์ในตะกอนฟลอคผลิตขึ้นโดยจะส่งผลต่อการป้องกันและควบคุมโรคในสัตว์น้ำ และรวมถึงการผลิต Poly-B hydroxyl butyrate (PHB) ซึงทำหน้าที่เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานให้กับเซลล์ซึ่ง Poly-B hydroxyl butyrate ที่สะสมอยู่กับตะกอนฟลอคจะถูกชักนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกมาเพื่อให้ค่าคาร์บอนเกิดขึ้นในปริมาณสูง (C:N ratio) จะช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลายสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งจะส่งผลต่อการผลิตโปรไบโอติกในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยเทคโนโลยีไบโอฟลอค (De Schryver et., 2008)

อนุภาพ (2556) ศึกษาแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมในการผลิต biofloc ในบ่อเลี้ยงปลานิลและปลาดุกบิ๊กอุยที่ความหนาแน่น 30 และ 50 ตัวต่อตารางเมตร โดยแหล่งคาร์บอน คือ กากน้ำตาล รำละเอียด ขนมปังและข้าวโพดป่น ทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 6 เดือน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า การใช้แหล่งคาร์บอนทั้ง 4 ชนิด ไม่มีผลต่ออัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการแลกเนื้อและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลและปลาดุกบิ๊กอุย แต่จะมีผลต่อตะกอนแขวนลอยรวม (TSS) หรือไบโอฟลอคของบ่อปลาดุกบิ๊กอุยมากกว่าบ่อเลี้ยงปลานิล ดังนั้นแม้จะเพิ่มแหล่งคาร์บอนอื่นๆ นอกเหนือจากกากน้ำตาลไม่มีผลให้อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลและปลาดุกบิ๊กอุย แตกต่างกัน

สิริพงษ์ และคณะ (2560) ศึกษาการใช้ไบโอฟลอค (Biofloc) เพื่อทดแทนปลาป่นในอาหารปลานิล ที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.67 กรัม โดยใช้อาหารทดลองจำนวน 5 สูตร โดยมีโปรตีน 35% โดยมีการแทนที่ปลาป่นด้วยไบโอฟลอคที่ระดับ 0, 20, 40, 80 และ 100% ตามลำดับ ทดลองในบ่อซีเมนต์กลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร ระดับน้ำสูง 30 เซนติเมตร ใส่ปลาบ่อละ 30 ตัว ให้อาหารปลาวันละ 3 ครั้ง ให้จนอิ่ม ใช้ระยะเวลา 7 สัปดาห์ โดยการทดแทนปลาป่นด้วยไบโอฟลอค 100% ในสูตรอาหารส่งผลให้ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน 1.62±0.30 กรัม/วัน อัตรารอดตาย 54.33±12.50% และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 1.48±0.20 น้ำที่ใช้เลี้ยงปลามีปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.09- 2.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์มีค่าอยู่ในช่วง 0.02-1.90 มิลลิกรัมต่อลิตร พีเอชมีค่าเท่ากับ 7.1-7.6 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเท่ากับ 9.70-15.49 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความเป็นด่าง 64.73-89.37 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความกระด้าง 102.31 -144.68 มิลลิกรัมต่อลิตร และอุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 26.33–27.33 องศาเซลเซียส ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมไบโอฟลอคที่ระดับต่างๆ ให้การเจริญเติบโตและอัตรารอดไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีแนวโน้มแทนที่โปรตีนจากปลาป่นด้วยไบโอฟลอคในสูตรอาหารสำหรับปลานิลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

**<u>อุปกรณ์</u>**

1.วัสดุ

1.1 สัตว์ทดลอง

ปลาหมอวัยอ่อนจำนวน 400 ตัว น้ำหนักประมาณ 2.10 กรัม

1.2 วัตถุดิบอาหารทดลอง

ไบโอฟลอค(น้ำเค็ม) ข้าวโพด ปลายข้าว รำละเอียด ปลาป่น กากถั่วเหลือง พรีมิกซ์ DCP(P17)

สารเหนียว น้ำมันปาล์ม

2.อุปกรณ์และเครื่องมือ

2.1. สำหรับใช้ในการเลี้ยงปลาหมอ

- ถังไฟเบอร์ ขนาดความจุ 500 ลิตร จำนวน 20 ถัง
- เครื่องให้อากาศ (Blower) สายอากาศพร้อมหัวทราย
- สวิงกรองน้ำ
- สายยาง

2.2 อุปกรณ์ในเตรียมอาหารปลาหมอ

- อุปกรณ์ชั่งตวงวัตถุดิบอาหาร ได้แก่ เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่งของ Batarius รุ่น Basic
- เครื่องชั่งไฟฟ้าจุดทศนิยม 4 ตำแหน่งของ Satorius รุ่น Research
- เครื่องอัดเม็ดอาหารจมแบบมินเซอร์ (Mincer)
- ตู้อบอาหาร (Hot air oven)
- ถาดใส่อาหารสำหรับอบ
- กระป๋องใส่อาหาร
- กะละมัง

2.3 อุปกรณ์การตรวจวัดการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- ไม้บรรทัด
- กะละมัง
- ถาดอลูมีเนียม
- สวิงตักปลา

2.4 อุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพน้ำ (test kit)

- อุปกรณ์วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ, DO meter (LUTRON PDO-519)
- อุปกรณ์วัดความเป็นกรด - ด่าง, pH meter (STARTER 3100)
- อุปกรณ์วัดค่าศักย์ออกซิเดชัน - รีดักชัน, ORP Meter (HM DIGITAL ORP-200)
- อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ, (STARTER 3100)
- ค่าแอมโมเนีย, Ammonia (ชุด KIT)
- ค่าความกระด้าง, Hardness (ชุด KIT)
- ค่าความเป็นด่าง Alkalinity
- เครื่องวัดการนำไฟฟ้า (EC/TDS/NaCl), EC meter

