

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ
เรื่อง



T099433

การเติบโตและคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลานิลในระบบปิด
ที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน
Evaluation of Water Quality and Growth Performance of
Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fry Cultured in
Closed Static Water System at Difference Stocking
Densities

โดย

นายชรินทร์ อัญโพธิ์ รหัส 40044274

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Department of Fisheries Science
Faculty of Agriculture Technology

ปพ.
๕๒๑๓๓
๒๕๔๔

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 99433
วัน,เดือน,ปี.....

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

King Mongkut's Institute of Technology
Chaokuntakarn Lardkrabang
Bangkok 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง การเจริญเติบโตและคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลานิลในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่าง
กัน

Evaluation of Water Quality Changes and Growth Performance of Nile
Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fry Cultured in Closed Static Water System
at Difference Stocking Densities

ชื่อนักศึกษา นายชรินทร์ อยู่โพธิ์

รหัส 40044274

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์จตุพร บัณทิต

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(อาจารย์จตุพร บัณทิต)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(อาจารย์นงนุช เลาหะวิสุทธิ์)

รักษาการหัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่...31...เดือน.....พ.ค.....พ.ศ.2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเจริญเติบโตและคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลานิลในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

Evaluation of Water Quality Changes and Growth Performance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fry Cultured in Closed Static Water System at Difference Stocking Densities

การเจริญเติบโตของปลานิล (Nile Tilapia) ในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกันคือระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดและคุณภาพน้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completery Randomized Desigh) ทำการทดลองเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีการเจริญเติบโตดีที่สุด มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 97.12 ± 1.13 กรัม รองลงมาได้แก่ที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 72.14 ± 1.19 กรัม และ 67.40 ± 1.16 กรัม ตามลำดับ อัตราการรอดพบว่าที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีอัตราการรอดสูงที่สุดคือ 88 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีอัตราการรอด 85 เปอร์เซ็นต์ และ 71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คุณภาพน้ำภายในระบบที่มีความแตกต่างกันทางสถิติได้แก่ ออกซิเจน ความนำไฟฟ้า แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ออร์โทฟอสเฟต ความเป็นด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ และปริมาณตะกอนก้นบ่อ ส่วนคุณภาพน้ำที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติได้แก่ อุณหภูมิ ไนโตรท-ไนโตรเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และอาจารย์ จตุพร บัณฑิต ซึ่งเป็นที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ ได้ให้คำแนะนำปรึกษาปัญหาต่างๆ ตลอดจนการ ทดลอง พร้อมทั้งแก้ไขปัญหาค้นคว้าจนปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จอย่างสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ พี่บุปผา จงพัฒน์, พี่นิพนธ์ จิตตำนาน, พี่สัญญา, พี่แสง และพี่มณฑา ซึ่งคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือด้านอุปกรณ์และอำนวยความสะดวกด้านสถานที่

ขอขอบคุณ ต่อศักดิ์ เชื้อวงศ์, กาญจนา ชัยมงคล และพัชรี อ้นทุ่งยั้ง ที่ช่วยวิเคราะห์หน้า และชั่ง วัดปลา

ขอขอบคุณ เอกศักดิ์ ดุลยพัชร, สุวิภา เจียวก๊ก, ภาวิณี เทพาสีทธิ, วนิดา สนเมือง, สีนินาฏ อินทรศร, มณีนรัตน์ รัตนวิชัย, รชนิมุข ปรีชาผล, กนกวรรณ กลิ่นเกษร, ปรีชญา สุทธฐาน และปารีดา เจาะดาแม ที่ช่วยชั่งวัดปลา

ขอขอบคุณ สัจเทพ สุขแก้ว และวิกานดา แก้วหลวง ที่ให้ยืมอุปกรณ์วิเคราะห์หน้า

ขอขอบคุณ ทนงค์ อินทรสมบัติ ที่เป็นเพื่อนที่ดีตลอดไป

สุดท้ายขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่นำมาซึ่งกำลังใจ กำลังกายและกำลังทรัพย์ตลอด ช่วงการศึกษาของข้าพเจ้า

ชรินทร์ อยู่โพธิ์

พฤษภาคม 2544

สารบัญ

| | หน้า |
|--------------------------------|------|
| สารบัญ | i |
| สารบัญตาราง | ii |
| สารบัญภาพ | iii |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| บทที่ 2 การตรวจเอกสาร | 2 |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ | 13 |
| บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล | 15 |
| บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ | 29 |
| เอกสารอ้างอิง | 30 |
| ภาคผนวก | 35 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.1 การเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 17 |
| 4.2 คุณสมบัติของน้ำที่เลี้ยงปลานิลภายในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน | 26 |
| | |
| ตารางผนวกที่ | หน้า |
| 1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว (กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน | 36 |
| 2 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 37 |
| 3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน | 38 |
| 4 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน | 39 |
| 5 ความนำไฟฟ้า (ms/cm) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน | 40 |
| 6 ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน | 41 |
| 7 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (กรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน | 42 |
| 8 ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ (กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน | 43 |
| 9 ปริมาณตะกอนก้นบ่อ (กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน | 44 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.1 แสดงน้ำหนักเฉลี่ย(กรัม) ของลูกปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 16 |
| 4.2 แสดงความยาวเฉลี่ย(เซนติเมตร) ของลูกปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 17 |
| 4.3 แสดงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 18 |
| 4.4 อุณหภูมิเฉลี่ย(องศาเซลเซียส) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 20 |
| 4.5 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(มิลลิกรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 20 |
| 4.6 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของปลานิลที่เลี้ยงไปในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 22 |
| 4.7 ความนำไฟฟ้า (ms/cm) ของปลานิลที่เลี้ยงไปในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 22 |
| 4.8 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 24 |
| 4.9 ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 24 |
| 4.10 ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 25 |
| 4.11 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (กรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 25 |
| 4.12 ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ (กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 27 |
| 4.13 ปริมาณตะกอนก้นบ่อ (กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน | 27 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

ในปัจจุบันพบว่า การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้มีการพัฒนาระบบการเลี้ยงไปสู่ระบบการเลี้ยงเชิงพานิชย์ ทำให้มีความต้องการเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้นในขณะที่พื้นที่ในการเลี้ยงมีขนาดเท่าเดิม โดยทำการปล่อยปลาที่ระดับความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น น้ำทิ้งซึ่งมีปริมาณของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เป็นจำนวนมาก ส่งผลทำให้เกิดปัญหาสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม แนวทางที่เป็นไปได้คือปรับเปลี่ยนระบบการเลี้ยงจากระบบเปิด (Open System) ซึ่งมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมาสู่ระบบปิด (Close System) ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ และเป็นการป้องกันเชื้อโรคกับเชื้อที่จะแพร่เข้ามากับน้ำที่นำมาเปลี่ยนถ่าย แต่อย่างไรก็ตามการเลี้ยงในระบบปิดนี้จะมีการสะสมของของเสียอยู่ภายในระบบเป็นจำนวนมาก ทำให้คุณสมบัติของน้ำที่ใช้เลี้ยงไม่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังนั้นต้องมีการศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอด และคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่นต่างๆ เพื่อพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้ก้าวเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมในอนาคต

1.1 วัตถุประสงค์

- 1.1.1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเติบโต และอัตราการรอดของปลานิล ที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นที่ต่างกัน
- 1.1.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำ ที่ใช้เลี้ยงปลานิลในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นที่ต่างกัน
- 1.1.3 เพื่อหาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลานิลในระบบปิด

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบปิด

ในปัจจุบันธุรกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้มีการพัฒนาและก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เกษตรกรส่วนใหญ่ต่างพยายามคิดค้นหาเทคนิค วิธีการที่เหมาะสมและทันสมัยมาประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงโดยมีเป้าหมายหลักเพื่อต้องการเพิ่มผลผลิตให้ได้ในปริมาณมากที่สุด แนวทางหนึ่งที่ได้มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายนั้นคือการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเพาะเลี้ยงจากแบบกึ่งพัฒนา (semi-intensive system) มาเป็นการเพาะเลี้ยงแบบพัฒนา (intensive system) ซึ่งต้องใช้วิธีการที่ทันสมัย ใช้ความรู้ตามหลักวิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตลอดจนการบริหารจัดการด้านต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานซึ่งการเลี้ยงแบบพัฒนาในยุคแรกๆ เป็นการเลี้ยงในระบบเปิด (Opened system) ทั้งนี้เพราะจะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำบ่อย 2-3 วันต่อครั้ง ทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วเกษตรกรจึงจำเป็นต้องมีการปรับวิธีการเลี้ยงใหม่เข้าสู่ระบบปิด (Closed system)

ระบบปิด คือ ระบบที่ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำออกตลอดระยะเวลาการเลี้ยง หรือ มีการเปลี่ยนถ่ายออกบ้างแต่ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดแล้วมีการหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่ (ทิพากร, 2539) โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อไม่ต้องการนำน้ำจากภายนอกเข้าสู่บ่อเลี้ยงเพื่อการป้องกันโรคและเป็นการง่ายต่อการควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงอยู่ตลอดเวลา

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาการเลี้ยงระบบปิดมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหลากหลายชนิดและเพื่อให้ได้ผลดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้มีการนำปลาที่กินซากเน่าเปื่อย กินตะกอน และกินได้ทั้งพืชและสัตว์ (Omnivores) มาเลี้ยงรวมในระบบเพื่อให้กินของเสียประเภท solid waste (ทิพากร, 2539) นอกจากนี้ยังมีการใช้พืชที่มีคุณสมบัติในการดูดซับสารอาหารต่างๆ ที่ละลายในน้ำไปใช้ในการเจริญเติบโตมาเลี้ยงร่วมด้วยมีรายงาน ดังนี้

นิรนาม (2537) กล่าวว่า ปลาบึกเป็นปลาขนาดใหญ่มักจะมีขี้ถ่ายของเสียออกมาในปริมาณมากเป็นเหตุให้เกิดการเน่าเสียในบ่อได้ จึงเสนอว่า ควรมีการปล่อยลูกปลานิลแปลงเพศ เพื่อให้กินของเสียและซากเศษที่เน่าเปื่อย คุณภาพน้ำในบ่อจะดีขึ้นได้ จึงสามารถเลี้ยงปลาบึกที่ความหนาแน่นสูงเพิ่มขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อึ้ง (2528) กล่าวว่า การเลี้ยงปลาตู้ก้านในระบบหมุนเวียน จะสามารถปล่อยลูกปลาเลี้ยงได้ที่มีความหนาแน่นสูงถึง 300 ตัวต่อตารางเมตร ซึ่งสูงกว่าที่ กรรณิการ์ (2538) แนะนำให้เลี้ยงคือที่ความหนาแน่น 200 ตัวต่อตารางเมตร

อนันต์และคณะ (2540) พบว่าการอนุบาลลูกกึ่งกุลาดำระยะนอเพื่อยจนถึงระยะโพสลาวาในระบบปิด ลูกกึ่งมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงถึง 82 เปอร์เซ็นต์

ปลานิล

ปลานิล เป็นปลาน้ำจืดที่จัดอยู่ใน

Phylum Vertebrata
 Class Osteichthyes
 Order Perciformes
 Family Cichlidae
 Genus Oreochromis
 Species niloticus
 (มานพ, 2536)

ปลานิลเป็นปลาที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกา รูปร่างของปลานิลคล้ายปลานมอเทศ คือมีริมฝีปากบนและล่างเสมอกัน ลำตัวมีสีเขียวปนน้ำตาลและมีลายพาดขวาง 9-10 แถบ ครีบกันครีบหลังและครีบหางมีจุดสีขาวและเส้นสีดำตัดขวาง

อาหารและนิสัยการกินอาหาร ปลานิลเป็นปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ (omniveres) เช่น สาหร่ายแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช ได้แก่ *Euglena* sp. *Phacus* sp. *Closterium* sp. *Oscillatoria* sp. และ Diatom แพลงก์ตอนสัตว์ ได้แก่ ไรแดง *Daphia* *Cyclop* และ *Nauplius* นอกจากนี้ปลานิลยังกินตะไคร่น้ำ และของเสียที่เน่าเปื่อยต่างๆ เป็นอาหารอีกด้วย (มานพ, 2536) ปลานิลยังเป็นปลาที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ดี จากลักษณะที่กินอาหารได้แทบทุกชนิดและมีความทนทานสูงนี้เอง เกษตรกรจึงเล็งเห็นความสำคัญในการนำปลานิลมาใช้เป็นตัวบำบัดทางชีวภาพในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ(Temperature)

อุณหภูมิของน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น กิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิต เช่นการหายใจ, การเดินของหัวใจ, การกินและการย่อยอาหารก็สูงขึ้น กล่าวคืออัตราของขบวนการเมตาโบลิซึม (metabolic rate) ของสิ่งมีชีวิตจะเพิ่มขึ้นเป็น 2-3 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส และลดลงในทำนองเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติจะเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ไม่ควรเกิน 3 องศาเซลเซียส (ภานูและคณะ, 2539) จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำ โดยเฉพาะปลาเป็นสัตว์เลือดเย็น (poikilotherms) ไม่สามารถรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่เหมือนสัตว์เลือดอุ่น (homeotherms) โดยปกติอุณหภูมิภายในตัวปลาจะแตกต่างจากอุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 0.15 – 1.00 องศาเซลเซียส ไนตรีและจารุวรรณ (2528) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็วทำให้เกิดอันตรายโดยตรงต่อสัตว์น้ำได้ เช่นทำให้ระบบการควบคุมขั้บถ่ายน้ำและของเสียในร่างกาย (osmoregulatory system) ผิดปกติไป ส่งผลให้ร่างกายอ่อนแอและตายได้ สอดคล้องกับ กรรณิการ์ (2538) ซึ่งกล่าวว่า อุณหภูมิที่ทำให้ปลาช็อคและตายได้ต้องมีการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันต่างกัน 5 องศาเซลเซียส Dickerson และVinyard (1999a) กล่าวว่า ผลของอุณหภูมิที่จะทำให้ปลา Lahontan Cutthroat Trout (*Oncorhynchus clarki*) ตายทั้งหมด คือที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ภายใน 7 วัน, ที่อุณหภูมิ 24 – 26 องศาเซลเซียส ปลาสามารถทนได้แต่ไม่มีการเจริญเติบโต สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 13 – 20 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับการศึกษาถึงผลของอุณหภูมิและความเค็มต่อขนาด และความสมบูรณ์ของเพศเมียใน Blue Carbs พบว่าที่ความเค็มเท่ากันความสมบูรณ์เพศ 50 เปอร์เซนต์ · ความกว้างของ carapace จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (Fisher, 1999) ในขณะเดียวกันนิเวศน์และเจนจิตต์ (2535) พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิที่อนุบาลลูกปลากะพงขาวให้สูงขึ้น ทำให้ลูกปลากินอาหารได้มากขึ้นการเจริญเติบโตเป็นไปอย่างรวดเร็วและแข็งแรง นอกจากนี้ทิพากร (2539) กล่าวว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการฟักและการเจริญเติบโตของปลากะพงขาวอยู่ในช่วง 27 – 30 องศาเซลเซียสสำหรับการเลี้ยงปลาดุกบักอูย อุณหภูมิที่เหมาะสมคือช่วง 28 – 30 องศาเซลเซียส การศึกษาของสุรศักดิ์ (2541) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลาโรซีบาร์บ อยู่ในช่วง 22 – 28 องศาเซลเซียส การศึกษาถึงกิจกรรมการย่อยสลายของพวกจุลินทรีย์ พุทธและดุสิต (2534) พบว่า การย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดขึ้นได้ดีเมื่ออุณหภูมิอยู่ในช่วง 5 – 35 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจะเพิ่มเป็นเท่าตัวเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส (สถาพร, 2542) ทั้งนี้ต้องมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอย่างเพียงพอ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen)

ออกซิเจนนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่สุดในการดำรงชีวิต เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในขบวนการต่างๆ ภายในร่างกายเพื่อการเจริญเติบโต สิริ (2528) กล่าวว่าความสามารถในการละลายของออกซิเจนนั้นขึ้นกับอุณหภูมิของน้ำ ความกดอากาศ และปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ในน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมต่อสัตว์น้ำในประเทศไทย อ้างโดยภาณุและคณะ (2539) รายงานว่าระดับที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งและปลาคาร์พมีค่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าออกซิเจนอยู่ในช่วง 1.0 – 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างต่อเนื่องทำให้การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลาลดลง และถ้าออกซิเจนมีค่าน้อยกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ปลาจะตาย (Boyd, 1982) จากการศึกษาของ ภาณุและคณะ (2539) กล่าวว่าน้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพดีมีออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำ 5.0–7.0 มิลลิกรัมต่อลิตร Jarbone (1995) กล่าวว่าการบริโภคออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเฉลี่ยของลูกปลาน้ำจืด *Channa catfish (Ictalurus punctatus)* ที่ให้อาหารเป็นเวลา 8 ชั่วโมงมีค่าอยู่ระหว่าง 148.7–326.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และที่ 16 ชั่วโมงมีค่าระหว่าง 295.8–462.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ จะมีค่าน้อยที่สุดในตอนเช้ามืด เนื่องจากในเวลากลางคืนบริเวณแหล่งน้ำจะมีการใช้ออกซิเจนในการหายใจ การศึกษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อปลาดุกเวลา 07.00 นาฬิกา มีค่าอยู่ระหว่าง 0.0–3.2 มิลลิกรัมต่อลิตร (Vijai, 1981 อ้างโดย สุชาติและคณะ, 2543) หากปรากฏว่ามีพืชน้ำหรือแพลงก์ตอนพืชมากเกินไปจะเกิดการทดแทนออกซิเจนในตอนเช้า คือปลาจะมีอาการ “ปลาลอยหัว” เพื่อขึ้นมาหายใจจากน้ำบริเวณผิวน้ำ ซึ่งสภาวะขาดแคลนออกซิเจนถ้าเกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ ทำให้สัตว์น้ำไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ และยังคงกล่าวอีกว่า ในช่วงเวลาที่ออกซิเจนละลายน้ำลดลง ปริมาณแอมโมเนียและฟอสฟอรัสจะมีความเข้มข้นสูงขึ้น ทำให้สัตว์น้ำเครียดมากขึ้นปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากอัตราการสังเคราะห์แสงเกิดได้น้อย และออกซิเจนจำนวนมากถูกใช้ไปในปฏิกิริยาการย่อยสลายเศษซากสิ่งมีชีวิตตลอดจนการหายใจของสิ่งมีชีวิต จากการศึกษาของพุทธและดุสิต (2534) พบว่าปริมาณออกซิเจนระดับพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีผลทำให้ปลากินอาหารลดลง การเจริญเติบโตลดต่ำลงด้วยโดยทั่วไประดับออกซิเจนต่ำสุดที่ทำให้ปลาทายอยู่ในช่วง 0.1-2.4 พีพีเอ็ม ดังนั้นการควบคุมไม่ให้ปลาได้รับอันตรายจึงไม่ควรให้ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำกว่า 3.0 พีพีเอ็ม

ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ เป็นการวัดปริมาณของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในน้ำซึ่งเป็นเครื่องแสดงให้ทราบว่า น้ำนั้นเป็นกรดหรือเป็นด่าง (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528) ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำระดับความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 6.5-9.0 ช่วงความเป็นกรดเป็นด่าง 4.0-6.5 สัตว์น้ำสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่จะหยุดการเจริญเติบโต และการขยายพันธุ์ ในช่วงความเป็นกรดเป็นด่าง 9.0-11.0 สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่ถ้าอยู่ต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน อาจได้รับอันตรายถึงตายได้และความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 4.0 หรือสูงกว่า 11.0 สัตว์น้ำจะตาย ค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ทำให้ปลาชอน, ปลาดุกด้านและปลาตะเพียนขาวตาย 50 เปอร์เซ็นต์ในเวลา 96 ชั่วโมง มีค่ามากกว่า 9.9 โดยที่ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 9.2-10.2 ปลาตะเพียนขาวจะมีอาการตกเลือด เมื่อความเป็นกรดเป็นด่างมีค่า 10.0 ปลาจะมีอาการเคลื่อนไหวและตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง นอกจากนี้ปลาชอนจะมีอาการเคลื่อนไหวช้าลงมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างตั้งแต่ 9.0 ขึ้นไป เมื่อความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มถึงระดับ 10.2-10.5 ปลาชอนจะมีอาการตกเลือดบริเวณตัวและครีบ เมื่อกและเกล็ดจะหลุด (สุธรรมและคณะ, 2524) ซึ่งทัศนีย์ (2524) รายงานว่าปลานิลเจริญเติบโตได้ดีในช่วงความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 6.5-8.5 มีอัตราการตายเฉลี่ยร้อยละ 10 ที่ความเป็นกรดเป็นด่าง 5.5-6.5 อัตราการตายเป็นร้อยละ 70 มีความเป็นกรดเป็นด่าง 4.5-5.5 และตายทั้งหมดที่ความเป็นกรดเป็นด่าง 3.5-4.5 Lovshin (1978) กล่าวว่า ปลานิลอยู่ได้ดีที่ความเป็นกรดเป็นด่าง 5.0-6.0 ที่ระดับต่ำกว่านี้ปลาจะป่วย เชื่องซึม และเจริญเติบโตได้ไม่ดี ประจักษ์ (2542) กล่าวว่า ความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำควรอยู่ระหว่าง 7.5-8.5 โดยที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่กุ้งกุลาดำเติบโตได้ดีที่สุดอยู่ระหว่าง 8.0-8.5 ลูกกุ้งกุลาดำระยะโพลลวาวอายุ 3-5 วัน จะรอดตายระหว่างความเป็นกรดเป็นด่าง 6.20-8.49 และที่ความเป็นกรดเป็นด่าง 0.12, 3.26 และ 9.70 ลูกกุ้งจะเริ่มตายทันทีหลังจากปล่อยไปแล้วครึ่งชั่วโมง และตายหมดภายในเวลา 4 ชั่วโมง (สิริและบุญชู, 2526) จากการศึกษาของภาสกรและงุณย (2538) พบว่าที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 5.60-6.12 จะเป็นระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อลูกปลากะพงขาวขนาด 3-5 นิ้ว ความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลี้ยงปลาโรซีบาร์มีค่า 7.0-7.2 (สุรศักดิ์, 2541) จากการรายงานของจากรวรรณและคณะ (2538) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของแหล่งน้ำหนองหารที่วัดได้อยู่ในช่วง 6.00-7.05 นอกจากนี้ภาณุและคณะ (2539) กล่าวว่า แหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดเป็นด่างเกินกว่า 2 หน่วยในรอบวัน

ความนำไฟฟ้า (Conductivity)

ความนำไฟฟ้าของน้ำ หมายถึง ความสามารถของน้ำในการเป็นสื่อนำกระแสไฟฟ้า ตัวการที่เป็นสื่อในการนำกระแสไฟฟ้าในน้ำ คือ อีออน (ion) ของสารประกอบอนินทรีย์ เช่น กรดอนินทรีย์ ต่างและเกลือ (สุภาพร, 2538) ดังนั้น ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจะมีปริมาณมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณความหนาแน่นของสารประกอบอนินทรีย์ ซึ่งสารที่สำคัญ ได้แก่ คลอไรด์ (Cl), คาร์บอเนต (CO_3^{2-}), ซัลเฟต (SO_4^{2-}), ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) และไนเตรท (NO_3^-) การเปลี่ยนแปลงค่าความนำไฟฟ้าในน้ำ จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ หากอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศาเซลเซียส จะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเปลี่ยนไปจากเดิม 2 เปอร์เซ็นต์ และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ไมตรีและจากรวรรณ (2528) กล่าวว่า หากในน้ำที่มีกรดแก่ (pH<5) และเบสแก่ (pH>9) จะทำให้ค่าความนำไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia-nitrogen)

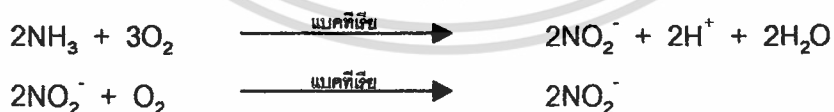
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่เกิดขึ้นจากขบวนการเมตาโบลิซึมและของเสียที่ถูกขับถ่ายออกมาจากการกินอาหารพวกโปรตีน ออกมาในรูปของแอมโมเนียลงสู่แหล่งน้ำ การศึกษาการขับถ่ายแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของสัตว์น้ำชนิดต่างๆ มีรายงานของ Wagner และคณะ (1996) กล่าวว่า การขับถ่ายแอมโมเนียของปลา Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) มีความเข้มข้นต่ำที่สุดก่อนการให้อาหารมื้อแรกในรอบวัน ในขณะที่ Cai และคณะ (1996) พบว่าอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียสามารถใช้บ่งชี้ถึงความเพียงพอของระดับโปรตีนที่ประกอบในสูตรอาหารเลี้ยงปลา ผลผลิตแอมโมเนีย-ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Ammonia-Nitrogen) ของลูกปลานิว Channel catfish (*Ictalurus punctatus*) ที่ทำการวัดในแต่ละชั่วโมงภายในเวลา 8 ชั่วโมง มีอัตราเฉลี่ยอยู่ในช่วง 10.1-64.4 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัม และภายในเวลา 16 ชั่วโมง อัตราเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.9-105.4 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัม (Jarboe,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจน ดังเช่นการศึกษาของ สุจิตรา (2539) พบว่าแอมโมเนียที่ปริมาณ 6.59 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ปลาตะเพียนขาวตายร้อยละ 50 ในเวลา 96 ชั่วโมง ในลักษณะเช่นเดียวกับปลา *Puntius sophore* ที่สัมผัสยูเรียเป็นเวลา 30 วัน จะมีการขับเมือกมากขึ้น จำนวนเม็ดเลือดแดง erythrocyte และ haemoglobin ลดลงและตายในที่สุด นิรนาม (2542 ข.) รายงานว่าระดับแอมโมเนีย ($\text{NH}_3\text{-N}$) 0.10 พีพีเอ็มมีผลลดการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกราม และในปี 1970 ทำการศึกษาในกุ้ง *Peneaus japonicus* พบว่าความเข้มข้นสูงสุดในรูปแอมโมเนียที่เป็นพิษ ($\text{NH}_3\text{-N}$) 0.10 พีพีเอ็ม ทำให้การเจริญเติบโตของกุ้งลดลง ปริมาณของดิน-ไฮดรอกไซด์แอมโมเนียที่ทำให้กุ้งกลาดำวายรุ่นตาย 50 เปอร์เซ็นต์ในเวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 0.77 มิลลิกรัมต่อลิตร (Chen และ Lei, 1990) นอกจากนี้ Allan และ Naguire (1995) รายงานว่า ที่ปริมาณ 31.5-32.6 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้กุ้ง *Metapenaeus macleayi* ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลา 96 ชั่วโมงสำหรับการเลี้ยงกุ้ง ผลผลิตแอมโมเนีย-ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Ammonia-Nitrogen) ไม่ควรเกิน 3.0 พีพีเอ็ม ส่วนค่าแอมโมเนียที่เป็นพิษ (un-ionized Ammonia) ไม่ควรเกิน 0.1 พีพีเอ็ม ไนเตรตและจากรูวรรณ (2528) รายงานว่าระดับความเข้มข้นของอิน-ไฮดรอกไซด์แอมโมเนียที่ไม่เป็นอันตรายต่อปลาไม่ควรเกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งโดยทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีแอมโมเนีย-ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Ammonia-nitrogen) 0.01-0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-nitrogen)

ไนไตรท์-ไนโตรเจน เน้นปฏิกริยาระหว่างกลางที่เกิดขึ้นระหว่างแอมโมเนียกับไนเตรทแบบที่เรียกว่าเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์และเปลี่ยนไนไตรท์เป็นไนเตรท ดังสมการ



ไนไตรท์โดยปกติจะมีพิษต่อสัตว์น้ำเช่นเดียวกับแอมโมเนีย (ไนเตรตและจากรูวรรณ, 2528) ในแหล่งน้ำธรรมชาติปริมาณไนไตรท์จะมีน้อยมากประมาณ 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร (ศิริ, 2528) เว้นแต่ในบ่อที่มีการเลี้ยงกันหนาแน่นและมีการให้อาหารโปรตีนสูง (ไนเตรตและจากรูวรรณ, 2528) ความเป็นพิษของไนไตรท์-ไนโตรเจนที่มีต่อสัตว์น้ำจะอยู่ในรูปที่ไม่ลดสภาพน้ำ (สุชาติและคณะ, 2534) และในรูปโมเลกุลไม่มีขั้ว (HNO_2) โดยกลไกการซึมเข้าสู่เหงือกและผิวหนังเข้าสู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาสมาในตัวสัตว์น้ำ (สิริ, 2528) แล้วไปออกซิไดซ์ (oxidize) ฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดให้กลายเป็นเมธิโมโกลบิน (methemoglobin : Mhb) ซึ่งเป็นฮีโมโกลบินรูปที่ขาดประสิทธิภาพในการรับออกซิเจนทำให้สัตว์น้ำอ่อนแอและติดเชื้อง่าย ส่งผลให้โตช้าเนื่องจากกินอาหารลดลงและตายในที่สุด (ช่วยชูศรีและจากรวรรณ, 2525) จากการศึกษาของ สิริ (2537) รายงานว่า ปริมาณความเป็นพิษของไนไตรท์-ไนโตรเจน ต่อลูกปลากะพงขาว ในเวลา 24 ชั่วโมง มีค่า 928.84 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนการศึกษาของ Konikoff (1975) พบว่าพิษเฉียบพลันของไนไตรท์ที่มีผลต่อปลา Channel catfish ในเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ความเข้มข้นที่ทำให้ปลาตาย 50 เปอร์เซ็นต์ เป็น 33.8, 28.8, 27.3 และ 24.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ทำนองเดียวกัน ช่วยชูศรีและจากรวรรณ (2525) พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของไนไตรท์-ไนโตรเจน ที่ทำให้ปลาถูกด้านตาย 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 30.6230-41.3722 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน จะมีระดับความเป็นพิษเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออยู่ในภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำหรือขาดออกซิเจน ภาณุและคณะ (2539) กล่าวว่าโดยทั่วไปในแหล่งน้ำปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (Orthrophosphate)