2.5 สารเคมีที่ใช้ประกอบการเลี้ยงปลาหมอ

- เกลือแกง
- ยาเหลือง
- ปูนขาว

**<u>วิธีการทดลอง</u>**

**1.วางแผนการทดลอง**

การศึกษาใช้วิธีการวางแผนการทดลองแบบ สุ่มตลอด (Completely Randomized Design ;CRD) โดยแบ่งการทดลองเป็น 5 ชุดการทดลอง (Treatment) มี 4 ซ้ำ (Replication) รวมเป็น 20 หน่วยการทดลอง (Experimental)

ชุดการทดลองที่ 1 สูตรอาหารผสมไบโอฟลอค(น้ำเค็ม)ที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (ชุดควบคุม)
ชุดการทดลองที่ 2 สูตรอาหารผสมไบโอฟลอค(น้ำเค็ม)ที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์
ชุดการทดลองที่ 3 สูตรอาหารผสมไบโอฟลอค(น้ำเค็ม)ที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์
ชุดการทดลองที่ 4 สูตรอาหารผสมไบโอฟลอค(น้ำเค็ม)ที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์
ชุดการทดลองที่ 5 สูตรอาหารผสมไบโอฟลอค(น้ำเค็ม)ที่ระดับ 8 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการศึกษาในการเลี้ยงปลาหมอวัยอ่อน ด้วยสูตรอาหารผสมไบโอฟลอค(น้ำเค็ม)ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ต่างกันเป็นเวลา 60 วัน ให้อาหารวันละ 2 ครั้งเวลา 08.30 น. และ 16.30 น. โดยปริมาณอาหารที่ให้ปลาในแต่ละวัน ให้จนปลากินอิ่ม โดยทำการเลี้ยงปลาหมอวัยอ่อนในถังพลาสติก ขนาดความจุ 500 ลิตร จำนวน 20 ถัง

**2. ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง**

2.1 การเตรียมอุปกรณ์การทดลองสำหรับเลี้ยง

ทำความสะอาดถังไฟเบอร์ ขนาดความจุ 500 ลิตร จำนวน 20 ถัง

2.2 การเตรียมไบโอฟลอค(น้ำเค็ม)

เก็บรวมรวมตะกอนฟลอคเหลือทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้ง นำมาอบให้แห้ง หลังจากนั้นนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดวัตถุแบบ Hammer mill เก็บบรรจุใส่ถุงพลาสติกอย่างน้อย 2 ชั้นปิดให้มิดชิด

2.3 การเตรียมอาหารทดลอง

-ชั่งวัตถุดิบประกอบสูตรอาหาร (ตามชุดการทดลอง)

-นำวัตถุดิบที่มีปริมาณมากใส่กะละมัง ตามด้วยวัตถุดิบที่มีปริมาณน้อยผสมให้เข้ากัน

-เติมน้ำสะอาดปริมาตร 35% และทำการผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

-นำไปอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดอาหารแบบจม (Mincer)

-นำอาหารที่อัดเม็ดเสร็จแล้วไปลดความชื้นในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

-นำอาหารแต่ละทรีทเมนต์ แยกใส่ถุง 2 ชั้นแล้วปิดให้สนิท เก็บไว้ในถังที่ปราศจากความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 1** ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง Biofloc ในอาหารปลาหมอ 2563

| | จำนวน Biofloc ในอาหาร% | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **วัตถุดิบอาหาร(g)** | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** | **รวม** |
| | **0%** | **2%** | **4%** | **6%** | **8%** | **(g)** |
| **แหล่งพลังงาน** | | | | | | |
| ข้าวโพด | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 1600 |
| ปลายข้าว | 640 | 540 | 500 | 400 | 296 | 2376 |
| รำละเอียด | 200 | 240 | 208 | 248 | 296 | 1188 |
| **แหล่งโปรตีน** | | | | | | |
| ปลาป่น | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 8000 |
| กากถั่วเหลือง | 1140 | 1120 | 1112 | 1092 | 1072 | 5536 |
| Biofloc น้ำเค็ม | 0 | 80 | 160 | 240 | 320 | 800 |
| DCP (P17) | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 100 |
| พรีมิกซ์ | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 200 |
| สารเหนียว | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 200 |
| น้ำมันปาล์ม | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **รวม (g)** | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 4000.00 | 20000.00 |
| **ผลิต (กก.)** | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 20.00 |

*พรีมิกซ์ มีส่วนประกอบคือ Vitamin A 20,000,000 IU. Vitamin D3 4,000,000 IU. Vitamin E 22,000 IU. Vitamin K3 4.00 gm. Vitamin B1 5 gm. Vitamin B2 10 gm. Vitamin B6 6 gm Vitamin B12 0.06 gm. Vitamin C 15 gm. Pantothenic acid 20 gm. Nicothenic acid 50 gm. Folic acid 3 gm. Feed Additives 23.25 gm. Preservatives 0.15 gm. Carrier add to 1 Kg.

**ที่มา :** วรพงษ์ (2563)

2.4 เตรียมสัตว์ทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำปลาหมอที่จะใช้ทำการทดลอง เลี้ยงไว้ในถังพลาสติกขนาดความจุ 500 ลิตร สำหรับพักปลาเพื่อให้ลูกปลาหมอได้ปรับตัวกับสภาพแวดล้อมและฝึกให้ลูกปลากินอาหารเม็ดจมประมาณ 1 สัปดาห์ หรืออัตราการตายคงที่ ชั่งปลาหมอก่อนการทดลอง และปล่อยปลาหมอจำนวน 20 ตัว/ถัง ในถังพลาสติกขนาด 500 ลิตร จำนวน 20 ถัง ใช้ปลาในการทดลองทั้งหมด 400 ตัว ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 8.30 น. และ 16.30 น.

**3. การจัดการทดลอง**

**3.1 การเลี้ยงสัตว์ทดลอง**

-สุ่มถัง 500 ลิตร ในการทดลอง จำนวน 20 ถัง ณ หมวดงานประมงน้ำจืด สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

-คัดเลือกปลาหมอวัยอ่อนที่มีสุขภาพแข็งแรงจำนวน 20 ตัว/ 1 ถัง

- ให้อาหารตามชุดการทดลองทั้งหมด 5 สูตรโดยให้อาหารวันละ 2 ครั้งช่วงเช้าเวลา 08.30 น. และช่วงเย็นเวลา 16.30 น. โดยให้ปลาหมอวัยอ่อนกินจนอิ่ม

- ใช้เวลาในการทดลอง 60 วัน

**3.2 การตรวจวัดคุณภาพน้ำ**

- ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) โดยใช้เครื่อง DO meter
- ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter
- ค่าศักย์ออกซิเดชัน – รีดักชัน (ORP) โดยใช้เครื่อง ORP Meter
- อุณหภูมิ (Temperature) ใช้เครื่อง pH meter
- ค่าแอมโมเนีย (Ammonia) ชุด KIT
- ค่าความกระด้าง (Hardness) ชุด KIT
- ค่าความเป็นด่าง (Alkalinty)
- ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (TDS)

**4. การวิเคราะห์ข้อมูล**

วิเคราะห์ข้อมูลทุกพารามิเตอร์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ตามวิธี Duncan Mutiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

**5. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล**

5.1 ค่าอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)

5.3 ค่าแอมโมเนีย (NH3/NH4+)

5.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

5.5 ค่าศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชัน (ORP)

5.6 ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (TDS)

5.7 ค่าความกระด้างของน้ำ

5.8 ค่าความเป็นด่าง

**6. ระยะเวลาการทำ**

ศึกษาค่าคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดการเลี้ยงปลาหมอโดยการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ใช้ระยะเวลาในการทำการทดลอง 8 สัปดาห์

**7. สถานที่ทำการทดลอง**

สมาร์ทฟาร์ม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

17/1 หมู่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลและวิจารณ์การทดลอง

**ค่าคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงปลาหมอในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ 8 สัปดาห์**

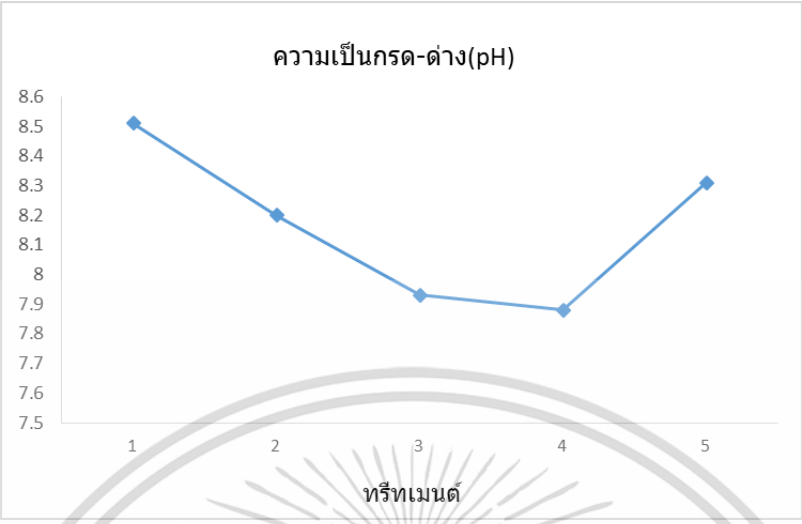
จากการเลี้ยงปลาหมอไทยเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ วัดคุณภาพน้ำทั้งหมดหลังจากการเลี้ยง 8 สัปดาห์ ซึ่งตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำทั้งหมด 8 ค่า คือ อุณหภูมิ (Temperature), ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(Dissolved Oxygen), ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ค่าความเป็นด่าง,ค่าศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชัน Oxdation Reduction Potential (ORP), ค่าความกระด้างของน้ำ(Hardness), และแอมโมเนีย (Ammonia), ค่า TDS/NaCl ได้ผลการทดลองเป็นดังนี้

1. **ความเป็นกรด-ด่าง (Positive potential of Hydrogen ions)**

ผลการทดลองพบว่าทั้ง 5 ทรีทเมนต์ที่มีการวัดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 8.17±0.24 จากกราฟที่แสดงจะเห็นได้ว่าในช่วงการทดลองพบว่าทรีทเมนต์ที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 8.51 ทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 8.20 ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 7.93 ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 7.88 และ ทรีทเมนต์สุดท้ายมีค่าเฉลี่ย 8.31

ค่า pH ที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ควรมีค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5 (กรมประมง, 2548) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปฐมพงษ์ และคณะ (2557) ที่ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมของปลานิลในระบบน้ำหมุนเวียน มีค่าเฉลี่ยของ pH จากการทดลอง ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วงที่เหมาะสม และสอดคล้องกับรายงานของ มั่นสิน และไพพรรณ (2544) กล่าวว่าค่า pH ในบ่อปลาไม่ควรเปลี่ยนแปลงเกิน 2 หน่วยในรอบวัน มีความสำคัญมากเนื่องจากเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของปลา pH ของน้ำนอกจากมีผลต่อสัตว์น้ำโดยตรงแล้วยังมีผลทางอ้อม เช่น ทำให้สารพิษชนิดอื่น มีการแตกตัวเพิ่มขึ้นหรือลดลง เช่น ค่า pH ที่สูงขึ้นจะทำให้ความเป็นพิษของแอมโมเนียเพิ่มมากขึ้น เป็นต้น และค่า pH ที่แบคทีเรียทำงานได้จะเกิดขึ้นในช่วง pH 4.0-9.5 และการเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันโดยสิ่งมีชีวิตอยู่ในช่วง pH 6.5-7.5 แต่จะดีสุดในช่วง pH เท่ากับ 7.2 หรือมากกว่า (มั่นสิน และไพพรรณ, 2544; Lawson, 1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 3** ความเป็นกรด-ด่างในน้ำที่เลี้ยงปลาหมอด้วยการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระยะเวลา 8 สัปดาห์