ฟอสฟอรัสหรือฟอสเฟต เป็นธาตุที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสัตว์และพืช ซึ่งจะนำเอาไปใช้ในการเจริญเติบโตและการสร้างโปรโตพลาสซึม (protoplasm) (สุชาติและคณะ, 2534) โดยทั่วไปฟอสฟอรัสที่พบในแหล่งน้ำมีอยู่ 2 แบบ คือ

1. สารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต (organic phosphate) ได้แก่สารประกอบฟอสเฟตที่เกิดจากขบวนการทางชีวะ และที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำ
2. สารประกอบอนินทรีย์ฟอสเฟต (inorganic phosphate) แบ่งได้เป็น
 - 2.1 สารประกอบโพลีฟอสเฟต (polyphosphate)
 - 2.2 สารประกอบออร์โธฟอสเฟต (orthophosphate) ได้แก่สารประกอบพวก PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} และ $H_2PO_4^-$ ซึ่งละลายน้ำได้ดี แพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายจะเอาไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต (ยุพา, 2532) ทำให้ปริมาณฟอสเฟตในน้ำลดลงได้ นฤมล (2541) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการลดปริมาณไนโตรเจนและสารประกอบฟอสเฟตของสาหร่ายพวงองุ่นและสาหร่ายเกลียวทอง พบว่า สาหร่ายทั้งสองสามารถลดปริมาณออร์โธฟอสเฟตลงได้ถึง 49.85 เปอร์เซ็นต์ และ 75.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยทั่วไปฟอสเฟตในแหล่งน้ำควรมีค่าไม่เกิน 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไมตรีและจากรวรรณ, 2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

- 3.1.1 ถังไฟเบอร์กลาสขนาดความจุ 300 ลิตรจำนวน 9 ถัง
- 3.1.2 สวิง
- 3.1.3 สายยาง
- 3.1.4 เครื่องให้อากาศ พร้อมด้วยอุปกรณ์การให้อากาศ
- 3.1.5 ท่อน้ำพีวีซีและอุปกรณ์ท่อประปา
- 3.1.6 อวนและเชือก
- 3.1.7 ถังพลาสติกขนาด 35 ลิตรจำนวน 2 ถัง
- 3.1.8 กะละมังพลาสติกขนาด 35 ลิตรจำนวน 2 ใบ
- 3.1.9 เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียดรุ่น HP-2000G
- 3.1.10 เครื่องชั่งขนาด 7 กิโลกรัม
- 3.1.11 ไม้บรรทัด
- 3.1.12 อาหารเม็ดเล็กสำหรับปลากินเนื้อ
- 3.1.13 อาหารเม็ดกลางสำหรับปลากินเนื้อ
- 3.1.14 อาหารเม็ดใหญ่สำหรับปลากินพืช
- 3.1.15 เครื่องแก้วและสารเคมีสำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
- 3.1.16 เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) HANA รุ่น HI 8424
- 3.1.17 เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO meter) รุ่น YSI 52
- 3.1.18 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) Milton Roy รุ่น SPECTRONIC401
- 3.1.19 เครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity meter) ยี่ห้อ HACH Model 44600
- 3.1.20 ลูกปลานิลเพศผู้ขนาด 0.77 ± 0.03 กรัมจำนวน 450 ตัว

3.2 วิธีการ

3.2.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ทรีตเมนต์ในแต่ละทรีตเมนต์มี 3 ซ้ำดังนี้
ทรีตเมนต์ที่ 1 เลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรีตเมนต์ที่ 2 เลี้ยงปลาไนที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร
ทรีตเมนต์ที่ 3 เลี้ยงปลาไนที่ระดับความหนาแน่น 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร

3.2.2 ขั้นตอนการเตรียม

- (1) ถัง ล้างถังให้สะอาดนำไปตากให้แห้ง
- (2) ปลาไน นำปลาไนที่ใช้ในการทดลองมาพักภายในบ่อพักเป็นเวลา 1 สัปดาห์เพื่อให้ปลาไนปรับตัว
- (3) ระบบให้ออกซิเจน นำท่อพีวีซีขนาด 1"1/2 มาทำการตัดและเจาะรู นำมาประกอบแล้วนำไปวางบนปากถัง

3.2.3 ขั้นตอนการดำเนินการ

- (1) เติมน้ำลงในถังไฟเบอร์กลาสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 เซนติเมตร จำนวน 9 ถัง ให้แต่ละถังมีระดับน้ำสูง 65 เซนติเมตร ซึ่งมีความจุเท่ากับ 250 ลิตร
- (2) วิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนการทดลอง
- (3) ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวปลาไนเพศผู้จำนวน 450 ตัวโดยแบ่งใส่ ทรีตเมนต์ที่ 1 ถึงละ 25 ตัว ทรีตเมนต์ที่ 2 ถึงละ 50 ตัว ทรีตเมนต์ที่ 3 ถึงละ 75 ตัว
- (4) เก็บข้อมูลในการชั่งวัดปลาสดแต่ละครั้ง โดยการจับปลาทุกตัวมาทำการชั่งวัด
- (5) ข้อมูลในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ จะทำการเก็บทุกถังในระบบ โดยจะแบ่งเป็นสองช่วงคือ ช่วงที่ 1 ตั้งแต่เริ่มการทดลองถึงวันที่ 76 ของการทดลองจะทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกๆ 4 วัน และช่วงที่ 2 ตั้งแต่วันที่ 76 ของการทดลองถึงสิ้นสุดการทดลองจะทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกๆ 8 วัน มีดังนี้

- ความเป็นกรดเป็นด่าง ใช้เครื่องวัด (HANA รุ่น HI 8424)
- ปริมาณความเป็นด่างวิเคราะห์โดยการไตเตรท ด้วยวิธี APHA (1981)
- ความนำไฟฟ้า ใช้เครื่องวัด (HACH Model 44600)
- ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ ใช้เครื่องวัด (HACH Model 44600)
- อุณหภูมิ ใช้เครื่องวัด (YSI 52)
- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ใช้เครื่องวัด (YSI 52)
- ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน วิเคราะห์ด้วยวิธี Phenate method
- ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจน วิเคราะห์ด้วยวิธี Azo dry method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาณออร์โทฟอสเฟต วิเคราะห์ด้วยวิธี Ascorbic method
- ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ
- ปริมาณตะกอนก้นบ่อ
- ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ

- (6) การให้อาหาร จะให้อาหารวันละ 2 มื้อ เวลาในการให้อาหารแต่ละมื้อคือ มื้อเช้าประมาณ 09.00 – 09.30 นาฬิกา และมื้อเย็นประมาณ 16.00 – 16.30 นาฬิกา ซึ่งการให้อาหารในแต่ละมื้อจะให้ในปริมาณที่ปลากินอิ่มพอดี โดยจะค่อยๆ ให้อาหารที่ละน้อยแล้วสังเกตพฤติกรรมการกินอาหารของปลา เมื่อปลาเริ่มอิ่มคือ ปลาจะไม่ขึ้นมากินอาหารก็จะทำการหยุดให้อาหารโดยระยะเวลาที่ใช้ในการให้อาหารประมาณ 20 – 25 นาที ซึ่งการให้อาหารจะแบ่งเป็น 5 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 จะให้อาหารเม็ดเล็กสำหรับปลากินเนื้อ ช่วงที่ 2 จะให้อาหารเม็ดเล็กผสมกับอาหารเม็ดกลางสำหรับปลากินเนื้อในอัตราส่วน 50:50 ช่วงที่ 3 จะให้อาหารเม็ดกลางสำหรับปลากินเนื้อ ช่วงที่ 4 จะให้อาหารเม็ดกลางสำหรับปลากินเนื้อผสมกับอาหารเม็ดใหญ่สำหรับปลากินพืชในอัตราส่วน 50:50 ช่วงที่ 5 จะให้อาหารเม็ดใหญ่สำหรับปลากินพืช
- (7) การเปลี่ยนถ่ายน้ำ ตลอดการทดลองจะไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำเพียงแต่เติมน้ำทดแทนส่วนที่ระเหยไป ที่นำไปวิเคราะห์และส่วนที่เก็บตะกอน

3.2.4 บันทึกข้อมูล

- (1) ทำการบันทึกน้ำหนัก, ความยาวและอัตราการรอดของปลาทุกสัปดาห์ในแต่ละทรีตเมนต์ของการทดลอง
- (2) ทำการบันทึกปริมาณการกินอาหารของปลาทุกมื้อในแต่ละทรีตเมนต์ตลอดการทดลอง
- (3) ทำการบันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำทุกถังในแต่ละทรีตเมนต์ทุกๆ 4 วันตั้งแต่เริ่มทำการทดลองถึงวันที่ 76 ของการทดลองหลังจากนั้นจะทำการบันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำทุกๆ 8 วันจนสิ้นสุดการทดลอง

3.2.5 วิเคราะห์ข้อมูล

- (1) นำข้อมูลน้ำหนัก, ความยาว, อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดปลานิลที่เลี้ยงในระบบหมุนเวียนน้ำในความหนาแน่นที่แตกต่างกัน มาหาค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างน้ำหนัก, ความยาว และอัตราการรอด ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.2.6 สถานที่ทำการทดลอง

อาคารเจ้าคุณทหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2.7 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มดำเนินการทดลองตั้งแต่วันที่ 15 พฤศจิกายน 2543 ถึงวันที่ 16 มีนาคม 2544 รวม
เวลาทดลองทั้งสิ้น 122 วัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการทดลอง

4.1.1 การเติบโต

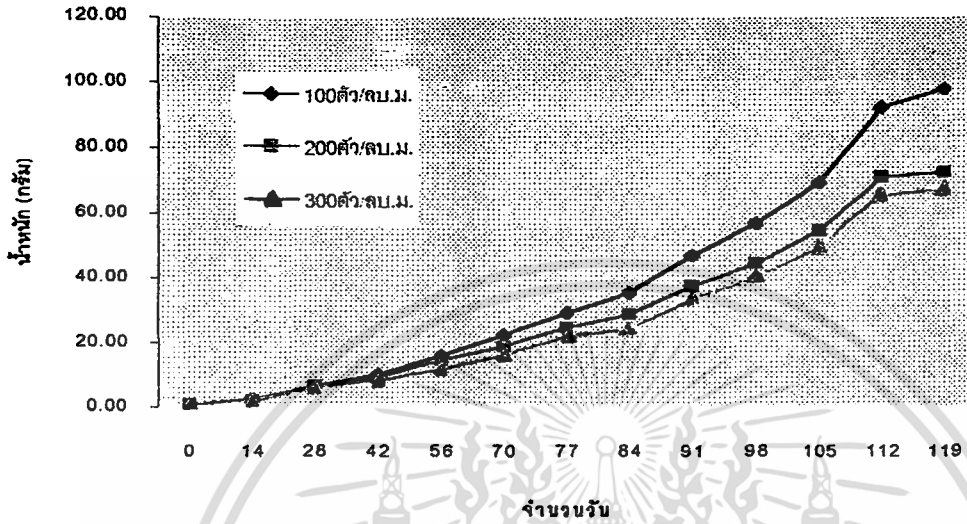
จากการทดลองเลี้ยงปลานิลภายในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างๆ กัน คือ 100, 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า

(1) การเติบโตด้านน้ำหนัก

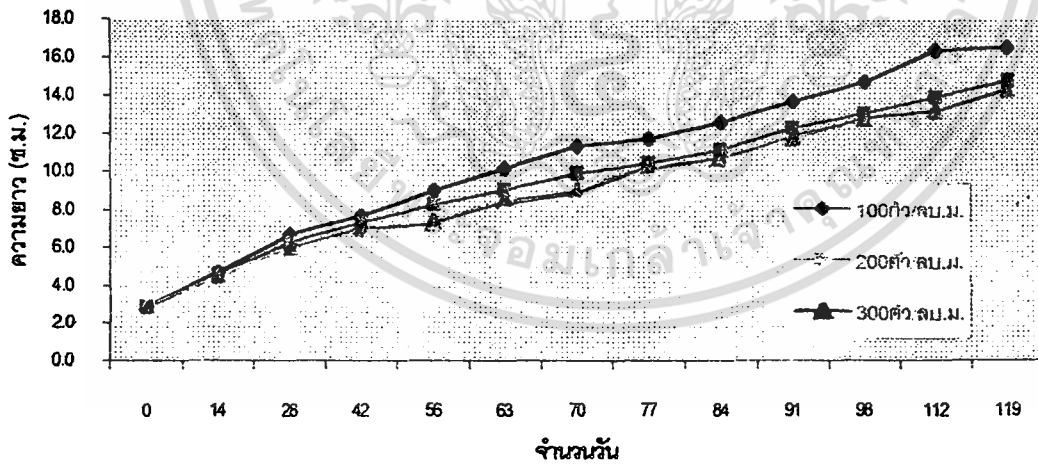
ปลานิลที่เริ่มทำการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.77 ± 0.03 กรัม พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ลูกปลานิลที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 97.12 ± 1.13 , 72.14 ± 1.11 และ 67.40 ± 1.16 กรัม ตามลำดับ จากการนำน้ำหนักเฉลี่ยของแต่ละระดับความหนาแน่นมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ($P < 0.05$) ส่วนการเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับการเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 4.1) (ภาพที่ 4.1)

(2) การเติบโตด้านความยาว

ปลานิลที่เริ่มทำการทดลองมีความยาวเฉลี่ย 2.8 เซนติเมตร พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ลูกปลานิลที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.5 ± 2.1 , 14.7 ± 2.0 และ 14.3 ± 2.1 เซนติเมตร ตามลำดับ จากการนำความยาวเฉลี่ยของแต่ละระดับความหนาแน่นมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับการเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ($P < 0.05$) ส่วนการเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับการเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 4.1) (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.1 แสดงน้ำหนักเฉลี่ย(กรัม) ของลูกปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน



ภาพที่ 4.2 แสดงความยาวเฉลี่ย(เซนติเมตร) ของลูกปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อวัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยต่อวันของลูกปลานิลที่เลี้ยงใน ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าอยู่ในช่วง 0.36 ± 0.17 , $.03 \pm 0.17$ และ 0.26 ± 0.17 กรัมต่อวัน ตามลำดับ จากการนำอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อวันของแต่ละระดับความหนาแน่นมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับที่ระดับความหนาแน่น 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 4.1) (ภาพที่ 4.3)