**2.ปริมาณแอมโมเนีย (Ammonia)**

ผลการทดลองพบว่าทั้ง 5 ทรีทเมนต์ ที่มีการวัดค่าแอมโมเนีย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25±0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยค่าปริมาณแอมโมเนียรวมของการทดลองมีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลาบู่ทรายระบบปิดของ ชลฤทัย และคณะ (2554) กล่าวว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของแอมโมเนียในถังเลี้ยงปลาบู่ทรายนี้ทุกชุดการทดลองอยู่ในระดับต่ำกว่า 0.30 mg/l ซึ่งจะไม่เป็นอันตรายต่อปลา โดยจากรายงานของ Leclercq and Hopkins (1985) ที่ศึกษาระบบการเลี้ยงปลานิลแบบหมุนเวียนน้ำ พบว่าค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียจะอยู่ในช่วง 0.6-0.7 mg/l ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าระดับที่เป็นอันตรายถึงตาย (48 ชั่วโมง- $LC_{50}$) เท่ากับ 2.4 mg/l โดยค่านี้เป็นค่าที่ได้จากรายงานของ Redner and Stickney (1979) ที่กล่าวไว้ในปลา *Oreochromis aureus*

**3. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(Dissolved Oxygen)**

ผลการทดลองพบว่าทั้ง 5 ทรีทเมนต์ ที่มีการวัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.32±0.26 มิลลิกรัมต่อลิตร ทรีทเมนต์ที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 5.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 5.12 มิลลิกรัมต่อลิตร ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 5.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 5.20 มิลลิกรัมต่อลิตร และทรีทเมนต์สุดท้ายมีค่าเฉลี่ย 5.37 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรายงานการวิจัยศักยภาพการหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์สำหรับการเพาะเลี้ยงปลาดุกลูกผสม ค่าเฉลี่ยของ DO ในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมแบบ CAS และระบบ RAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีค่าเท่ากับ 4.56 และ 4.14 mg/L ตามลำดับ พบว่าผลค่า DO ดังกล่าวมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (DO > 5 mg/L; Meade,1989) เมื่อเปรียบเทียบค่า DO ของระบบ CAS และ RAS จะเห็นได้ว่าค่า DO ของระบบ RAS และ CAS มีค่า ใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกัน ค่า DO มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของปลาเป็นอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (Stickney, 1993) กล่าวว่าค่า DO ควรมีค่าอย่างน้อย 5 mg/l ปลาจึงจะมีชีวิตอยู่ได้เป็นปกติ และจากผลการศึกษาของ Swann (1997) กล่าวว่าถ้าออกซิเจนในน้ำมีค่าน้อยกว่า 2 mg/L จะมีผลทำให้ปลาเสียชีวิตได้ ปลาแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการทนออกซิเจนต่ำไม่เท่ากัน บางชนิดอาจมีชีวิตอยู่ในน้ำที่มี DO อยู่ 0.5 mg/l ได้หลายชั่วโมง แต่ปลาหลายชนิดทน DO ต่ำได้เพียง 3 mg/L

**ภาพที่ 4** ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในน้ำที่เลี้ยงปลาหมอด้วยการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระยะเวลา 8 สัปดาห์

**4.ความเป็นด่าง (Alkalinity)**

ผลการทดลองพบว่าทั้ง 5 ทรีทเมนต์ ที่มีการวัดค่าความเป็นด่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.98±0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ทรีทเมนต์ที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 18.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 17.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 17.98 มิลลิกรัมต่อลิตร ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 18.10 มิลลิกรัมต่อลิตร และทรีทเมนต์สุดท้ายมีค่าเฉลี่ย 17.98 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยค่าความเป็นด่างรวมของการทดลอง พบว่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการรายงานของ สุชาวดี (2563) ที่ศึกษาโครงการพัฒนาศักยภาพกระบวนการผลิตและแปรรูปสัตว์น้ำ พบว่าน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาควรมีค่าความเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด่างระหว่าง 100 – 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และไม่สอดคล้องกับการรายงานของ สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2553) พบระดับค่าความเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำควรมีค่า 100-120 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาในกระชังเช่นกัน แต่โดยทั่วไปแหล่งน้ำไหลจะมีค่าความเป็นด่างค่อนข้างต่ำ

**ภาพที่ 5** ค่าความเป็นด่างในน้ำที่เลี้ยงปลาหมอด้วยการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระยะเวลา 8 สัปดาห์