(4) อัตรารอด ✓

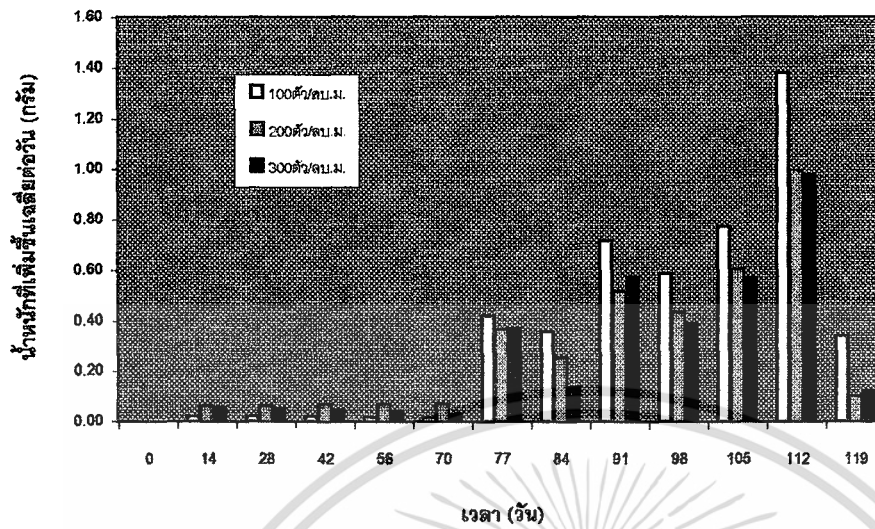
อัตราการรอดของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีอัตราการรอด 88, 85 และ 71 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1)

ตาราง 4.1 การเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน

| การเจริญเติบโต | 100 ตัว/ลบ.ม. | 200 ตัว/ลบ.ม. | 300 ตัว/ลบ.ม. |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | เฉลี่ย±SE | เฉลี่ย±SE | เฉลี่ย±SE |
| น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม) | 97.12±1.13 ^a | 72.14±1.19 ^b | 67.40±1.16 ^b |
| ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย (ซ.ม.) | 16.45±2.08 ^a | 14.73±2.02 ^b | 14.29±2.02 ^b |
| น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (กรัม) | 0.36±0.17 | 0.28±0.17 | 0.26±0.17 |
| อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์) | 88.00±0 ^a | 85.33±4.67 ^a | 71.11±2.35 ^b |
| อัตราการแลกเนื้อ (FCR) | 1.08±0.01 | 1.34±0.1 | 1.26±0.08 |

หมายเหตุ อักษรเหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

อักษรไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4.3 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 คุณภาพน้ำ

(1) อุณหภูมิ (Temperature)

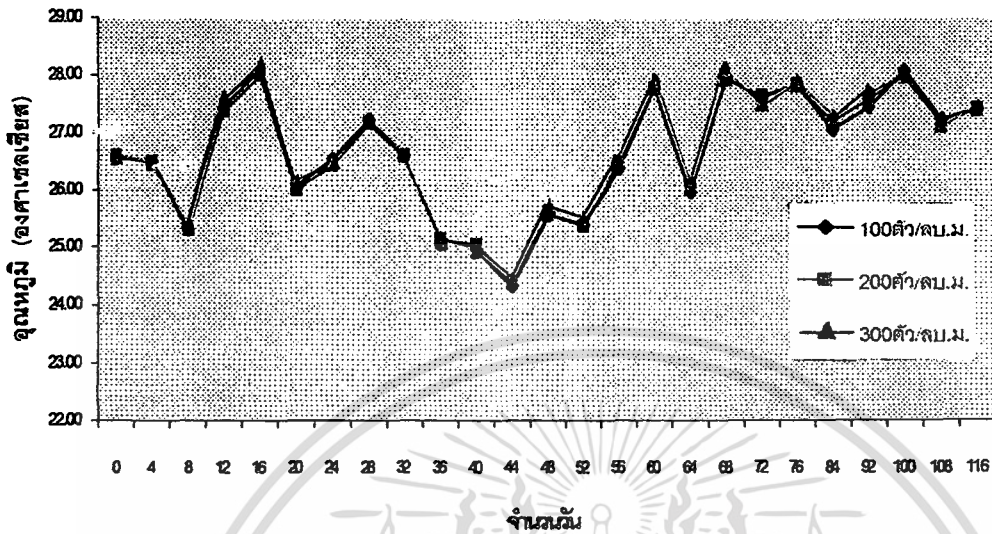
จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิ เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27 องศาเซลเซียส ในทุกระดับความหนาแน่น (ตารางที่ 4.2) (ภาพที่ 4.4)

(2) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

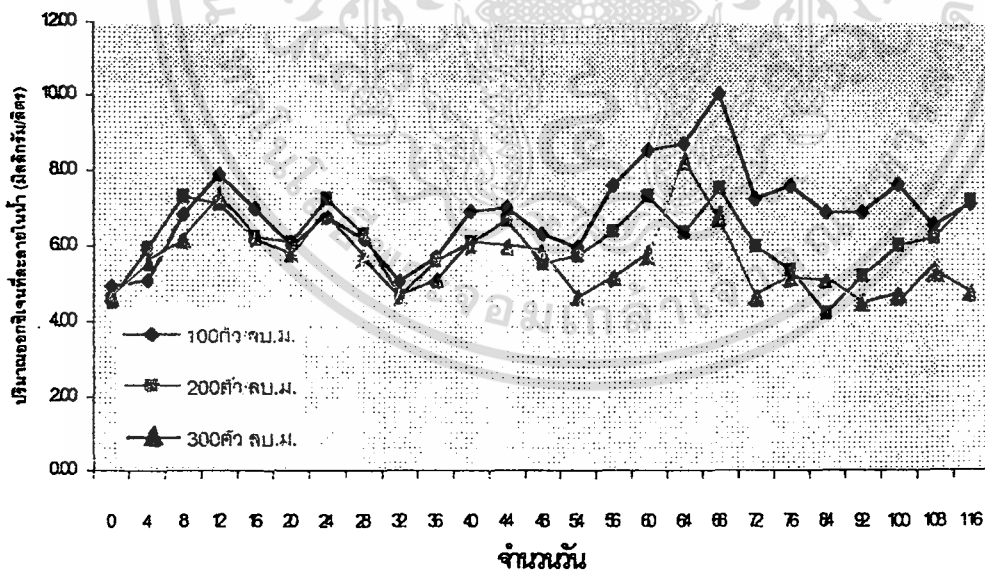
จากการทดลองพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระดับความหนาแน่น 100, 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 6.9 ± 0.7 , 6.12 ± 0.51 และ 5.61 ± 0.55 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ จากการนำปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของแต่ละความหนาแน่นมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับที่ระดับความหนาแน่น 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 4.2) (ภาพที่ 4.5)

(3) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

จากการทดลองพบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระดับความหนาแน่น 100, 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 6.6 ± 0.7 , 6.4 ± 0.7 และ 6.4 ± 0.7 ตามลำดับ จากการนำค่าความเป็นกรดเป็นด่างของแต่ละระดับความหนาแน่นมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ที่ระดับความหนาแน่น 100, 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4.2) (ภาพที่ 4.6)



ภาพที่ 4.4 อุณหภูมิเฉลี่ย(องศาเซลเซียส) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน



ภาพที่ 4.5 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(มิลลิกรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ความนำไฟฟ้า (Conductivity)

จากการทดลองพบว่าความนำไฟฟ้า เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระดับความหนาแน่น 100, 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 ± 0.27 , 0.72 ± 0.39 และ 0.83 ± 0.45 (ms/cm) ตามลำดับ จากการนำค่าความนำไฟฟ้าของแต่ละระดับความหนาแน่นมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กับที่ระดับความหนาแน่น 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 4.2) (ภาพที่ 4.7)

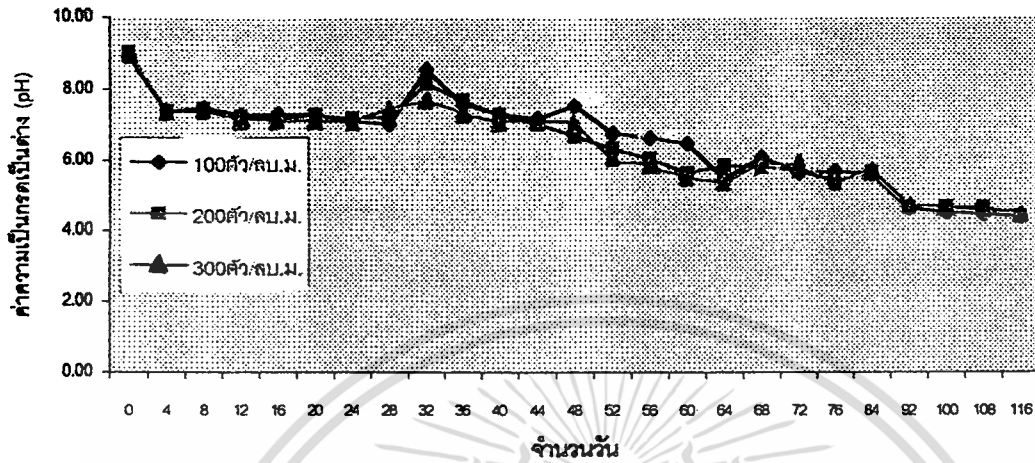
(5) ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia-Nitrogen)

จากการทดลองปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระดับความหนาแน่น 100, 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.45 ± 5.19 , 12.49 ± 8.64 และ 14.24 ± 9.24 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ จากการนำปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของแต่ละระดับความหนาแน่นมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กับที่ระดับความหนาแน่น 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนที่ระดับความหนาแน่น 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4.2) (ภาพที่ 4.8)

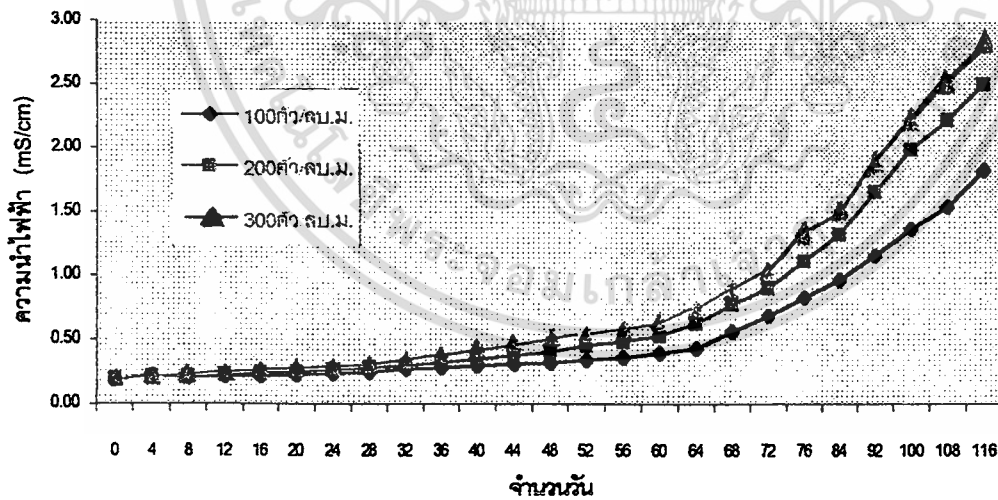
(6) ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen)

จากการทดลองปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระดับความหนาแน่น 100, 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.29 ± 0.17 , 0.93 ± 0.62 และ 1.42 ± 0.73 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ จากการนำปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนของแต่ละระดับความหนาแน่นมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ที่ระดับความหนาแน่น 100, 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4.2) (ภาพที่ 4.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของปลานิลที่เลี้ยงไปในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน



ภาพที่ 4.7 ความนำไฟฟ้า (ms/cm) ของปลานิลที่เลี้ยงไปในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(7) ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate)

จากการทดลองปริมาณออร์โธฟอสเฟต เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระดับความหนาแน่น 100, 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.15 ± 2.42 , 4.31 ± 2.41 และ 5.24 ± 2.80 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ จากการนำปริมาณออร์โธฟอสเฟตของแต่ละระดับความหนาแน่นมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับที่ระดับความหนาแน่น 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และ ที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.2)(ภาพที่ 4.10)

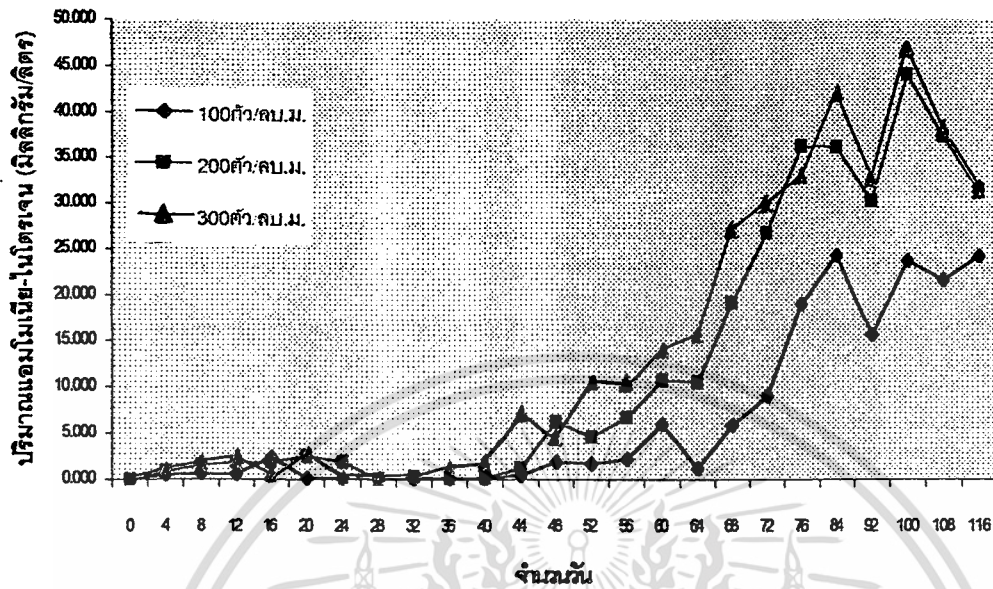
(8) ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (TDS)

จากการทดลองปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระดับความหนาแน่น 100, 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.27 ± 0.14 , 0.36 ± 0.20 และ 0.42 ± 0.23 กรัมต่อลิตรตามลำดับ จากการนำปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของแต่ละระดับความหนาแน่นมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กับที่ระดับความหนาแน่น 200 และ 300 ตัวต่อตารางเมตร ส่วนที่ระดับความหนาแน่น 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4.2) (ภาพที่ 4.11)

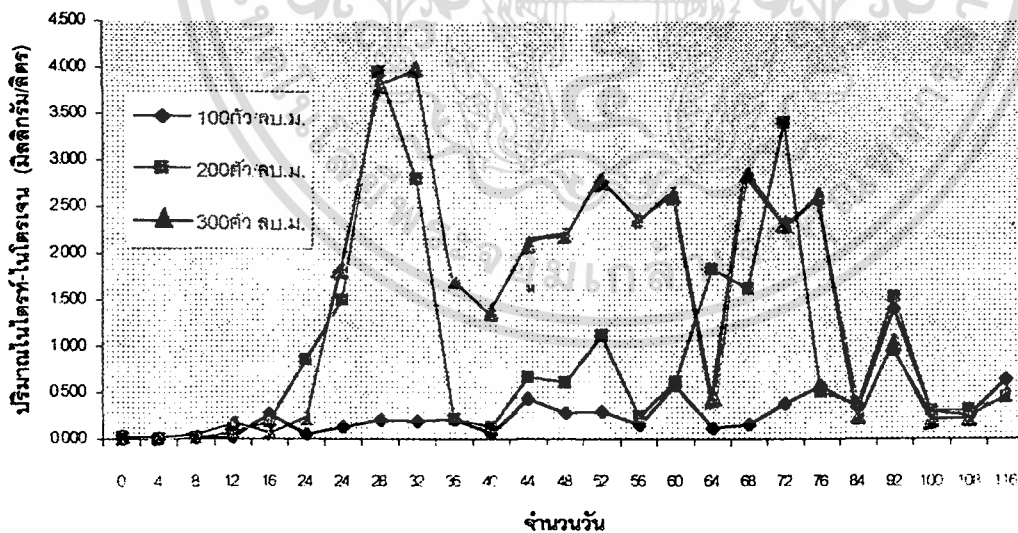
(9) ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ (TSS)

จากการทดลองปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระดับความหนาแน่น 100, 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61.37 ± 12.35 , 84.31 ± 15.60 และ 90.43 ± 17.56 กรัมต่อ 250 ลิตรตามลำดับ จากการนำปริมาณสารแขวนลอยในน้ำของแต่ละระดับความหนาแน่นมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับที่ระดับความหนาแน่น 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และ ที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.2)(ภาพที่ 4.12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

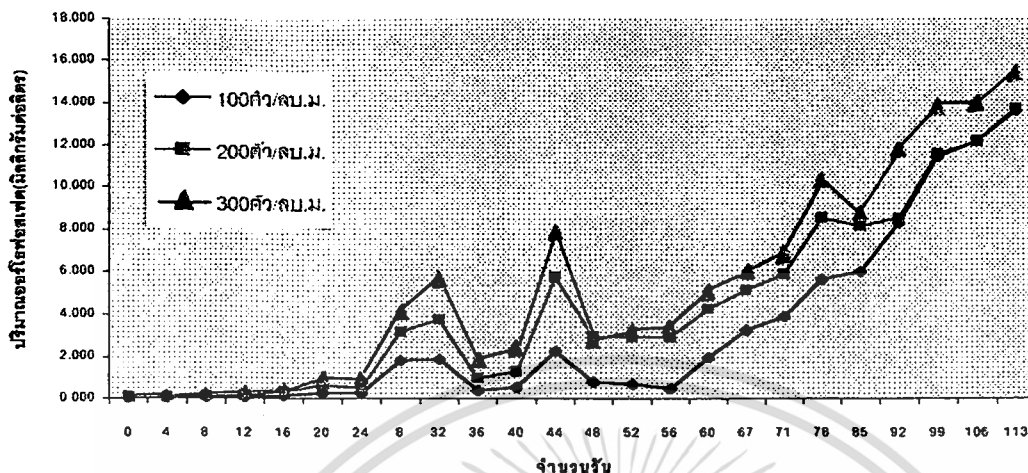


ภาพที่ 4.8 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับ ความหนาแน่นต่างกัน

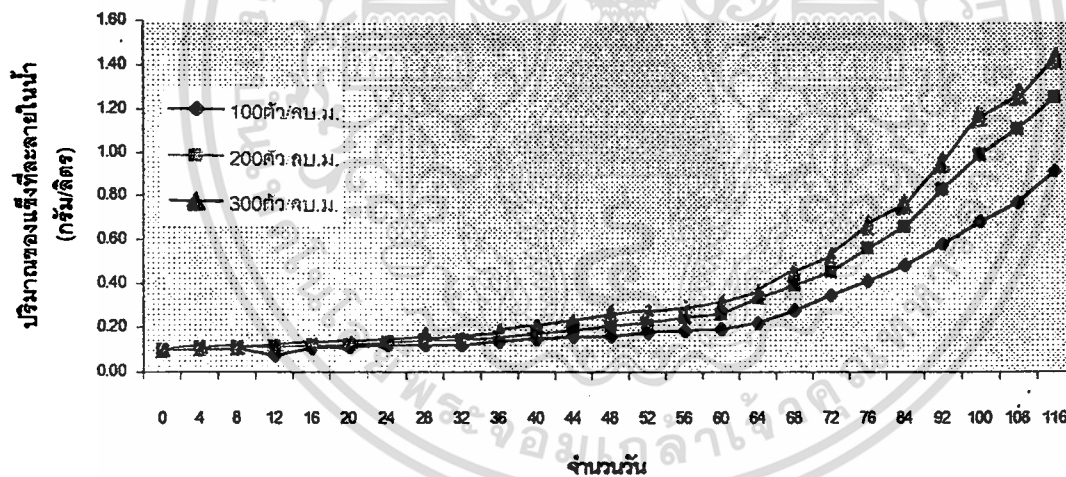


ภาพที่ 4.9 ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับ ความหนาแน่นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 ปริมาณออร์โทฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน



ภาพที่ 4.11 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (กรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(10) ปริมาณตะกอนก้นบ่อ

จากการทดลองพบว่าปริมาณตะกอนก้นบ่อ เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระดับความหนาแน่น 100, 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ± 2.00 , 7.06 ± 2.77 และ 8.90 ± 3.33 กรัม จากการนำปริมาณตะกอนก้นบ่อของแต่ละระดับความหนาแน่นพบว่าที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับที่ระดับความหนาแน่น 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร และที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.2)(ภาพที่ 4.13)

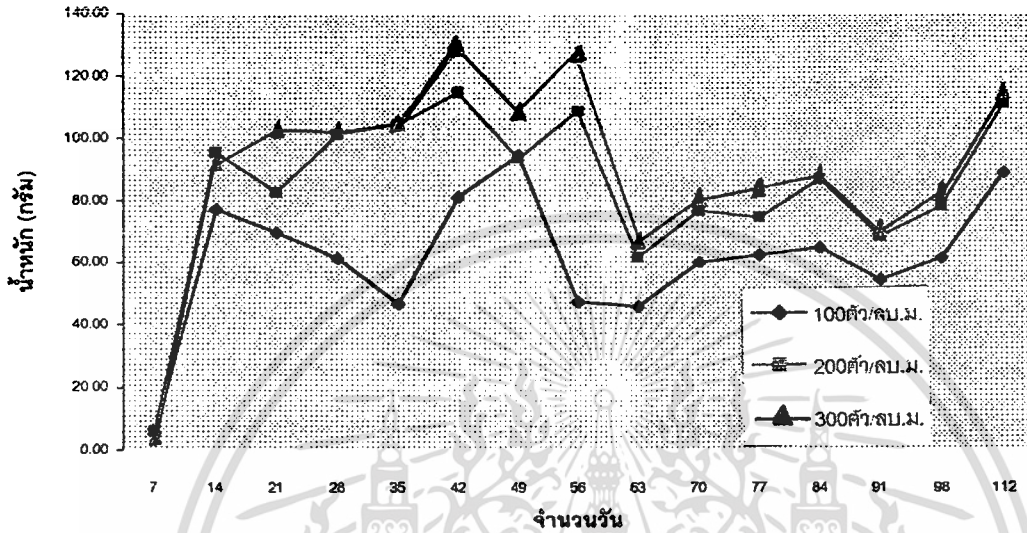
ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติของน้ำที่เลี้ยงปลานิลภายในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

| คุณสมบัติของน้ำ | 100 ตัว/ลบ.ม. | 200 ตัว/ลบ.ม. | 300 ตัว/ลบ.ม. |
|------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| | เฉลี่ย+SE | เฉลี่ย+SE | เฉลี่ย+SE |
| อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | 27 ± 1^a | 27 ± 1^a | 27 ± 1^a |
| ออกซิเจน (มก./ล.) | 6.90 ± 0.68^a | 6.12 ± 0.51^a | 5.61 ± 0.55^b |
| ความเป็นกรดเป็นด่าง | 6.6 ± 0.7^a | 6.4 ± 0.7^a | 6.4 ± 0.7^a |
| ความนำไฟฟ้า (ms/cm) | 0.54 ± 0.27^a | 0.72 ± 0.39^b | 0.83 ± 0.45^b |
| แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มก./ล.) | 6.45 ± 5.19^a | 12.49 ± 8.64^b | 14.24 ± 9.04^b |
| ไนไตรท์-ไนโตรเจน (มก./ล.) | 0.29 ± 0.17^a | 0.93 ± 0.62^a | 1.42 ± 0.73^a |
| ออร์โทฟอสเฟต (มก./ล.) | 3.15 ± 2.42^a | 4.31 ± 2.41^{ab} | 5.24 ± 2.80^b |
| ความเป็นด่าง (มก.ล.) | 3.15 ± 2.42^a | 4.31 ± 2.41^{ab} | 5.24 ± 2.80^b |
| ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (ก./ล.) | 0.27 ± 0.14^a | 0.36 ± 0.20^b | 0.42 ± 0.23^b |
| ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ (กรัม) | 61.37 ± 12.35^a | 84.31 ± 15.60^{ab} | 90.43 ± 17.56^b |
| ปริมาณตะกอนก้นบ่อ (กรัม) | 4.56 ± 2.00^a | 7.06 ± 2.77^{ab} | 8.90 ± 0.33^b |

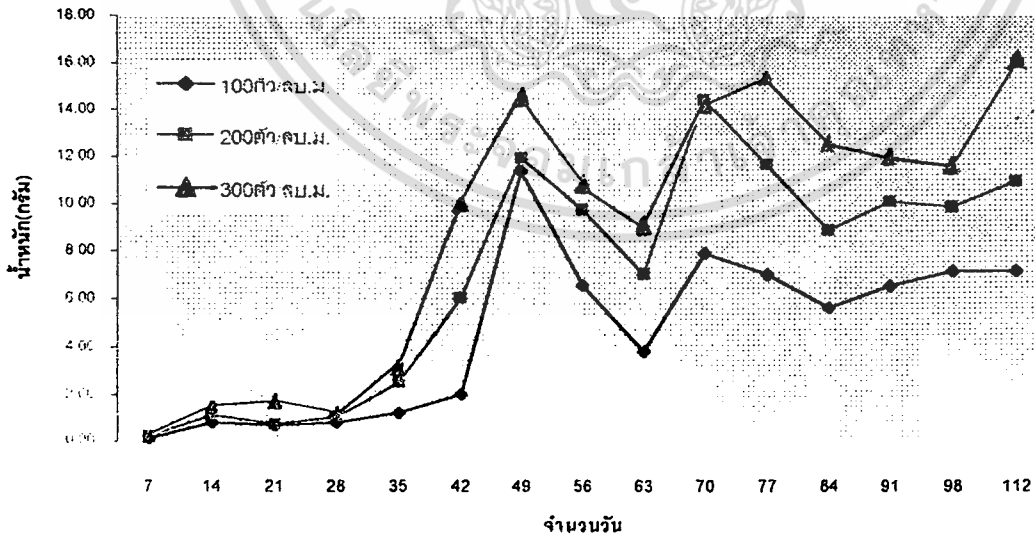
หมายเหตุ อักษรเหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

อักษรไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ (กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน



ภาพที่ 4.13 ปริมาณตะกอนก้นบ่อ (กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 วิจารณ์ผล

การเติบโตของปลาไนที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน พบว่า ปลาไนที่เลี้ยงในระดั้ความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดสูงที่สุด รองลงมาคือที่ระดับความหนาแน่น 200 และ 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าคุณสมบัติของน้ำบางค่าที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำเช่น ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนและไนไตรท์-ไนโตรเจน ที่เกิดขึ้นในระบบเกิดจากสิ่งขับถ่ายของปลาไม่ได้มาจากอาหารโดยตรง ทราบได้จากวิธีการให้อาหารโดยการค่อยๆ ให้อาหารในปริมาณที่ปลากินอิ่มพอดี ทำให้ไม่เหลือเศษอาหารภายในระบบการเลี้ยง ดังนั้นของเสียที่เกิดขึ้นในระบบเกิดจากการขับถ่ายของเสียของปลา จากการย่อยสลายตะกอนและของเสียจะทำให้เกิดแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และไนไตรท์-ไนโตรเจน ผลการทดลองพบว่าที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และไนไตรท์-ไนโตรเจนน้อยที่สุด และพบว่าปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนและไนไตรท์-ไนโตรเจนมากที่สุดในชุดการทดลองที่ระดับความหนาแน่น 300 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสอดคล้องกับผลการเจริญเติบโตของปลาไน ซึ่งทิพวรรณ (2530) รายงานว่าปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ของคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำควรต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจากทั้งสามชุดการทดลองพบว่าปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าเกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ยังสามารถเลี้ยงปลาไนต่อไปได้ เนื่องจากแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ส่วนใหญ่จะแตกตัวอยู่ในรูปแอมโมเนียมไอออน (ionized ammonia) ในสภาพน้ำที่เป็นกรด ซึ่งเป็นรูปที่ไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำประเทือง (2534)

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

- 5.1.1 การเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ทำให้ปลานิลมีอัตราการเติบโตและอัตราการรอดสูงที่สุด
- 5.1.2 คุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำในระบบปิด มีค่าเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเติบโตของปลานิล ยกเว้นแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน และความเป็นกรดเป็นด่าง

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 5.2.1 จากการทดลอง พบว่าน้ำในระบบการทดลองมีกลิ่นเหม็น ซึ่งอาจมีผลต่อคุณภาพของเนื้อปลาทำให้เนื้อปลามีกลิ่นเหม็นสาป จึงน่าจะมีการศึกษาถึงผลกระทบของกลิ่นเหม็นของน้ำต่อคุณภาพของเนื้อปลา
- 5.2.2 ควรมีการศึกษาค่าการใช้จุลินทรีย์เพื่อช่วยในการย่อยสลายของเสียให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น
- 5.2.3 ควรมีการทดลองใช้พรรณไม้น้ำควบคู่กับการเลี้ยงปลานิล เพื่อให้พรรณไม้น้ำดึงสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในปริมาณมากมาใช้ในการเจริญเติบโตเป็นการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ กาญจนชาติตรี. 2538. การศึกษาโรคของปลาตุ๊กมีกฤษและคุณสมบัติของน้ำในบ่อคอนกรีตกลม จังหวัดภูเก็ต. วารสารการประมง. 48(2):131-137.
- จากรวรรณ สมศิริ, สมชาย สุรวิทย์ และจินดา มีศักดิ์. 2538. คุณภาพน้ำและความหลากหลายของแพลงก์ตอนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 173/2538. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด. กรุงเทพมหานคร.
- ช่วยชูศรี ศรีภูม้น และจากรวรรณ สมศิริ. 2525. พิษเฉียบพลันของแอมโมเนียและไนโตรเจนที่มีต่อปลาตุ๊กด้าน. วารสารการประมง. 35(4):373-378.
- ทิพวรรณ แผ้วสกุล. 2530. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำโดยสาหร่ายในระบบหมุนเวียนน้ำของถังปลานิล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 99น.
- ทิพากร จุลนัพพะ. 2539. เสนอสูตรเลี้ยงปลากะพงขาวด้วยระบบปิด. วารสารสัตว์น้ำ. 7(81):47-54.
- ธำรงค์ อมรสกุล. 2528. คุณสมบัติของน้ำในบ่อคอนกรีตกลมระบบน้ำหมุนเวียนที่เลี้ยงปลาตุ๊กด้านในระบบการปล่อยที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- นฤมล ทับทิม. 2541. ความสามารถในการลดปริมาณสารประกอบไนโตรเจนและปริมาณออร์โธฟอสเฟตของสาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera*) และสาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina* sp.). ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร. 50น.
- นิรนาม. 2542ข. แอมโมเนีย อันตรายที่ต้องเรียนรู้. เอกสารวิชาการ. บริษัท เอเชียโนควาคัลเจอร์ จำกัด. กรุงเทพมหานคร. น. 1-4.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิเวศน์ เรืองพานิช และเจนจิตต์ คงกำเนิด. 2535. ศึกษาปัจจัยบางประการที่เหมาะสมเพื่อป้องกันและลดอัตราการตายของลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) อายุ 12-30 วัน. รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2535. กรมประมง. น. 206-209.