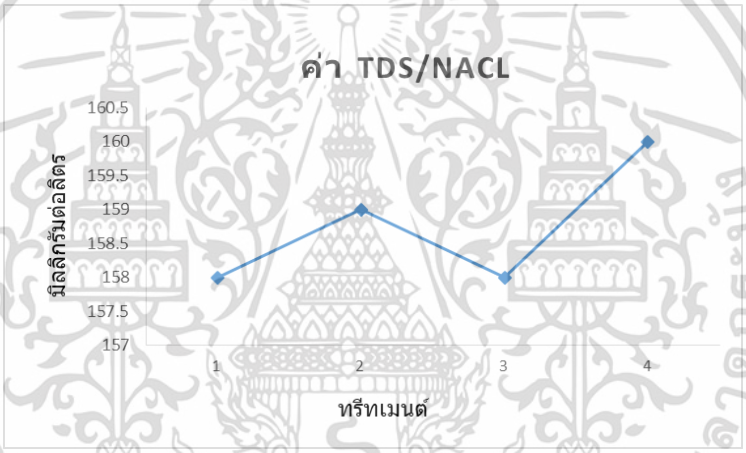
**5. ค่าความกระด้างของน้ำ (Hardness)**

ผลการทดลองพบว่าทั้ง 5 ทรีทเมนต์ ที่มีการวัดค่าความกระด้างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.00±0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทดลองพบว่าค่าความกระด้างของน้ำอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอ ซึ่งสอดคล้องกับบทความของ กรมประมง (มปป.) ที่กล่าวว่าค่าความกระด้างของน้ำเกิดจากปริมาณของเกลือแคลเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำทั้งหมดซึ่งปริมาณเกลือเหล่านี้มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ เป็นส่วนประกอบของกระดูก เปลือก กุ้ง ปูหอย และมีผลต่อการฟัก และการเจริญของตัวอ่อน เป็นต้น น้ำในบ่อปลานิลควรมีความกระด้างอยู่ที่ 15-300 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าในบ่อเลี้ยงปลามีค่าความกระด้างต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ปลาเจริญเติบโตช้า เครียด และตายได้ (กรมประมง, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**6. ค่า TDS/NaCl**

ผลการทดลองพบว่าทั้ง 5 ทรีทเมนต์ ที่มีการวัดค่าTDS/NaCl มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 160.67±3.90 มิลลิกรัมต่อลิตร ทรีทเมนต์ที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 158 มิลลิกรัมต่อลิตร ทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 159 มิลลิกรัมต่อลิตร ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 158 มิลลิกรัมต่อลิตร ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 160 มิลลิกรัมต่อลิตร และทรีทเมนต์สุดท้ายมีค่าเฉลี่ย 168.33 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการรายงานของ (การตรวจคุณภาพของน้ำ Total Dissolved Solids,2560) ได้รายงานว่า ค่า TDS ค่า TDS ไม่ควรเกิน 500 mg/L หรือ 500 ppm ซึ่งโดยส่วนใหญ่ในระบบน้ำจะมี 4 ค่า TDS เกิน 500 mg/L แต่หากค่า TDS เกิน 1000 mg/L จะเป็นน้ำที่ไม่เหมาะสำหรับเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพราะค่า TDS ที่สูงจะบ่งบอกถึงความเป็นไปได้ของสิ่งเจือปนที่อันตรายและต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติม

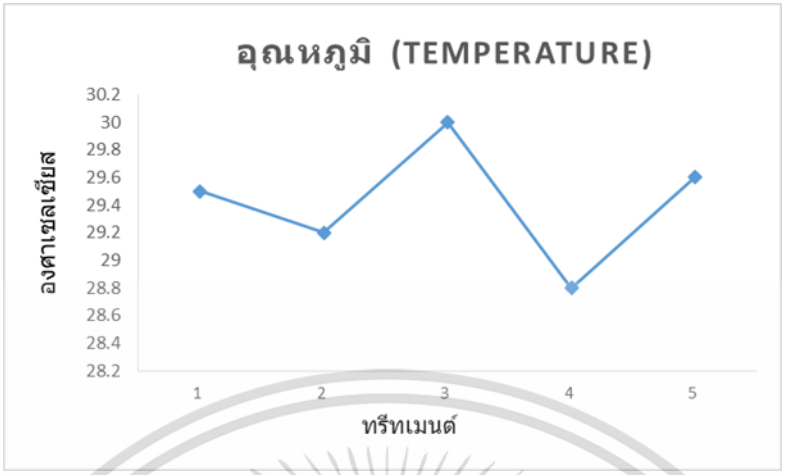



**ภาพที่ 6** ค่า TDS/NaCl ในน้ำที่เลี้ยงปลาหมอด้วยการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระยะเวลา 8 สัปดาห์

**7. อุณหภูมิ ((Temperature)**

ผลการทดลองพบว่าทั้ง 5 ทรีทเมนต์ ที่มีการวัดค่าอุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.42±0.40 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าในช่วงการทดลองพบว่าทรีทเมนต์ที่ 1มีค่าเฉลี่ย 29.5 องศาเซลเซียส ทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 29.2 องศาเซลเซียส ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 28.8 องศาเซลเซียส และทรีทเมนต์สุดท้ายมีค่าเฉลี่ย 29.6 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 7** อุณหภูมิในน้ำที่เลี้ยงปลาหมอด้วยการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระยะเวลา 8 สัปดาห์

คุณภาพน้ำทั้ง 5 ทรีทเมนต์ โดยรวมของการทดลองมีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

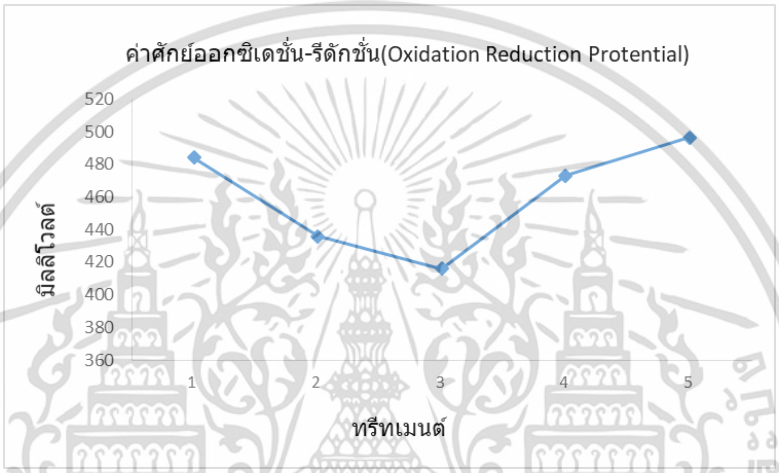
ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองการศึกษาคุณภาพน้ำทางการขนส่งปลาทองของ สุปาณี และคณะ (2560) กล่าว่าค่าอุณหภูมิ ที่วัดได้หลังการขนส่งพบว่าเวลาที่ 22, 26 และ 30 ชั่วโมง มีค่าความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้ง 3 เวลาการขนส่งไม่ส่งผลที่เป็นอันตรายต่อปลา แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาจะอยู่ที่ 25-32 องสาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นการเผาผลาญอาหารของปลาจะเพิ่มขึ้น นั้นคือ การหายใจ การกินอาหาร การย่อยอาหาร และการขับถ่าย อุณหภูมิของน้ำที่สูงหรือต่ำเกินไปทำให้สัตว์น้ำต้องใช้พลังงานในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม การเผาผลาญอาหารของปลาลดลง เมื่ออุณหภูมิต่ำลงการทำงานของเอมไซม์ในระบบย่อยอาหารลดลง (พัชลาวลัย, 2557) และสอดคล้องกับการรายงานของ สุภาพร (2538) กล่าวว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ควรอยู่ระหว่าง 23-32 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิน้ำต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสมนี้จะส่งผลให้ปลากินอาหารลดน้อยลง ควรลดปริมาณน้ำในถังเลี้ยงและปริมาณอาหารที่ให้ปลาลง (ไมตรี,2530)