ประทีภย์ ตาบทิพย์วรรณ. 2542. คุณภาพน้ำต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. น. 1-4.

พุทธ ส่องแสงจินดา และดุสิต ต้นวีโลย. 2534. การแพร่กระจายและการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1/2534. กรมประมง. 4น.

ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, สุจินต์ หนูขวัญ, กำชัย ลาวัณยวุฒิ, วีระ วัชรกรโยธิน และนวนลมณี พงศ์ธนา. 2539 หลักการเพาะเลี้ยงปลา. ข่าวกรมประมง. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด, กรมประมง. น. 19-23.

ภาสกร ถมพลกรัง และยงยุทธ พิศดาสัมพะบุตร. 2538. พิษเฉียบพลันของความเป็นกรด-ด่างจากน้ำพุต่อลูกปลากะพงขาว 3-5 นิ้ว. รายงานสัมมนาประจำปี 2538. กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. น. 668-672.

มานพ ตั้งตรงไพโรจน์ ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล พรรรศรี จริโมภาส สุจินต์ หนูขวัญ กำชัย ลาวัณยวุฒิ วีระ วัชรกรโยธิน และวิมล จัทรโรทัย. 2536. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลานิล. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 23. สถาบันการวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 95 น.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจากรวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 115น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุพา วรรษศ. 2532. พันธุ์ไม้ น้ำ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร. 487 น.

สถาพร ดิเรกบุษราคัม. 2542. ผลของออกซิเจนระดับต่ำกระทบต่อตัวกุ้ง. รายงานสัมมนาเทคโนโลยีชีวภาพกุ้ง(ครั้งที่ 3). เกษตรเทอรันิวส์(มีนาคม). 1(3): 1-4.

สิริ ทุกขวินาศ. 2528. วิธีวิเคราะห์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 4. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา, กรมประมง. 157 น.

สิริ ทุกขวินาศ และบุญชา เจริญฤทธิ์. 2526. ผลของการเพิ่มและลดความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) ต่ออัตราการตายของลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2526. สถาบันประมงน้ำกร่อย จังหวัดสตูล, กรมประมง. 8น.

สุจิตรา เผือกจีน. 2539. พิษเฉียบพลันของแอมโมเนียและผลของแอมโมเนียที่เกิดจากอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกันต่อปลาตะเพียนขาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สุชาติ อิงธรรมจิตร, ไสภา อารีรัตน์, ไพรพรรณ เทียนทอง และเสาวคนธ์ วัลลีย์. 2534. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของงน้ำ แพลงค์ตอนพืชและแบคทีเรียในบ่อเลี้ยงปลาตก. รายงานสัมมนาวิชาการประจำปี 2534. กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. น. 203-254.

สุธรรม สิทธิชัยเกษม ชีระ เล็กขลุ่ยท์และจากรวรรณ สมสิริ. 2524. ผลกระทบของค่า pH ที่เป็นต่างต่อปลาน้ำจืด. รายงานการประชุมวิชาการครั้งที่ 24. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. น. 53-59.

สุภาพร สุกสีเหลือง. 2538. การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. บริษัทพิมพ์ดี จำกัด, กรุงเทพมหานคร. 291น.

สุรศักดิ์ วงศ์กิตติเวช. 2541. สารานุกรมปลาน้ำจืด. บริษัทเอมซีพพลาย จำกัด, กรุงเทพมหานคร. 113 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนันต์ ต้นสุตะพานิช สุพิศ ทองรอด ทศธัญญ์ สังกรธนกิจ และอารี จันทร์นาค. 2540. การพัฒนารูปแบบและวิธีการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระบบปิด. วารสารการประมง. 50(1): 21-28.

Allan, G.L. and G.B. Maguire. 1995. Effect of Sediment on Growth and Acute Ammonia Toxicity for the School Prawn, *Metapenaeus macleayi* (Haswell). *Aquaculture*. 135(1-2):59-71.

Boyd, C.E. 1982. *Water Quality Management for Pond Fish Culture*. Auburn University, Alabama. 318 p.

Cai, M., J. Wermerskischen and I.R. Adelman. 1996. Ammonia Excretion Rate Indicates Dietary Protein Adequacy for Fish. *The Processive Fish Culturist*. 58(2):124-127.

Chen, J.C. and S.C. Lei. 1990. Toxicity of Ammonia and Nitrite to *Penaeus monodon* Juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society*. 21(4):300-306.

Dickerson, B.R. and G.L. Vinyard. 1999a. Effect of High Chronic Temperature and Diel Temperature Cycles on the Survival and Growth of Lahotan Cutthroat Trout. *Transactions of the American Fisheries Society*. 128(3):516-521.

Dickerson, B.R. and G.L. Vinyard. 1999b. Effect of High Levels of Total and Growth of Lahotan Cutthroat Trout. *Transactions of the American Fisheries Society*. 128 (3):507-515.

Fisher, M.R. 1999. Effect of Temperature and Salinity on Size at Maturity of Female Blue Crabs. *Transactions of the American Fisheries Society*. 128(3):499-506.

Jarboe, H.H. 1995. Diel Dissolved Oxygen Consumption and Total Ammonia Nitrogen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Production by Fingerling Channel Catfish following Feeding at Different Times.

The Progressive Fish Culturist. 57(2):156-160.

Kikuchi, K. 1995. Nitrogen Excretion Rate of Japanese Flounder A Criterion for Designing Closed Recirculating Culture Systeme. The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh. 47(3-4):122-128.

Konikoff, M. 1975. Toxicity of Channel Catfish. Current Agriculture. 37(1):96-98.

Lovshin, L.L. 1978. Progress Report on Fisheries Developmint in Northeast Brazil. Res. Dev. Ser. No. 14. Int. Gent. Aquaculture, Auburn University, Alabama. 11 p.

Mallekh, R.T. Boujard and J.P. Lagardere. 1999. Evalution of Retention and Environmental Turbot (*Scophthalmis maximus*). North American Journal of Aquaculture. 61(2):141-145.

Vijai, S., R. Soungchomphan and P. Sitasit. 1981. Comparison of Effect of Trash Fish and Pelleted Diets on Clarias Grow-out. Operation National, Inland Fisheries Institued. อ้างโดย สุชาติ อิงธรรมจิตร, โสภา อารีรัตน์, ไพพรรณ เทียนทอง และ เสาวคนธ์ วัลลีย์. 2534. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำ แพลงก์ตอนพืช และ แบคทีเรียในบ่อเลี้ยงปลาดุก. รายงานสัมมนาวิชาการประจำปี 2534. กรมประมง. กรุงเทพมหานคร. น.243-254.

Wagner, E.J., S.A. Miller and T. Bosakawski. 1996. Ammonia Excretion by Rainbow Trout over a 24 Hour Period at Two Density During Oxygen Injection. The Progressive Fish Culturist. 57(3):199-205.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว (กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน

| เวลา(วัน) | 0 | 14 | 28 | 42 | 56 | 70 | 77 | 84 | 91 | 98 | 105 | 112 | 119 |
|-----------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| T1R1 | 0.84 | 2.44 | 6.50 | 10.32 | 15.86 | 22.68 | 27.68 | 37.64 | 46.36 | 56.82 | 67.27 | 91.45 | 94.55 |
| T1R2 | 0.84 | 2.13 | 6.17 | 10.18 | 17.27 | 21.50 | 28.95 | 35.23 | 49.55 | 59.09 | 72.73 | 97.27 | 100.91 |
| T1R3 | 0.80 | 2.17 | 6.39 | 9.39 | 14.35 | 22.78 | 31.00 | 32.30 | 44.35 | 53.04 | 66.96 | 86.09 | 95.91 |
| เฉลี่ย | 0.83 | 2.25 | 6.35 | 9.96 | 15.83 | 22.32 | 29.21 | 35.06 | 46.75 | 56.32 | 68.99 | 91.60 | 97.12 |
| T2R1 | 0.62 | 2.43 | 6.67 | 10.16 | 14.51 | 21.28 | 29.70 | 32.21 | 40.93 | 46.05 | 55.35 | 70.98 | 72.14 |
| T2R2 | 0.74 | 1.96 | 6.95 | 9.44 | 17.85 | 17.87 | 20.44 | 25.38 | 34.87 | 43.59 | 51.28 | 72.56 | 73.85 |
| T2R3 | 0.72 | 1.36 | 5.48 | 7.54 | 10.87 | 16.91 | 23.67 | 28.61 | 35.87 | 43.48 | 56.09 | 68.04 | 70.43 |
| เฉลี่ย | 0.69 | 1.92 | 6.37 | 9.05 | 14.41 | 18.69 | 24.60 | 28.73 | 37.22 | 44.37 | 54.24 | 70.53 | 72.14 |
| T3R1 | 0.80 | 2.10 | 6.64 | 8.19 | 11.13 | 12.62 | 17.56 | 21.60 | 28.44 | 36.15 | 46.54 | 55.58 | 59.60 |
| T3R2 | 0.84 | 2.44 | 6.36 | 8.18 | 11.40 | 16.93 | 25.04 | 25.67 | 39.64 | 46.91 | 54.91 | 75.09 | 75.18 |
| T3R3 | 0.73 | 1.69 | 4.83 | 7.73 | 12.58 | 18.25 | 23.31 | 25.42 | 32.69 | 36.92 | 46.54 | 65.38 | 67.41 |
| เฉลี่ย | 0.79 | 2.08 | 5.94 | 8.03 | 11.70 | 15.93 | 21.97 | 24.23 | 33.59 | 39.99 | 49.33 | 65.35 | 67.40 |

ตารางภาคผนวกที่ 2 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน

| เวลา(วัน) | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 56 | 60 | 64 | 68 | 72 | 80 | 88 | 96 | 104 | 112 | 120 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 11R1 | 26.5 | 26.5 | 25.3 | 27.4 | 28.1 | 26.1 | 26.5 | 27.1 | 26.6 | 25.1 | 25.0 | 24.2 | 25.6 | 25.4 | 26.4 | 27.8 | 25.9 | 27.9 | 27.6 | 27.9 | 27.0 | 27.4 | 28.1 | 27.3 | 27.4 |
| 11R2 | 26.7 | 26.5 | 25.3 | 27.5 | 28.1 | 26.1 | 26.6 | 27.3 | 26.6 | 25.1 | 24.9 | 24.4 | 25.5 | 25.3 | 26.3 | 27.7 | 26.1 | 28.0 | 27.5 | 27.8 | 27.1 | 27.5 | 28.0 | 27.2 | 27.4 |
| 11R3 | 26.6 | 26.5 | 25.3 | 27.5 | 28.1 | 26.0 | 26.5 | 27.3 | 26.6 | 25.1 | 25.0 | 24.4 | 25.6 | 25.3 | 26.4 | 27.8 | 25.9 | 27.9 | 27.7 | 27.8 | 27.1 | 27.4 | 28.1 | 27.2 | 27.4 |
| เฉลี่ย | 26.6 | 26.5 | 25.3 | 27.5 | 28.1 | 26.1 | 26.5 | 27.2 | 26.6 | 25.1 | 25.0 | 24.3 | 25.6 | 25.3 | 26.4 | 27.8 | 26.0 | 27.9 | 27.6 | 27.8 | 27.1 | 27.4 | 28.1 | 27.2 | 27.4 |
| 12R1 | 26.6 | 26.5 | 25.3 | 27.3 | 28.0 | 26.0 | 26.5 | 27.2 | 26.6 | 25.0 | 25.0 | 24.4 | 25.7 | 25.3 | 26.4 | 27.7 | 25.9 | 28.0 | 27.6 | 27.8 | 27.1 | 27.6 | 28.0 | 27.2 | 27.3 |
| 12R2 | 26.6 | 26.5 | 25.3 | 27.4 | 28.0 | 26.0 | 26.5 | 27.1 | 26.6 | 25.1 | 25.1 | 24.5 | 25.5 | 25.4 | 26.4 | 27.7 | 26.1 | 27.9 | 27.6 | 27.8 | 27.2 | 27.5 | 28.0 | 27.2 | 27.4 |
| 12R3 | 26.6 | 26.5 | 25.3 | 27.4 | 28.0 | 26.0 | 26.4 | 27.3 | 26.6 | 25.0 | 25.0 | 24.3 | 25.5 | 25.4 | 26.5 | 27.9 | 26.1 | 27.8 | 27.7 | 27.9 | 27.3 | 27.6 | 28.0 | 27.1 | 27.4 |
| เฉลี่ย | 26.6 | 26.5 | 25.3 | 27.4 | 28.0 | 26.0 | 26.5 | 27.2 | 26.6 | 25.0 | 25.0 | 24.4 | 25.6 | 25.4 | 26.4 | 27.8 | 26.0 | 27.9 | 27.6 | 27.8 | 27.2 | 27.6 | 28.0 | 27.2 | 27.4 |
| 13R1 | 26.8 | 26.5 | 25.3 | 27.7 | 28.1 | 26.1 | 26.4 | 27.2 | 26.6 | 25.1 | 24.9 | 24.5 | 25.8 | 25.5 | 26.5 | 27.9 | 26.1 | 28.0 | 27.5 | 27.8 | 27.2 | 27.7 | 28.0 | 27.2 | 27.4 |
| 13R2 | 26.5 | 26.5 | 25.4 | 27.5 | 28.2 | 26.0 | 26.4 | 26.6 | 26.6 | 25.1 | 25.0 | 24.5 | 25.8 | 25.6 | 26.6 | 27.9 | 26.1 | 28.2 | 27.4 | 27.8 | 27.3 | 27.8 | 28.1 | 27.1 | 27.5 |
| 13R3 | 26.5 | 26.5 | 25.3 | 27.5 | 28.2 | 26.0 | 26.5 | 26.6 | 26.6 | 25.0 | 25.0 | 24.4 | 25.6 | 25.4 | 26.5 | 27.9 | 26.1 | 28.1 | 27.6 | 27.9 | 27.3 | 27.6 | 28.1 | 27.1 | 27.4 |
| เฉลี่ย | 26.6 | 26.5 | 25.3 | 27.6 | 28.2 | 26.0 | 26.4 | 26.8 | 26.6 | 25.1 | 25.0 | 24.5 | 25.7 | 25.5 | 26.5 | 27.9 | 26.1 | 28.1 | 27.5 | 27.8 | 27.3 | 27.7 | 28.1 | 27.1 | 27.4 |

ตารางภาคผนวกที่ 3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของปลาชนิดที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน

| เวลา(วัน) | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 56 | 60 | 64 | 68 | 72 | 80 | 88 | 96 | 104 | 112 | 120 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| T1R1 | 5.67 | 5.18 | 6.21 | 8.95 | 7.65 | 6.28 | 6.77 | 6.19 | 5.63 | 6.23 | 6.55 | 7.83 | 7.17 | 6.25 | 6.97 | 8.29 | 10.71 | 9.79 | 8.31 | 6.62 | 7.36 | 6.28 | 8.42 | 7.62 | 8.55 |
| T1R2 | 4.61 | 4.88 | 7.11 | 7.33 | 7.39 | 5.12 | 7.18 | 6.33 | 4.58 | 5.12 | 7.41 | 6.83 | 5.59 | 6.22 | 7.45 | 8.25 | 5.27 | 9.65 | 6.32 | 7.80 | 6.81 | 6.48 | 5.51 | 4.64 | 6.45 |
| T1R3 | 4.52 | 5.22 | 7.21 | 7.42 | 5.93 | 6.66 | 5.73 | 6.05 | 5.02 | 5.78 | 6.81 | 6.37 | 5.61 | 5.42 | 8.40 | 9.06 | 10.13 | 10.64 | 7.11 | 8.35 | 6.50 | 7.92 | 8.95 | 7.43 | 6.35 |
| เฉลี่ย | 4.93 | 5.09 | 6.84 | 7.90 | 6.99 | 6.02 | 6.56 | 6.19 | 5.08 | 5.71 | 6.92 | 7.01 | 6.12 | 5.96 | 7.61 | 8.53 | 8.70 | 10.03 | 7.25 | 7.59 | 6.89 | 6.89 | 7.63 | 6.56 | 7.12 |
| T2R1 | 4.87 | 6.20 | 8.72 | 7.63 | 6.96 | 6.07 | 6.92 | 6.38 | 4.72 | 5.78 | 5.85 | 7.02 | 5.58 | 5.77 | 5.92 | 6.44 | 7.14 | 5.18 | 7.28 | 5.14 | 4.14 | 4.70 | 6.53 | 6.88 | 7.32 |
| T2R2 | 4.61 | 6.89 | 5.78 | 6.55 | 4.77 | 5.88 | 7.70 | 6.41 | 4.64 | 5.56 | 6.56 | 6.91 | 5.01 | 5.52 | 6.99 | 8.85 | 6.66 | 10.39 | 5.47 | 6.92 | 4.85 | 3.63 | 4.98 | 5.61 | 7.51 |
| T2R3 | 4.25 | 4.77 | 7.48 | 7.15 | 7.03 | 6.32 | 7.12 | 6.16 | 4.65 | 5.49 | 5.88 | 6.10 | 6.05 | 5.94 | 6.28 | 6.65 | 5.29 | 6.99 | 5.26 | 4.08 | 3.69 | 4.58 | 6.52 | 6.18 | 6.77 |
| เฉลี่ย | 4.58 | 5.95 | 7.33 | 7.11 | 6.25 | 6.09 | 7.25 | 6.32 | 4.67 | 5.61 | 6.10 | 6.68 | 5.55 | 5.74 | 6.40 | 7.31 | 6.36 | 7.52 | 6.00 | 5.38 | 4.23 | 4.30 | 6.01 | 6.22 | 7.20 |
| T3R1 | 5.03 | 5.27 | 6.02 | 6.75 | 5.61 | 5.70 | 7.62 | 5.40 | 4.57 | 4.98 | 6.76 | 7.50 | 5.97 | 5.06 | 5.53 | 5.24 | 8.03 | 7.97 | 4.98 | 5.22 | 5.95 | 5.35 | 4.22 | 5.97 | 4.17 |
| T3R2 | 4.28 | 6.32 | 6.67 | 8.31 | 6.62 | 5.83 | 7.09 | 6.27 | 4.94 | 5.43 | 5.62 | 5.27 | 5.61 | 4.01 | 6.28 | 6.55 | 10.83 | 6.71 | 4.42 | 5.78 | 4.88 | 3.63 | 4.61 | 4.96 | 5.22 |
| T3R3 | 4.42 | 5.12 | 5.72 | 6.92 | 6.37 | 5.70 | 5.75 | 5.43 | 4.52 | 4.88 | 5.81 | 5.20 | 6.02 | 4.76 | 4.93 | 5.27 | 5.98 | 5.55 | 4.48 | 4.36 | 4.41 | 4.52 | 5.11 | 4.92 | 4.81 |
| เฉลี่ย | 4.58 | 5.57 | 6.14 | 7.33 | 6.20 | 5.74 | 6.82 | 5.70 | 4.68 | 5.10 | 6.06 | 5.99 | 5.87 | 4.61 | 5.58 | 5.69 | 8.28 | 6.74 | 4.63 | 5.12 | 5.08 | 4.50 | 4.65 | 5.28 | 4.73 |

ตารางภาคผนวกที่ 4 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน

| เวลา(วัน) | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 56 | 60 | 64 | 68 | 72 | 80 | 88 | 96 | 104 | 112 | 120 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T1R1 | 8.80 | 7.33 | 7.40 | 7.23 | 7.11 | 7.24 | 7.18 | 7.23 | 8.59 | 7.25 | 7.12 | 6.95 | 7.73 | 6.92 | 6.85 | 6.66 | 6.02 | 6.47 | 6.21 | 6.37 | 5.58 | 4.53 | 4.61 | 4.48 | 4.33 |
| T1R2 | 9.00 | 7.35 | 7.42 | 7.25 | 7.42 | 7.28 | 6.97 | 6.94 | 8.56 | 8.02 | 7.58 | 7.22 | 7.50 | 6.64 | 6.47 | 6.02 | 5.17 | 5.65 | 5.18 | 5.25 | 5.58 | 4.61 | 4.53 | 4.33 | 4.41 |
| T1R3 | 8.90 | 7.35 | 7.48 | 7.27 | 7.32 | 7.28 | 7.12 | 6.87 | 8.42 | 7.44 | 7.15 | 7.31 | 7.31 | 6.68 | 6.56 | 6.67 | 5.11 | 6.04 | 5.48 | 5.37 | 5.60 | 4.70 | 4.31 | 4.47 | 4.36 |
| เฉลี่ย | 8.90 | 7.34 | 7.43 | 7.25 | 7.28 | 7.27 | 7.09 | 7.01 | 8.52 | 7.57 | 7.28 | 7.16 | 7.51 | 6.75 | 6.63 | 6.45 | 5.43 | 6.05 | 5.62 | 5.66 | 5.59 | 4.61 | 4.48 | 4.43 | 4.37 |
| T2R1 | 9.20 | 7.34 | 7.40 | 7.15 | 7.22 | 7.24 | 7.30 | 7.21 | 8.07 | 7.54 | 7.24 | 7.32 | 7.12 | 6.80 | 6.42 | 5.96 | 5.81 | 5.79 | 5.38 | 5.17 | 5.60 | 4.54 | 4.82 | 4.72 | 4.28 |
| T2R2 | 8.90 | 7.35 | 7.45 | 7.23 | 7.02 | 7.30 | 6.92 | 7.22 | 8.20 | 7.56 | 7.05 | 6.88 | 6.58 | 6.62 | 5.87 | 6.71 | 5.82 | 5.90 | 5.62 | 5.81 | 5.73 | 4.60 | 4.96 | 4.85 | 4.62 |
| T2R3 | 8.90 | 7.34 | 7.44 | 7.26 | 7.22 | 7.21 | 7.25 | 7.20 | 8.15 | 7.86 | 7.52 | 6.82 | 6.31 | 6.68 | 5.78 | 5.14 | 5.84 | 5.68 | 5.97 | 5.17 | 5.53 | 4.76 | 4.22 | 4.38 | 4.24 |
| เฉลี่ย | 9.00 | 7.34 | 7.43 | 7.21 | 7.15 | 7.25 | 7.16 | 7.21 | 8.14 | 7.65 | 7.27 | 7.01 | 6.67 | 6.70 | 6.02 | 5.94 | 5.82 | 5.79 | 5.66 | 5.38 | 5.62 | 4.63 | 4.67 | 4.65 | 4.38 |
| T3R1 | 9.00 | 7.32 | 7.32 | 6.90 | 7.05 | 6.92 | 7.01 | 7.43 | 7.45 | 7.32 | 7.11 | 7.24 | 7.75 | 6.15 | 6.04 | 5.74 | 5.42 | 6.23 | 6.22 | 5.82 | 5.77 | 4.58 | 4.42 | 4.51 | 4.37 |
| T3R2 | 8.90 | 7.29 | 7.37 | 7.25 | 7.14 | 7.14 | 7.01 | 7.43 | 7.61 | 7.23 | 6.98 | 7.20 | 7.14 | 6.26 | 5.94 | 5.31 | 5.37 | 5.65 | 5.35 | 5.18 | 5.61 | 4.75 | 4.82 | 4.92 | 4.89 |
| T3R3 | 8.90 | 7.35 | 7.42 | 7.21 | 7.15 | 7.24 | 7.28 | 7.37 | 7.98 | 7.35 | 7.08 | 6.84 | 6.06 | 5.64 | 5.51 | 5.36 | 5.27 | 5.59 | 6.12 | 5.09 | 5.58 | 4.71 | 4.52 | 4.11 | 4.09 |
| เฉลี่ย | 8.93 | 7.32 | 7.37 | 7.12 | 7.11 | 7.10 | 7.10 | 7.41 | 7.68 | 7.30 | 7.06 | 7.09 | 6.98 | 6.02 | 5.83 | 5.47 | 5.35 | 5.82 | 5.90 | 5.36 | 5.65 | 4.68 | 4.59 | 4.51 | 4.45 |

ตารางภาคผนวกที่ 5 ความนำไฟฟ้า (ms/cm) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน

| เวลา(วัน) | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 56 | 60 | 64 | 68 | 72 | 80 | 88 | 96 | 104 | 112 | 120 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T1R1 | 0.19 | 0.22 | 0.20 | 0.21 | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 0.24 | 0.26 | 0.27 | 0.29 | 0.30 | 0.32 | 0.36 | 0.35 | 0.37 | 0.37 | 0.50 | 0.62 | 0.74 | 0.93 | 1.07 | 1.35 | 1.56 | 1.84 |
| T1R2 | 0.19 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.22 | 0.22 | 0.23 | 0.24 | 0.26 | 0.28 | 0.29 | 0.31 | 0.31 | 0.33 | 0.37 | 0.41 | 0.47 | 0.58 | 0.72 | 0.86 | 0.97 | 1.18 | 1.42 | 1.50 | 1.78 |
| T1R3 | 0.19 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.22 | 0.23 | 0.23 | 0.24 | 0.27 | 0.28 | 0.28 | 0.30 | 0.31 | 0.32 | 0.35 | 0.39 | 0.43 | 0.58 | 0.69 | 0.87 | 0.97 | 1.19 | 1.32 | 1.54 | 1.85 |
| เฉลี่ย | 0.19 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.22 | 0.23 | 0.24 | 0.26 | 0.28 | 0.29 | 0.30 | 0.31 | 0.34 | 0.36 | 0.39 | 0.42 | 0.55 | 0.68 | 0.82 | 0.96 | 1.15 | 1.36 | 1.53 | 1.82 |
| T2R1 | 0.19 | 0.21 | 0.21 | 0.23 | 0.24 | 0.25 | 0.25 | 0.27 | 0.30 | 0.32 | 0.34 | 0.38 | 0.42 | 0.46 | 0.50 | 0.55 | 0.64 | 0.81 | 0.95 | 1.12 | 1.39 | 1.72 | 1.98 | 2.22 | 2.50 |
| T2R2 | 0.19 | 0.21 | 0.21 | 0.23 | 0.24 | 0.25 | 0.26 | 0.28 | 0.29 | 0.31 | 0.34 | 0.37 | 0.41 | 0.45 | 0.48 | 0.52 | 0.62 | 0.71 | 0.85 | 1.03 | 1.19 | 1.50 | 1.86 | 2.02 | 2.35 |
| T2R3 | 0.19 | 0.21 | 0.21 | 0.22 | 0.24 | 0.24 | 0.27 | 0.28 | 0.28 | 0.31 | 0.35 | 0.36 | 0.39 | 0.44 | 0.46 | 0.50 | 0.59 | 0.79 | 0.90 | 1.16 | 1.37 | 1.73 | 2.11 | 2.41 | 2.62 |
| เฉลี่ย | 0.19 | 0.21 | 0.21 | 0.23 | 0.24 | 0.25 | 0.26 | 0.28 | 0.29 | 0.31 | 0.34 | 0.37 | 0.41 | 0.45 | 0.48 | 0.52 | 0.62 | 0.77 | 0.90 | 1.10 | 1.32 | 1.65 | 1.98 | 2.22 | 2.49 |
| T3R1 | 0.19 | 0.21 | 0.22 | 0.23 | 0.24 | 0.26 | 0.27 | 0.28 | 0.34 | 0.38 | 0.42 | 0.48 | 0.53 | 0.53 | 0.56 | 0.62 | 0.72 | 0.88 | 0.98 | 1.20 | 1.39 | 1.75 | 2.05 | 2.30 | 2.61 |
| T3R2 | 0.19 | 0.21 | 0.22 | 0.24 | 0.26 | 0.27 | 0.27 | 0.30 | 0.33 | 0.38 | 0.41 | 0.45 | 0.50 | 0.54 | 0.58 | 0.63 | 0.74 | 0.90 | 1.15 | 1.44 | 1.62 | 2.05 | 2.42 | 2.71 | 3.12 |
| T3R3 | 0.19 | 0.21 | 0.22 | 0.24 | 0.26 | 0.28 | 0.28 | 0.31 | 0.32 | 0.36 | 0.43 | 0.46 | 0.50 | 0.53 | 0.57 | 0.62 | 0.74 | 0.92 | 1.02 | 1.35 | 1.49 | 1.87 | 2.22 | 2.49 | 2.78 |
| เฉลี่ย | 0.19 | 0.21 | 0.22 | 0.24 | 0.25 | 0.27 | 0.27 | 0.30 | 0.33 | 0.37 | 0.42 | 0.46 | 0.51 | 0.53 | 0.57 | 0.62 | 0.73 | 0.90 | 1.05 | 1.33 | 1.50 | 1.89 | 2.23 | 2.50 | 2.84 |