**8. ค่าศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชัน (Oxidation Reduction Potential)**

ผลการทดลองพบว่าทั้ง 5 ทรีทเมนต์ ที่มีการวัดค่าศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 461.07±30.24 มิลลิโวลต์ ทรีทเมนต์ที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 484 มิลลิโวลต์ ทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 436 มิลลิโวลต์ทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 416 มิลลิโวลต์ ทรีทเมนต์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 473 มิลลิโวลต์ และทรีทเมนต์สุดท้ายมีค่าเฉลี่ย 496.33 มิลลิโวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพน้ำทั้ง 5 ทรีทเมนต์ โดยรวมของการทดลองเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน พบว่าอยู่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การวัดค่า ORP ที่ได้จากการทดลองนี้มีค่าไม่สอดคล้องกับรายงานของ พรรณนภา และคณะ (2555) กล่าวว่าช่วงของค่า ORP ที่ 0-300 มิลลิโวลต์ เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเกิดกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน แปลว่ายังคงอยู่ในช่วงเหมาะสมสำหรับระบบกรองในระบบน้ำหมุนเวียนประกอบอุปกรณ์กำจัดไนเตรทของการทดลอง




**ภาพที่ 8** ค่าศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชันในน้ำที่เลี้ยงปลาหมอด้วยการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระยะเวลา 8 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่** 2 ค่าคุณภาพน้ำของปลาหมอด้วยการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารปลาหมอในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระยะเวลา 8 สัปดาห์

| ค่าคุณภาพน้ำที่ได้วัด | ทรีทเมนต์ที่วัด | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | ค่าเฉลี่ยรวม |
| ความเป็นกรด-ด่าง pH$^{ns}$ | 8.51 | 8.20 | 7.93 | 7.88 | 8.31 | 8.17±0.24 |
| แอมโมเนีย(mg/l)$^{ns}$ | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25±0.00 |
| ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ,DO (mg/l)$^{ns}$ | 5.10 | 5.12 | 5.80 | 5.20 | 5.37 | 5.32±0.26 |
| ความเป็นด่าง(mg/l)$^{ns}$ | 18.00 | 17.85 | 17.98 | 18.10 | 17.96 | 17.98±0.08 |
| ค่าความกระด้างของน้ำ(mg/l)$^{ns}$ | 25.00 | 25.00 | 25.00 | 25.00 | 25.00 | 25.00±0.00 |
| ค่า TDS/NaCl (mg/l)$^{ns}$ | 158.00 | 159.00 | 158.00 | 160.00 | 168.33 | 160.67±3.90 |
| อุณหภูมิ (°C)$^{ns}$ | 29.50 | 29.20 | 30.00 | 28.80 | 29.60 | 29.42±0.40 |
| ค่าศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชัน ORP (mV)$^{ns}$ | 484.00 | 436.00 | 416.00 | 473.00 | 496.33 | 461.07±30.24 |

**หมายเหตุ** 1. ORP คือ ค่าศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชัน ค่าที่วัดความเข้มข้นของอิเล็คตรอนในน้ำ

2. TDS/NaCl คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ

## สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเลี้ยงปลาหมอที่ใช้อาหารเสริมไบโอฟลอคในระดับที่ต่างกัน 0 (ชุดควบคุม), 2, 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์มีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาหมอในระบบการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ยกเว้น ค่าความเป็นด่าง เนื่องจากค่าความเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำควรมีค่าอยู่ระหว่าง 100-120 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชัน(ORP) เนื่องจากค่าศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชัน(ORP) ที่ 0-300 มิลลิโวลต์ เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังนั้นการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารไม่มีผลต่อคุณภาพน้ำในการเพาะลี้ยงปลาหมอ

## ข้อเสนอแนะ

ควรมีระยะเวลาการทดลองที่นานกว่าที่ผู้ทดลองได้ทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลของคุณภาพน้ำที่ชัดเจนขึ้น และควรมีการศึกษาการเลี้ยงปลาชนิดอื่น ร่วมกับการเสริมไบโอฟลอคในสูตรอาหารเพื่อเป็นการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในปลาชนิดอื่นที่เลี้ยงด้วยการเสริมไบโอฟลอค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมประมง. 2557. ปลานิล. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 32 หน้า

การตรวจคุณภาพของน้ำ Total Dissolved Solids. 2560. แหล่งข้อมูล: http://www. elec4thai.com/. เข้าถึงเมื่อ 19 พฤษภาคม 2564.

กำธร โพธิ์ทองคำ. 2514. **ชีววิทยาของปลาหมอไทย.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 10. แผนกทดลองและเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, กองบำรุงพันธุสัตว์น้ำ, กรมประมง. 24 หน้า.

กี ใจวงศ. 2552. **การเลี้ยงปลาหมอไทย**. เข้าถึงได้จาก: http://news.enterfarm.com/ สืบค้นเมื่อ 11 เมษายน 2564.

ชลฤทัย พิญเดช,ประจวบ ฉายบุ,เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน และฐปน ชื่นบาล. 2554. การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลาบู่ทรายระบบปิด. **วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง.** 5(2): 32-33.

เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์, ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมล และธนภัทร วรปัสสุ. 2556. **การเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยในกระชังร่วมกับปลาหมอเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความปลอดภัยด้านอาหาร.** เชียงใหม่: คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

นฤมล อัศวเกศมณี. มปป. การเลี้ยงปลาน้ำจืด. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. สงขลา.

นิรนาม 2554. การเลี้ยงปลาในกระชัง. สำนักบริการคอมพิวเตอร์. สืบค้นเมื่อวันที่ 11 เมษายน 2564. แหล่งข้อมูล: http://www.ku.ac.th/e-magazine/mar50/agri/fish.htm

ปฐมพงษ์ กาศสกุล,ประจวบ ฉายบุ และเกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2557. ความหนาแน่นที่เหมาะสมของการเพาะเลี้ยงปลานิลในระบบน้ำหมุนเวียนแบบอควาโปนิกส์. **วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง.** 8(1): 23-32.

ประเทือง เชาว์วันกลาง. 2536. **การเลี้ยงปลาน้ำจืด (ชกษ.3220)**. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ. หน้า 15-31.

พัชราวลัย ศรียะศักดิ์, นิวุฒิ หวังชัย, ชนกันต์ จิตมนัส, จงกล พรมยะ และหลุยส์ เลอเบล. 2557. ผลกระทบจากสภาพอากาศและฤดูกาลต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ. **วารสารวิจัย มข.** 19(5): 743 – 751.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และไพพรรณ พรประภา. 2544. **การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ**. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2530. **เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 75. สถาบันประมง 319 น้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดนครราชสีมา. 2552. **การเพาะเลี้ยงปลาหมอไทย.** เข้าถึงได้จาก http://www.fisheries.go.th/if- korat/. สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2562

สมเจตน์ ปัญจวาณิชย์. 2549. **ปลาเศรษฐกิจ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัทสำนักพิมพ์เกษตรสยามบุ๊คส์จำกัด, กรุงเทพฯ. หน้า 23-36.

สมพงษ ดุลยจินดาชบาพร. 2542. **การเพาะเลี้ยงปลาหมอไทย.** ภาควิชาประมง. คณะเกษตรศาสตร. มหาวิทยาลัยขอนแกน. 38 หนา.

สมโภชน์ อัคคะทวีวัฒน์. 2523. ครอบครัวปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าของไทย. **เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 5/2523**, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 201 หน้า.

สมโภชน อัคคะทวีวัฒน. 2521. **ลักษณะทางอนุกรมวิธานและชีวประวัติบางประการของปลาน้ำจืดที่สำคัญในประเทศไทย**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กองประมงน้ำจืด,กรมประมง. 78 หนา.

สมโภชน อัคคะทวีวัฒน. 2521. ลักษณะทางอนุกรมวิธานและชีวประวัติบางประการของปลาน้ำจืดที่สำคัญในประเทศไทย. **เอกสารวิชาการฉบับที่ 7**. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 78 หนา.

สันต์ นาตะสุวรรณ. 2548. **คู่มือปลาน้ำจืด**. โรงพิมพ์เทพพิทักษ์, กรุงเทพฯ. หน้า 293-296.

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. 2553. **คู่มือการเลี้ยงปลาในกระชังที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม.** กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 20 หน้า.

สิริพงษ์ วงศ์พรประทีป, ธรรมนูญ งานวิสุทธิพันธ์ และกรกฎ สันทัดการ. 2560. **การใช้ไบโอฟลอคอบแห้งในการผลิตอาหารปลานิล (Oreochromis niloticus).** บทความวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย: 231-237.

สุขาวดี จารุรัชต์ธำรง. 2563. **โครงการพัฒนาศักยภาพกระบวนการผลิตและแปรรูปสัตว์น้ำ.** ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดสตูล กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด กรมประมง. 56 หน้า.

สุจินต์ โรจนพิทักษ์. 2550. **การเลี้ยงปลาหมอ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ. หน้า 5-65.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุทธิชัย ปทุมล่องทอง. 2545. **การเลี้ยงปลาน้ำจืด**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์น้ำฝน จำกัด, กรุงเทพฯ. หน้า 173-185.

สุทธิพงศ หมาดหลู, สุวัจน ธัญรส และปรีดา ภูมี. 2556. ผลของอัตราส่วนคาร์บอนตอไนโตรเจนในการเลี้ยงก้งขาวร่วมกับปลานิลด้วยเทคโนโลยีไบโอฟลอค. **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย**. 5(1): 96-106.

สุปาณี ภู่สิน,ชัยมงคล แดงแย้ม และนคสิทธิ์ แสงมณี. 2560. **การศึกษาคุณภาพน้ำทางการขนส่งปลาทอง.** ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ (เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ). 45 หน้า.

สุภาพร สุกสีเหลือง. 2538. **การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ.** ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ. 291 หน้า

แสงอรุณ เนื่องสิทธิ์. มปป. **การเพาะเลี้ยงปลาหมอไทย.** แหล่งข้อมูล: http:// www. fisheries.go.th. สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2562.

อนุสรา แก่นทอง. 2012. **ไบโอฟลอค (Biofloc) กับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตอน ไบโอฟลอคฮีโร่ของสัตว์น้ำ**. สืบหาได้โดย: http://www.nicaonline.com/ . เข้าถึงเมื่อ 19 เมษายน 2564

อานุภาพ วรรณคนาพล. 2556. **การค้นหาแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมในการผลิต Biofloc ในบ่อเลี้ยงปลานิลและปลาดุกบิ๊กอุย**. รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 27 หน้า.