ตารางภาคผนวกที่ 6 ความเป็นต่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน

| เวลา(วัน) | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 56 | 60 | 64 | 68 | 72 | 80 | 88 | 96 | 104 | 112 | 120 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|
| T1R1 | 120.0 | 144.0 | 140.0 | 156.0 | 132.0 | 120.0 | 128.0 | 124.0 | 104.0 | 104.0 | 108.0 | 104.0 | 80.0 | 144.0 | 124.0 | 104.0 | 80.0 | 76.0 | 68.0 | 76.0 | 72.0 | 68.0 | 56.0 | 48.0 | 56.0 |
| T1R2 | 112.0 | 156.0 | 148.0 | 136.0 | 124.0 | 124.0 | 132.0 | 76.0 | 84.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 72.0 | 104.0 | 72.0 | 56.0 | 68.0 | 60.0 | 72.0 | 152.0 | 56.0 | 72.0 | 68.0 | 52.0 | 44.0 |
| T1R3 | 116.0 | 152.0 | 156.0 | 140.0 | 128.0 | 128.0 | 136.0 | 108.0 | 104.0 | 124.0 | 112.0 | 104.0 | 72.0 | 104.0 | 96.0 | 88.0 | 68.0 | 56.0 | 60.0 | 40.0 | 52.0 | 80.0 | 68.0 | 48.0 | 60.0 |
| เฉลี่ย | 116.0 | 150.7 | 148.0 | 144.0 | 128.0 | 124.0 | 132.0 | 102.7 | 97.3 | 109.3 | 106.7 | 102.7 | 68.0 | 117.3 | 97.3 | 82.7 | 72.0 | 64.0 | 66.7 | 89.3 | 60.0 | 73.3 | 64.0 | 49.3 | 53.3 |
| T2R1 | 104.0 | 144.0 | 144.0 | 156.0 | 140.0 | 132.0 | 140.0 | 136.0 | 80.0 | 60.0 | 44.0 | 36.0 | 36.0 | 68.0 | 56.0 | 64.0 | 60.0 | 80.0 | 80.0 | 120.0 | 80.0 | 68.0 | 64.0 | 44.0 | 48.0 |
| T2R2 | 88.0 | 168.0 | 152.0 | 156.0 | 144.0 | 136.0 | 140.0 | 72.0 | 76.0 | 72.0 | 120.0 | 96.0 | 52.0 | 72.0 | 64.0 | 56.0 | 60.0 | 72.0 | 76.0 | 88.0 | 68.0 | 96.0 | 80.0 | 60.0 | 52.0 |
| T2R3 | 120.0 | 168.0 | 160.0 | 160.0 | 132.0 | 124.0 | 128.0 | 100.0 | 76.0 | 76.0 | 72.0 | 60.0 | 40.0 | 72.0 | 56.0 | 52.0 | 56.0 | 64.0 | 60.0 | 24.0 | 60.0 | 88.0 | 84.0 | 60.0 | 48.0 |
| เฉลี่ย | 104.0 | 160.0 | 152.0 | 157.3 | 138.7 | 130.7 | 136.0 | 102.7 | 77.3 | 69.3 | 78.7 | 64.0 | 42.7 | 70.7 | 58.7 | 57.3 | 58.7 | 72.0 | 72.0 | 77.3 | 69.3 | 84.0 | 76.0 | 54.7 | 49.3 |
| T3R1 | 108.0 | 160.0 | 144.0 | 128.0 | 108.0 | 108.0 | 112.0 | 80.0 | 44.0 | 40.0 | 96.0 | 100.0 | 88.0 | 152.0 | 100.0 | 52.0 | 56.0 | 84.0 | 84.0 | 96.0 | 84.0 | 68.0 | 64.0 | 48.0 | 40.0 |
| T3R2 | 124.0 | 184.0 | 164.0 | 156.0 | 152.0 | 136.0 | 88.0 | 80.0 | 68.0 | 72.0 | 60.0 | 60.0 | 72.0 | 96.0 | 60.0 | 40.0 | 64.0 | 68.0 | 60.0 | 52.0 | 68.0 | 104.0 | 72.0 | 48.0 | 44.0 |
| T3R3 | 128.0 | 160.0 | 172.0 | 152.0 | 152.0 | 124.0 | 96.0 | 92.0 | 76.0 | 88.0 | 68.0 | 60.0 | 52.0 | 108.0 | 92.0 | 60.0 | 68.0 | 60.0 | 56.0 | 28.0 | 64.0 | 100.0 | 88.0 | 60.0 | 40.0 |
| เฉลี่ย | 120.0 | 168.0 | 160.0 | 145.3 | 137.3 | 122.7 | 98.7 | 84.0 | 62.7 | 66.7 | 74.7 | 73.3 | 70.7 | 118.7 | 84.0 | 50.7 | 62.7 | 70.7 | 66.7 | 58.7 | 72.0 | 90.7 | 74.7 | 52.0 | 41.3 |

ตารางภาคผนวกที่ 7 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (กรัมต่อลิตร) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน

| เวลา(วัน) | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 56 | 60 | 64 | 68 | 72 | 80 | 88 | 96 | 104 | 112 | 120 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T1R1 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.11 | 0.10 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.15 | 0.16 | 0.18 | 0.18 | 0.19 | 0.21 | 0.25 | 0.32 | 0.37 | 0.47 | 0.54 | 0.67 | 0.78 | 0.92 |
| T1R2 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.14 | 0.15 | 0.16 | 0.16 | 0.18 | 0.19 | 0.20 | 0.23 | 0.29 | 0.36 | 0.43 | 0.48 | 0.59 | 0.71 | 0.75 | 0.89 |
| T1R3 | 0.10 | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.14 | 0.15 | 0.15 | 0.16 | 0.17 | 0.18 | 0.19 | 0.22 | 0.29 | 0.35 | 0.43 | 0.49 | 0.60 | 0.66 | 0.77 | 0.93 |
| เฉลี่ย | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.14 | 0.15 | 0.15 | 0.16 | 0.18 | 0.18 | 0.19 | 0.22 | 0.28 | 0.34 | 0.41 | 0.48 | 0.58 | 0.68 | 0.77 | 0.91 |
| T2R1 | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.16 | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 0.25 | 0.27 | 0.34 | 0.41 | 0.47 | 0.57 | 0.70 | 0.86 | 0.99 | 1.11 | 1.25 |
| T2R2 | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.22 | 0.25 | 0.26 | 0.33 | 0.36 | 0.43 | 0.52 | 0.59 | 0.75 | 0.93 | 1.01 | 1.18 |
| T2R3 | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.17 | 0.18 | 0.20 | 0.21 | 0.23 | 0.25 | 0.32 | 0.40 | 0.45 | 0.59 | 0.69 | 0.87 | 1.05 | 1.20 | 1.31 |
| เฉลี่ย | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.22 | 0.24 | 0.26 | 0.33 | 0.39 | 0.45 | 0.56 | 0.66 | 0.83 | 0.99 | 1.11 | 1.25 |
| T3R1 | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.15 | 0.15 | 0.19 | 0.21 | 0.24 | 0.27 | 0.27 | 0.28 | 0.31 | 0.35 | 0.44 | 0.49 | 0.60 | 0.70 | 0.88 | 1.02 | 1.15 | 1.31 |
| T3R2 | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.15 | 0.19 | 0.20 | 0.23 | 0.25 | 0.27 | 0.29 | 0.32 | 0.36 | 0.45 | 0.57 | 0.72 | 0.81 | 1.03 | 1.21 | 1.36 | 1.56 |
| T3R3 | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.15 | 0.18 | 0.21 | 0.23 | 0.25 | 0.26 | 0.29 | 0.31 | 0.37 | 0.47 | 0.51 | 0.68 | 0.75 | 0.94 | 1.24 | 1.25 | 1.39 |
| เฉลี่ย | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.15 | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 0.26 | 0.27 | 0.29 | 0.31 | 0.36 | 0.45 | 0.52 | 0.67 | 0.75 | 0.95 | 1.16 | 1.25 | 1.42 |

ตารางภาคผนวกที่ 8 ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ (กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน

| เวลา(วัน) | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | 49 | 56 | 63 | 70 | 77 | 84 | 91 | 98 | 112 |
|-----------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| T1R1 | 6.67 | 81.67 | 107.50 | 101.67 | 93.33 | 141.67 | 113.33 | 66.67 | 59.17 | 105.00 | 94.17 | 60.00 | 68.33 | 60.00 | 101.67 |
| T1R2 | 1.67 | 81.67 | 35.00 | 58.33 | 43.33 | 76.67 | 98.33 | 37.50 | 34.17 | 43.33 | 58.33 | 68.33 | 51.67 | 72.50 | 83.33 |
| T1R3 | 8.33 | 68.33 | 66.67 | 23.33 | 33.33 | 24.17 | 71.67 | 37.50 | 44.17 | 31.67 | 35.00 | 65.83 | 43.33 | 51.67 | 81.67 |
| เฉลี่ย | 5.56 | 77.22 | 69.72 | 61.11 | 56.66 | 80.84 | 94.44 | 47.22 | 45.84 | 60.00 | 62.50 | 64.72 | 54.44 | 61.39 | 88.89 |
| T2R1 | 8.33 | 100.00 | 46.67 | 94.17 | 98.33 | 107.50 | 95.83 | 56.67 | 67.50 | 91.67 | 81.67 | 83.33 | 79.17 | 81.67 | 121.67 |
| T2R2 | 3.33 | 94.17 | 106.67 | 110.00 | 106.67 | 135.83 | 99.17 | 119.17 | 34.17 | 67.50 | 65.83 | 92.50 | 67.50 | 80.83 | 110.00 |
| T2R3 | 6.67 | 92.50 | 94.17 | 99.17 | 108.33 | 100.83 | 85.83 | 150.00 | 83.33 | 71.67 | 76.67 | 84.17 | 59.17 | 72.50 | 101.67 |
| เฉลี่ย | 6.11 | 95.56 | 82.50 | 101.11 | 104.44 | 114.72 | 93.61 | 108.61 | 61.67 | 76.95 | 74.72 | 86.67 | 68.61 | 78.33 | 111.11 |
| T3R1 | 1.67 | 88.33 | 106.67 | 97.50 | 98.33 | 151.67 | 140.83 | 112.50 | 83.33 | 101.67 | 109.17 | 87.50 | 85.00 | 93.33 | 131.67 |
| T3R2 | 2.50 | 86.67 | 89.17 | 105.83 | 140.00 | 145.83 | 152.50 | 87.50 | 67.50 | 60.00 | 71.67 | 100.83 | 81.67 | 108.33 | 127.50 |
| T3R3 | 5.83 | 85.83 | 102.50 | 110.00 | 118.33 | 166.67 | 175.83 | 136.67 | 91.67 | 75.83 | 91.67 | 83.33 | 101.67 | 101.67 | 150.83 |
| เฉลี่ย | 3.33 | 86.94 | 99.45 | 104.44 | 118.89 | 154.72 | 156.39 | 112.22 | 80.83 | 79.17 | 90.84 | 90.55 | 89.45 | 101.11 | 136.67 |

ตารางภาคผนวกที่ 9 ปริมาณตะกอนก้นบ่อ (กรัม) ของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิดที่ความหนาแน่นต่างกัน

| เวลา(วัน) | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | 49 | 56 | 63 | 70 | 77 | 84 | 91 | 98 | 112 |
|-----------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T1R1 | 0.15 | 0.81 | 0.79 | 0.65 | 1.56 | 3.03 | 10.29 | 9.73 | 5.89 | 8.06 | 6.45 | 7.31 | 6.86 | 9.35 | 7.41 |
| T1R2 | 0.10 | 0.64 | 0.47 | 0.92 | 0.81 | 1.27 | 14.93 | 6.70 | 2.57 | 8.35 | 6.32 | 6.34 | 5.81 | 7.96 | 8.22 |
| T1R3 | 0.07 | 0.80 | 0.67 | 0.67 | 1.12 | 1.72 | 8.82 | 3.28 | 2.91 | 7.28 | 8.22 | 3.20 | 6.85 | 4.10 | 5.78 |
| เฉลี่ย | 0.11 | 0.75 | 0.64 | 0.75 | 1.16 | 2.01 | 11.35 | 6.57 | 3.79 | 7.90 | 7.00 | 5.62 | 6.51 | 7.14 | 7.14 |
| T2R1 | 0.14 | 1.33 | 0.54 | 0.79 | 2.63 | 6.58 | 1.07 | 12.70 | 10.12 | 12.83 | 15.23 | 8.46 | 9.09 | 11.73 | 14.95 |
| T2R2 | 0.21 | 1.23 | 0.98 | 1.17 | 1.76 | 5.40 | 17.33 | 11.13 | 3.93 | 15.22 | 9.41 | 8.20 | 9.95 | 8.93 | 11.52 |
| T2R3 | 0.22 | 0.69 | 0.55 | 1.06 | 3.06 | 6.14 | 17.31 | 5.39 | 7.01 | 15.11 | 10.28 | 9.85 | 11.15 | 8.86 | 6.23 |
| เฉลี่ย | 0.19 | 1.08 | 0.69 | 1.01 | 2.48 | 6.04 | 11.90 | 9.74 | 7.02 | 14.39 | 11.64 | 8.84 | 10.06 | 9.84 | 10.90 |
| T3R1 | 0.21 | 1.61 | 3.12 | 1.31 | 2.94 | 20.00 | 16.37 | 9.20 | 8.60 | 9.79 | 14.01 | 13.99 | 13.98 | 10.61 | 18.28 |
| T3R2 | 0.27 | 1.49 | 0.90 | 1.00 | 3.32 | 6.04 | 13.35 | 12.38 | 7.12 | 16.26 | 16.54 | 10.98 | 10.98 | 11.99 | 17.59 |
| T3R3 | 0.16 | 1.29 | 0.94 | 1.17 | 3.13 | 3.85 | 13.91 | 10.70 | 11.26 | 16.56 | 15.53 | 12.51 | 11.00 | 12.06 | 12.36 |
| เฉลี่ย | 0.21 | 1.46 | 1.65 | 1.16 | 3.13 | 9.96 | 14.54 | 10.76 | 8.99 | 14.20 | 15.36 | 12.49 | 11.99 | 11.55 | 16.08 |