Caldini,N.N.,Cavalcante, D. de H., Filho, P.R.N.R. and do Carmo e Sa, M.V.,2015, “Feedding Nile tilapia with artificial diets and dried bioflocs biomass”,Maringa, 37(10), 335-341.

De Schryver, P., Crab, Defoirdt, T., Boon, N. Verstraete, W., 2008, **“The basics of bio-flocs technology**: The added value for aquaculture, 277,125-137. from: http://www.fishbase.us/photos/. (Accessed 10 March 2021).

Lawson. T.B. 1995. **Fundamental of Aquacultural Engineering**. New York: Chapman and hall. (Accessed 10 March 2021).

Leclercq, D.I., and Hopkins, K., 1985. **Preliminary test of an aerated tank system for tilapia culture**. Aquacult. Eng. 4, 229–304.

Meade, J. W. (1989). **Aquaculture management**. New York: Van Nostrand Reinhold.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Piyapong Chotipuntu and Piyathap Avakul. 2010. Aquaculture Potential of Climbing Perch, Anabas Testudineus, in Brackish Water. **Walailak J Sci & Tech** 7(1): 15-2**.**

Redner, R., and Stickney, R.R., 1979. **Acclimation to ammonia by Tilapia aurea**. Trans. Am. Fish. Soc. 108, pp. 383–388.

Roselien C., Tom D., Peter B. and Willy V., 2012. **Biofloc technology in aquaculture : Beneficial effect and future challenges**. Aquaculture (356-357), 351-356.

Sahat Ratmuangkhwang. 2012. **Anabas testudineus** [Online] Available

Smith, H.M. 1945. **The Freshwater Fish of Slim, or Thailand**. United States Government Printing Office. Washington D.C. 622 pp.

Stickney, R. R. (1993). **Culture of nonsalmonid freshwater fishes. (2nd ed.).** Florida : CRC Press.

Swann, L. (1997). A Fish Farmer's Guide to understanding water quality. **Water quality**. [Online] Available from: http://aquanic.org/publicat/state/il-in/il-in.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

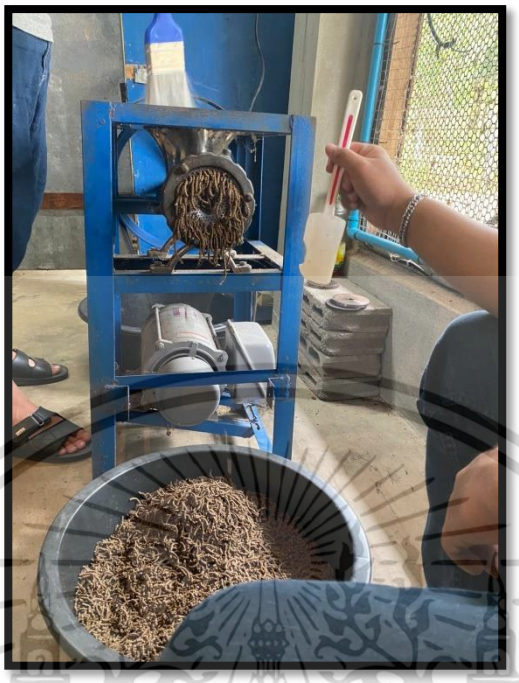
# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

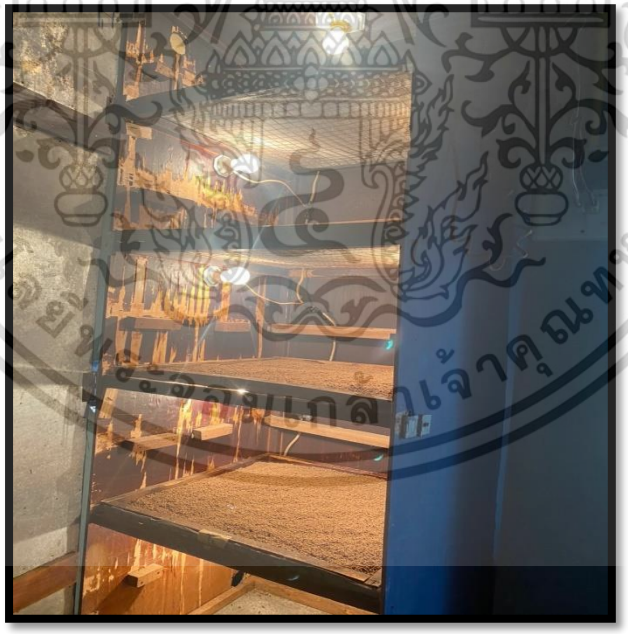
ภาพผนวกที่1 เตรียมวัตถุดิบเพื่อผสมไบโอฟรอคในสูตรอาหาร

ภาพผนวกที่2 การผสมไบโอฟรอคในสูตรอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่3 นำอาหารที่ผสมแล้วมาเข้าเครื่องอัดอาหารเม็ดจม



ภาพผนวกที่4 นำอาหารที่อัดเม็ดแล้วมาอบแห้งประมาณ 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่5 มาทำการกลับอาหารทุกวันเพื่อให้อาหารแห้งเท่ากัน

ภาพผนวกที่6 เมื่อกลับอาหารเสร็จก็เอาอบไว้เหมือนเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่7 เมื่ออาหารแห้งเก็บใส่ถุงชั่งน้ำหนักเก็บไว้ในที่แห้ง

ภาพผนวกที่8 บรรจุอาหารที่แห้งสนิทใส่ถุงชั่งน้ำหนักเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติการศึกษา

**ชื่อ** นางสาวรพีพรรณ ศรีสุวรรณ

**วัน /เดือน/ ปี ที่เกิด** 3 มิถุนายน 2541

**สถานที่เกิด** โรงพยาบาลปทุมธานี ตำบลบางกรอก อำเภอเมืองปทุมธานี
จังหวัดปทุมธานี 12000

**ประวัติการศึกษา** โรงเรียนมาบอำมฤตวิทยา จังหวัดชุมพร
วท. บ. (วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้